

Sabine Landwehr-Zloch
Josef Glaß *Hrsg.*

Innovationsmanagement der chemischen Industrie im digitalen Zeitalter

Den digitalen Wandel effektiv gestalten



Springer Gabler

Innovationsmanagement der chemischen Industrie im digitalen Zeitalter

Sabine Landwehr-Zloch · Josef Glaß
(Hrsg.)

Innovationsmanagement der chemischen Industrie im digitalen Zeitalter

Den digitalen Wandel effektiv gestalten

Hrsg.

Sabine Landwehr-Zloch
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Karlsruhe, Baden-Württemberg, Deutschland

Josef Glaß
Execon partners GmbH
Baar, Schweiz

ISBN 978-3-662-61357-3 ISBN 978-3-662-61358-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61358-0>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Christine Sheppard

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Grußwort: Verband der Chemischen Industrie e. V. (VCI)

Der rasante Fortschritt in den Informationstechnologien bietet große Chancen für die Chemie- und Pharmaindustrie. Neue Geschäftsmodelle werden ermöglicht, Produktionsverfahren besser gesteuert und Logistik, Einkauf und Vertrieb optimiert. Gleichzeitig intensiviert sich der Wettbewerb zwischen den Unternehmen: Denn wer die Möglichkeiten der neuen Informationstechnologien schneller und besser nutzt, hat einen Wettbewerbsvorsprung.

Auch die chemische Forschung wird immer digitaler. Ausgeklügelte Software in Kombination mit leistungsfähiger Hardware ermöglicht zum Beispiel quantenmechanische Berechnungen von Werkstoffen und Wirkstoffen, die Optimierung des atomaren und strukturellen Designs von Katalysatoren und die Simulation von technischen Prozessen bis hin zur virtuellen Fabrik. IT-gestützte Syntheseplanung – auch mittels „Retrosynthese“ – führt zu verblüffenden, völlig neuen Syntheserouten. Künstliche Intelligenz kann gerade durch „big data“-Analysen und „machine learning“ bei der Entwicklung von neuen Arzneimitteln, der Wartung von Anlagen oder dem Monitoring von Wertstoffströmen helfen.

Auch im Management von Innovationsprozessen ist die Digitalisierung nützlich. Forschungsergebnisse können in Echtzeit von international zusammengesetzten Teams ausgewertet werden. Modernes Datenmanagement erlaubt die Verknüpfung verschiedenster Datenquellen – so werden Korrelationen besser und schneller sichtbar.

Blockchain ist auch für Chemie und Pharma relevant. Pharmaunternehmen entwickeln und erproben bereits Ideen und Anwendungen für Blockchain-Technologien im Gesundheitswesen. Ein Anwendungsszenario besteht etwa für klinische Studien. Gesundheitsdaten könnten mit Blockchain-Verfahren gesammelt und nur dort weitergegeben werden, wo gewünscht und notwendig. Gerade klinische Studien zu seltenen Erkrankungen, für die nur sehr wenige Teilnehmer in Betracht kommen, könnten davon profitieren. Gleichzeitig können Privatsphäre und besonders sensible Informationen von Patienten noch besser geschützt werden. Das stärkt das Vertrauen von Patienten in die Forschung. Ein weiteres Anwendungsbeispiel für Blockchain besteht etwa in dem immer besseren Schutz von Lieferketten.

Das von Prof. Dr. Sabine Landwehr-Zloch und Dr. Josef Glaß herausgegebene Buch „Innovationsmanagement der chemischen Industrie im digitalen Zeitalter“ kommt somit zur rechten Zeit. Viele für die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit der Chemie- und Pharmaunternehmen wichtige Themen werden aufgegriffen.

Ich wünsche dem Buch viel Beachtung und eine breite Leserschaft.

Dr. Wolfgang Große Entrup
(Hauptgeschäftsführer des VCI e. V.)

Vorwort

Digitale Technologien verbunden mit der Transformation ganzer Branchen verändern derzeit die Rahmenbedingungen und Parameter für forschende Chemieunternehmen grundlegend: Auf der einen Seite eröffnen digitale Technologien neue Geschäftsmodelle und Innovationsmöglichkeiten. Auf der anderen Seite verändert die digitale Transformation branchenübergreifend die etablierten Spielregeln am Markt. Unternehmen, die ihre Wettbewerbsfähigkeit langfristig sichern möchten, sind gefordert, sich mit diesen Entwicklungen auseinander zu setzen und ihren Weg in das digitale Zeitalter proaktiv zu gestalten.

Auch das Innovationsmanagement und das damit einhergehende Verständnis von Innovation in der chemischen Industrie befinden sich in einem Paradigmenwechsel. So stand lange Zeit der Chemiker, der im Labor neue Moleküle entwickelt, als Synonym für Innovation. In vielen Segmenten sind jedoch die „weißen Flecken“ auf den Innovationslandkarten für reine Produktinnovationen zunehmend abgearbeitet. Um größere Innovationsvorhaben erfolgreich durchführen zu können, reicht die Bereitstellung eines neuen chemischen Stoffs häufig nicht mehr aus. Bestehende Wertschöpfungsketten müssen grundlegend umgestaltet oder neu aufgebaut werden. Um in diesen komplexen Industrie- oder Anwendungs-Ökosystemen zu bestehen, sind neue Innovationsansätze und -partnerschaften notwendig.

Einige etablierte Unternehmen der chemischen Industrie befinden sich mitten auf dem Weg in die Digitalisierung. Andere stehen am Anfang und müssen ihren Weg noch definieren. Fragen, Neugier und Sorgen sind Gefühle, die mitschwingen bei der Reise in die digitale Zukunft, die durch Volatilität, Ungewissheit, Komplexität und Mehrdeutigkeit geprägt ist.

In der vorliegenden Herausgeberschaft berichten Praxisvertreter aus deutschen Chemieunternehmen von ihren Erfahrungen, die sie auf dem Weg in die Digitalisierung gemacht haben. Die Beiträge kommen aus Best Practice Unternehmen der chemischen Industrie – von großen globalen Konzernen, von Mittelständlern und von Startups. Sie zeigen anschaulich, welche Veränderungen notwendig sind, um für das digitale Zeitalter und damit den ‚zweiten Frühling‘ der chemischen Industrie optimal aufgestellt zu sein.

Die Herausgeberschaft adressiert vier Themenfelder.



Die Erstellung einer Innovationsstrategie vor dem Hintergrund der skizzierten Herausforderungen steht im Mittelpunkt des ersten Themenfeldes. Besondere Beachtung findet in diesem Kontext die Frage, wie Innovationen systematisch über das bestehende Kerngeschäft sowie über die eigene Systemgrenze hinaus gelingen können. Autoren der Firmen Wacker und Henkel berichten hier von ihren Erfahrungen.

Im zweiten Themenfeld zeigen Unternehmensvertreter der Firmen BASF und Evonik, wie es im digitalen Kontext mit seiner begrenzten Prognostizierbarkeit bezüglich zukünftiger Entwicklungen gelingen kann, Innovationsprojekte systematisch ex ante zu bewerten und auf dieser Basis ganzheitliche Portfolioentscheidungen zu treffen. Auch die ex post Messung der Innovationsperformance wird in einem eigenen Beitrag beleuchtet und praktikable Handlungsempfehlungen am Beispiel der Firma Evonik abgeleitet.

Das dritte Themenfeld untersucht geeignete Innovationsstrukturen und -prozesse im digitalen Zeitalter. Besonderes Augenmerk liegt auf agilen Lösungen sowohl in der Organisation als auch im Innovationsprozess selbst. Die Beiträge kommen von Unternehmensvertretern der Firmen Henkel und Chemische Werke Budenheim. Künstliche Intelligenz (KI) bzw. KI Anwendungen verbunden mit einem entsprechenden Datenmanagement werden mehr und mehr zum Erfolgsfaktor für innovationsstarke Unternehmen. Am Beispiel von Bayer wird gezeigt, welche Potenziale sich bieten und ein junges Start-Up Unternehmen, die Firma Labforward, berichtet, was es beim Datenmanagement in der Chemie zu beachten gilt.

Beim letzten und vierten Themenbereich steht das Thema Innovationskultur im Mittelpunkt. In diesem Lichte beschäftigt sich der Beitrag eines Unternehmensvertreters

der Firma Merck mit der Schaffung einer „Start-up Kultur“ im Großkonzern. Abschließend folgt ein Gemeinschaftsbeitrag verschiedener Autoren mit den Erfahrungen und Erfolgsfaktoren, die es zu beachten gilt, wenn Innovationsmanagement über mehrere Kulturkreise hinweg stattfindet.

Die Herausgeberschaft bildet eine Bestandausnahme und Reflektion der bis dato gewonnenen Erfahrungen und soll allen Unternehmen Ermunterung sein, den Weg in die Digitalisierung mutig zu beschreiten. Die Herausgeber danken den Beitragsautorinnen und -autoren ganz herzlich und freuen sich über Diskussionen, Anregungen und ganz allgemein über Austausch mit den Leserinnen und Lesern.

Darmstadt
Augsburg im Januar 2020

Prof. Dr. Sabine Landwehr-Zloch
Dr. Josef Glaß

Inhaltsverzeichnis

Innovationsstrategien für das digitale Zeitalter der chemischen Industrie. . . .	1
Josef Glaß	
Innovationen jenseits des Kerngeschäfts	25
Thomas Renner	
Corporate Venture Capital in der chemischen Industrie	51
Paolo Bavaj	
Bewertung von Innovationsprojekten in VUCA Welt	69
Sabine Landwehr-Zloch und Marcus Vossen	
Die große Herausforderung: Messung des „Return on Innovation“	87
Wolfgang Kleemiss	
Design moderner Innovationsorganisationen	99
Julia C. Kurtz	
Der Innovationsprozess im digitalen Zeitalter	117
Gideon Rath	
Einsatz von computerbasierten Methoden und künstlicher Intelligenz in der chemischen Innovation	143
Gitta Erdmann	
Daten Management im Chemielabor	179
Simon Bungers und Jan-Marten Buch	
Start-Up-Kultur im Konzern	203
Christian Küchenthal	
Kulturkreisübergreifendes Innovationsmanagement – Erfahrungsberichte aus der Praxis	229
Josef Glaß, Sabine Landwehr-Zloch, Wolfgang Kleemiss, Christian Küchenthal und Marcus Vossen	

Innovationsstrategien für das digitale Zeitalter der chemischen Industrie

Josef Glaß

Zusammenfassung

Das Thema Innovation steht bei vielen Unternehmen der chemischen Industrie weit oben auf der Agenda. Die Megatrends Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Mobilität wirken auf nahezu jedes Chemie-Portfolio ein. Dabei gibt es Chancen und Risiken. Unternehmen, die nicht ausreichend Innovationskraft haben, um die Chancen zu nutzen, laufen Gefahr durch die Veränderungen substanziell Geschäft zu verlieren. Die Innovation befindet sich dabei selbst in einem starken Wandel. Lange Zeit stand der Chemiker, der im Labor neue Moleküle entwickelt, als Synonym für Innovation. In vielen Segmenten sind jedoch die „weißen Flecken“ auf den Innovationslandkarten für reine Produktinnovationen zunehmend abgegrast. Um größere Innovationsvorhaben erfolgreich durchführen zu können, reicht die Bereitstellung eines neuen chemischen Stoffs häufig nicht mehr aus. Bestehende Wertschöpfungsketten müssen grundlegend umgestaltet oder neu aufgebaut werden. Um in diesen komplexen Industrie- oder Anwendungs-Ökosystemen zu bestehen sind neue Innovationsansätze und -partnerschaften notwendig. In diesem immer komplexer werdenden Umfeld ist das „Steuern der Innovation auf Sicht“ immer weniger erfolgversprechend. Eine gut durchdachte Innovationsstrategie wird zukünftig zu einem noch wichtigeren Erfolgsfaktor für die Unternehmen der chemischen Industrie. Der vorliegende Beitrag basiert auf den Ergebnissen eines Workshops mit 20 Vertretern der chemischen Industrie. Obwohl der Erstellungsprozess in der Theorie bereits gut beschrieben ist, stellen Entwicklung und Umsetzung einer Innovationsstrategie für viele Unternehmen

J. Glaß (✉)
execon partners GmbH, Baar, Schweiz
E-Mail: josef.glass@execon-partners.com

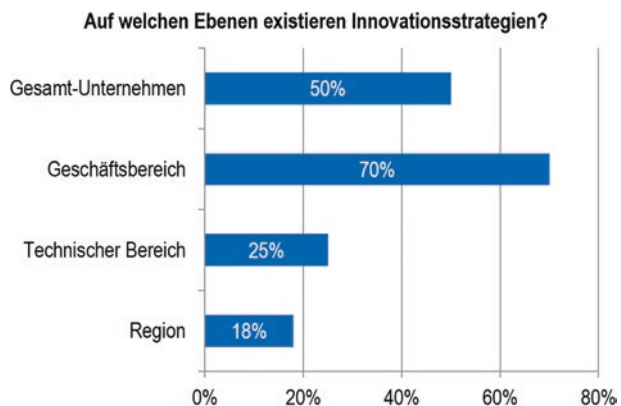
immer noch eine große Herausforderung dar. Die Strategieumsetzung wird dabei mit großem Abstand als größte Herausforderung gesehen. Deshalb wird in diesem Beitrag in besonderem Maße auf chemiespezifische Themen sowie auf die Umsetzungsphase einer Innovationsstrategie eingegangen. Hierfür werden zuerst die Besonderheiten und Herausforderungen von Innovationen in der chemischen Industrie beschrieben. Auf dieser Basis werden die wichtigsten Elemente der Erstellung einer Innovationsstrategie besprochen, bevor die Erfolgsfaktoren der Umsetzung beleuchtet werden.

1 Besonderheiten und Herausforderungen bei der Erstellung einer Innovationsstrategie in der chemischen Industrie

Die Vorgehensweise bei der Erstellung einer Innovationsstrategie ist unabhängig von der Industrie eines Unternehmens. Im Detail spielen industrie- und unternehmensspezifische Merkmale aber eine wichtige Rolle bei der Schwerpunktsetzung. Aus diesem Grund werden im Folgenden die spezifischen Merkmale der chemischen Industrie herausgestellt, die die Ausgestaltung oder Umsetzung einer Innovationsstrategie beeinflussen. Innovationsstrategien in der chemischen Industrie – eine kurze Bestandsaufnahme: Fast alle mittleren oder größeren Chemieunternehmen geben an, eine Innovationsstrategie zu haben. In den meisten Fällen wird eine Innovationsstrategie für ein Geschäftsfeld oder das gesamte Unternehmen erstellt, seltener für Regionen oder Forschungsbereiche (Abb. 1).

Wenngleich Innovationsstrategien zwar in vielen Unternehmen vorhanden sind, so bleiben sie häufig hinter ihrer intendierten Wirkung zurück. Gründe hierfür sind zum einen die mangelnde Konkretheit, die als Innovationshemmnis wahrgenommen wird. Eine vom Verband der Chemischen Industrie in Auftrag gegebene Untersuchung (VCI 2015) zeigte dies eindrücklich auf.

Abb. 1 Innovationsstrategien in Chemieunternehmen.
(Quelle: eigene Darstellung)



Zum anderen ist das Verständnis von Innovation im praktischen Alltag recht unterschiedlich: Die ‚enge‘ Definition sieht den Begriff als Synonym für stark produktzentrierte Forschung und Entwicklung. Die weite Definition beinhaltet sowohl die für eine Innovation notwendigen „Nicht-F&E-Aktivitäten“ (z. B. den Aufbau des Vertriebskanals) als auch andere Innovationstypen, wie z. B. Geschäftsmodellinnovationen. Was sich hier bereits an Unterschiedlichkeit zeigt, setzt sich bei dem Verständnis einer ‚Innovationsstrategie‘ weiter fort. In der engen Definition nutzt man ihn als Synonym für die F&E-Strategie. Die Innovationsstrategie ist dabei, analog zur Vertriebs- oder Produktionsstrategie, eine funktionale Strategie. Sie wird durch den F&E-Leiter verantwortet. In der weiten Auslegung beinhaltet die Innovationsstrategie alle Aktivitäten, die bis zur Umsetzung von Innovationen aller Art notwendig sind. Hierbei ist die Innovationsstrategie eine Unterkategorie der Geschäfts- oder Unternehmensstrategie und keine funktionale Strategie.

1.1 Merkmale und Besonderheiten der chemischen Industrie

Das Kern-Geschäftsmodell der chemischen Industrie ist seit vielen Jahrzehnten die Umwandlung von fossilen Rohstoffen in Produkte für zahlreiche Industrien mithilfe von Chemikern und Ingenieuren erstellten Rezepten und Verfahren. Alle Elemente dieser vereinfachten Beschreibung befinden sich aktuell in einem intensiven Veränderungsprozess. Wichtige Kundenindustrien wie die Automobil- oder die Agrarindustrie verändern sich signifikant. Durch eine Veränderung der Nachfrage an Produkten und Dienstleistungen wird dies erhebliche Auswirkungen auf die chemische Industrie haben. Bei den Chemieunternehmen selbst haben erste Unternehmen begonnen, die Entwicklung neuer Stoffe vom Labor in den Rechner zu verlagern. Möglicherweise werden zukünftig nicht die Unternehmen mit den besten Chemikern, sondern die mit den besten Algorithmen die besten Produkte entwickeln. Auch die Rohstoffseite wird zu der Dynamik beitragen. Der Trend zur Nachhaltigkeit wird dazu führen, dass Fragestellungen zu alternativen Rohstoffquellen und Recyclingkonzepten beantwortet werden müssen – unabhängig davon, mit welcher Geschwindigkeit und mit welcher Intensität sich der Trend fortsetzt. Wie sich die einzelnen Trends im Detail weiterentwickeln werden, ist nicht absehbar. Deutlich gesicherter ist die Erkenntnis, dass sich für die meisten Unternehmen der chemischen Industrie dadurch die Dynamik um das Thema Innovation deutlich erhöhen wird.

Doch nicht nur externe Einflüsse verändern die Rolle von Innovationen in der chemischen Industrie. Eine Besonderheit für Produktinnovationen stellt die Endlichkeit der Molekülklassen dar. In vielen Industrien führt die Weiterentwicklung von Technologien zu kontinuierlichen Innovationen. In der chemischen Industrie ist Optionenraum für neue, molekülbasierte Produkte dagegen durch die Naturwissenschaft limitiert. In vielen Segmenten der chemischen Industrie, die schon seit Jahrzehnten beforscht werden, wird dieser Effekt sehr deutlich. Es wird immer schwieriger und aufwendiger

neue Moleküle zu entdecken, deren Vorteilhaftigkeit ausreicht, um eine bestehende Lösung aus ihrer Wertschöpfungskette zu verdrängen. Getrieben durch diese Limitierung haben zahlreiche Unternehmen begonnen, größere Innovationsvorhaben zusammen mit Partnern aus der Wertschöpfungskette durchzuführen und die Innovation auch jenseits der Produktinnovation zu denken.

Ein weiteres Merkmal der chemischen Industrie sind oft sehr lange Produktlebenszyklen. Viele Produkte, die heute am Markt sind, wurden auch bereits vor 20 Jahren verkauft. Der Druck, wegbrechende Produkte durch Innovationen zu ersetzen, ist damit deutlich kleiner als in anderen Industrien. In der Pharmaindustrie verliert ein Produkt beispielsweise nach Ablauf des Patents häufig von einem Tag auf den nächsten den Großteil seines Umsatzpotenzials. Oder in der Automobilindustrie geben die Modellwechsel den Takt für viele Innovationen vor. In vielen Fällen stehen in der chemischen Industrie Innovationen nicht nur im Wettbewerb mit Innovationen der Wettbewerber – sie konkurrieren auch intern mit der Pflege des bestehenden Produktportfolios, wo kurzfristig meist ein besserer Return erzielt werden kann.

Analog zu den langen Produktlebenszyklen sticht die chemische Industrie auch durch vergleichsweise lange Entwicklungszeiten heraus. Zum Teil liegt dies an wenig beeinflussbaren Ursachen, wie der Position in der Wertschöpfungskette. In vielen Chemieunternehmen findet die Wertschöpfung einige Schritte von dem Endkunden entfernt statt. Innovationen müssen sich dadurch nicht nur beim direkten Kunden, sondern häufig in einer gesamten Wertschöpfungskette durchsetzen. Der Erfolg einer Innovation in der chemischen Industrie hängt dadurch auch maßgeblich von anderen Spielern in der Wertschöpfungskette ab. Auf jeder Wertschöpfungsstufe muss ein neues Produkt die Eignung durch Tests beweisen. Hinzu kommen in vielen Fällen noch gesetzliche Auflagen bei der Zulassung eines neuen Stoffs. Diese Konstellation führt auch dazu, dass es deutlich schwieriger als in anderen Industrien ist, Feedback vom Markt für ein neues Innovationsfeld zu bekommen. Doch zum Teil ist das geringe Innovationstempo auch hausgemacht. Die oben genannten Einschränkungen gelten nicht für alle Projektphasen und auch nicht für viele Service- oder Geschäftsmodellinnovationsprojekte. Die Möglichkeiten in diesen Fällen, z. B. mit agilem Projektmanagement oder dem Minimum Viable Product Ansatz, die Projektgeschwindigkeit zu erhöhen, bleiben in der chemischen Industrie nicht selten ungenutzt.

Auf dem Weg zur Marktreife ist die eingeschränkte Skalierbarkeit bei der Produktion ein weiteres Merkmal in der chemischen Industrie. Um erste Kunden mit industriellen Mengen versorgen zu können, werden häufig Pilotanlagen gebaut. Diese stellen bereits ein signifikantes Investment dar. Durch die geringe Größe der Pilotanlagen erreichen diese meist keine gute Profitabilität – die wird erst nach einer erfolgreichen Pilotphase und einem erneuten Investment in eine Anlage im Produktionsmaßstab erreicht. Die Entscheidung zum Bau einer Pilotanlage ist in vielen Projekten damit eine große Hürde.

Die letzte Besonderheit, auf die hier näher eingegangen wird, ist eine in vielen Unternehmen vergleichsweise hohe Granularität: die meisten Unternehmen haben eine hohe Anzahl an Produkten oder Produktvarianten und bedienen für B2B-Verhältnisse eine hohe Zahl an Kunden in zahlreichen Industrien und für unterschiedliche Anwendungen.

Die Unternehmen sind in vielen Ländern und Regionen aktiv. Diese Granularität des Geschäfts wirkt sich auch auf die Innovation aus. In der Regel wird die Innovationsstrategie einer chemischen Unternehmung kein monolithischer Block sein, sondern die Granularität des Geschäfts widerspiegeln.

Diese industriespezifischen Besonderheiten wirken sich auf die Innovationsportfolios der chemischen Industrie aus. Durch die Langfristigkeit größerer Innovationen haben viele Unternehmen in der Vergangenheit beim organischen Wachstum stärker auf inkrementelle Innovationen und die Vermarktung der bestehenden Produkte gesetzt. Eine 2018 durchgeführte Umfrage ergab, dass über zwei Drittel der Chemieunternehmen kein Innovationsprojekt haben, das im Zeithorizont von fünf Jahren mehr als 5 % zum Umsatz des Geschäftsbereiches beitragen wird. Durch die oben beschriebenen Veränderungen wird die Innovationslandschaft in der chemischen Industrie vielfältiger werden – mit mehr Cross-Funktionalität, mehr Kooperation und mehr Service- bzw. Geschäftsmodellinnovationen. Die Orchestrierung der komplexer werdenden Innovationslandschaft wird Aufgabe der Innovationsstrategie sein. Damit wird sie in Zukunft noch wichtiger, aber auch noch herausfordernder werden.

1.2 Herausforderungen im Rahmen einer Innovationsstrategie

Eine 2019 durchgeführte Umfrage ergab, dass etwa zwei Drittel der befragten Innovationsmanager die Umsetzung als die schwierigste Phase im Strategieprozess sehen. Das übrige Drittel teilt sich auf Zielsetzung, Strategieerstellung und die Verabschiedung auf (Glaß 2019).

Die Sorge, konzeptionelle Fehler bei der Strategieerstellung zu machen, ist offensichtlich deutlich geringer als die Sorge um mangelnde Umsetzbarkeit. Aufgrund der beschriebenen Besonderheiten der chemischen Industrie ist dieses Ergebnis keine Überraschung.

Aus diesem Grund bekommt die Umsetzungsthematik in diesem Beitrag eine hohe Gewichtung. So werden die Herausforderungen und Erfolgsfaktoren in einem separaten Beitrag besprochen. Daneben wird berücksichtigt, dass der Umsetzungserfolg zu einem gewissen Teil auch von der Konzeption und Formulierung der Strategie abhängt. Deshalb werden im nachfolgenden Beitrag, das sich mit der Strategieerstellung befasst, auch umsetzungsrelevante Aspekte berücksichtigt.

2 Einfluss der Digitalisierung auf Innovationsstrategien in der chemischen Industrie

Wie in fast allen Bereichen nimmt die Digitalisierung auch Einfluss auf zukünftige Innovationsstrategien. Ein Einflussfaktor sind große Veränderungen in den Kundenindustrien – z. B. im Mobilitätsbereich. Diese Art der Veränderung ist grundsätzlich

nichts Neues – durch die Digitalisierung wird lediglich die Veränderungsgeschwindigkeit in vielen Industrien erhöht.

Daneben gibt es drei weitere Dimensionen der Veränderung, die direkt auf die Erstellung einer Innovationsstrategie einwirken. Die erste ist die Erweiterung des Optionenraums bei den Innovationsfeldern insbesondere um neue digitale Geschäftsmodelle. Die zweite besteht in digitalen Werkzeugen, die im Innovationsprozess eingesetzt werden können. Die dritte Dimension ist die Strategieerstellung selbst.

2.1 Erweiterung des Optionenraums

Wie weiter oben beschrieben, wird es in vielen Segmenten der Chemie immer schwieriger, Produktinnovationen mit einem großen wirtschaftlichen Potenzial zu identifizieren. Für die Chemieindustrie stellen digitale Geschäftsmodelle eine Chance dar, neue Wachstumsoptionen jenseits von Entwicklung, Produktion und Vermarktung von chemischen Erzeugnissen zu erschließen. Viele Unternehmen setzen deshalb große Hoffnungen in neue, digital getriebene Geschäftsmodelle.

Eine wichtige Kategorie bei den neuen Geschäftsmodellen sind Services. So werden z. B. in der Kunststoffindustrie Daten genutzt, um Kunden im Produktionsprozess von Kunststoffbauteilen zu unterstützen und Ausschuss zu reduzieren. Dieses Geschäftsmodell kann noch weitergetrieben werden, indem ein Produkt komplett als Service angeboten bzw. positioniert wird. Dies ist in der Software-Industrie bereits sehr weit fortgeschritten. Dort erwirbt der Kunde in der Regel den Zugang zu einem oft cloud-basierten Service und kauft kein Programm, das er auf seinem Rechner installiert. In der physischen Welt existiert dieses Modell bereits für Luftverdichter. Hier können Kunden bereits komprimierte Luft statt einem Kompressor kaufen.

Bereits vor der Digitalisierung war das Thema Vorwärts- und Rückwärtsintegration im strategischen Kontext relevant. Grundsätzlich erleichtert die Digitalisierung durch Vereinfachung von Transaktionen die Schnittstellen zwischen Partnern in einer Wertschöpfungskette. Bei gleichbleibenden Kräften in einer Wertschöpfungskette hätte die Digitalisierung eher einen dämpfenden Effekt auf Vorwärts- und Rückwärtsintegration. Die Digitalisierung führt aber in der Regel auch dazu, dass sich Kräfteverhältnisse verschieben und dadurch neue Opportunities entstehen.

Sehr ausgeprägt ist die Bedeutung von neuen Geschäftsmodellen beispielsweise in dem Sektor Agrochemie. Hier gibt es bereits seit vielen Jahren die Kombination Pflanzenschutzchemikalien und Saatgut als Geschäftsmodell. Mit der Digitalisierung wird das Geschäftsmodell mit weiteren unter dem Schlagwort ‚Digital Farming‘ bekannten Services erweitert. Dies beinhaltet beispielsweise die Kartierung von Feldern mit Sensoren, Drohnen und Satellitenbildern, um Aussaat, Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutzmaßnahmen optimal zu gestalten.

In anderen Chemiesegumenten ist der Einfluss digitaler Geschäftsmodellinnovationen meist noch deutlich weniger stark ausgeprägt. Geschäftsmodellinnovationen sind als Innovationsfeld in jeder Innovationsstrategie zu untersuchen.

2.2 Digitale Werkzeuge für den Innovationsbereich

Auch bei den Innovationsprozessen im eigenen Unternehmen wirkt sich die Digitalisierung aus. Bei der Digitalisierung der Informationsbeschaffung und Dokumentation sowie der Laborautomatisierung wird auf dem entstehenden Prozess aufgebaut. Mit Retrosynthese und Quantenchemie sind dagegen zwei Werkzeuge in der Entstehung, die den Innovationsprozess neu definieren.

2.2.1 Informationsbeschaffung und Dokumentation

Digitale Werkzeuge unterstützen bereits seit mehreren Jahrzehnten den Innovationsprozess und entwickeln sich ständig weiter. Die Nutzung von digitalen Werkzeugen zur Markt-, Wettbewerbs- oder Patentanalyse ist bereits zum Standard geworden.

Hinsichtlich der Dokumentation ist die Digitalisierung der „Labor-Kladde“ zum digitalen Laborjournal das wahrscheinlich wichtigste Thema in der chemischen Industrie. Da sich ein anderer Beitrag in diesem Buch damit intensiv befasst, wird an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen (siehe Beitrag: Bungers/Buch – [Daten Management im Chemielabor](#)).

2.2.2 Laborautomatisierung

Laborautomatisierung ist ein breites Feld und findet mittlerweile in fast jedem chemischen Labor statt. Grundsätzlich kann der Labor-Prozess in verschiedene Phasen differenziert werden: Versuchsplanung, Versuchsvorbereitung, Versuchsdurchführung und Auswertung. In der Regel werden einzelne Prozessschritte automatisiert. Erste Unternehmen sind jedoch bereits dabei, für ausgewählte Pilotsegmente den gesamten Prozess zu automatisieren. Laborroboter führen dabei autonom die Versuchsreihen durch. Die Auswertung sowie die Planung der neuen Versuche übernimmt künstliche Intelligenz.

In Analogie zu den Produktionsbereichen ist nicht zu erwarten, dass sich eine komplette Automatisierung in den nächsten Jahren großflächig durchsetzen wird. Die „Stückzahlen“ im F&E-Bereich sind in der Regel gering und die Wirtschaftlichkeit muss deshalb fallspezifisch beurteilt werden.

2.2.3 Retrosynthese und Quantenchemie

Bei der Retrosynthese wird die optimale Syntheseroute eines bekannten Moleküls durch digitale Methoden gesucht. Dabei wird das Molekül digital in einfachere Bausteine zerlegt, für deren Verknüpfung Synthesebeispiele bekannt sind. Auf diese Weise gelangt man schrittweise zu käuflichen oder literaturbekannten Bausteinen. Die steigenden

Rechnerleistungen haben in den vergangenen Jahren zu großen Fortschritten geführt. Durch den vorgegebenen Endpunkt und die strukturierte Vorgehensweise können Computersysteme ihre Stärken ausspielen.

Mit der Quantenchemie, die auch als Computational Chemistry bezeichnet wird, können chemische Reaktionen, sowie die Eigenschaften der bestehenden Moleküle berechnet werden. Dadurch können beispielsweise Kunststoffbauteile mit verschiedenen Additivkonzentrationen digital erstellt und getestet werden. Der klassische Prozess über Labor und Technikum ist nicht mehr notwendig. Darüber hinaus verringert die Quantenmechanik die Risiken beim Scale-up zwischen Labor und großtechnischer Anlage. Veränderungen von Reaktorgeometrien können besser berücksichtigt werden.

Mit Retrosynthese und Quantenchemie stehen zwei Werkzeuge in den Anfängen, die das Potenzial haben, den Produktentwicklungsprozess in der Chemie radikal zu verändern. Die neuen digitalen Werkzeuge werden sich in den verschiedenen Segmenten der chemischen Industrie mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten verbreiten und auch einen unterschiedlich hohen Nutzen generieren. Im Rahmen der Erstellung einer Innovationsstrategie sind die Chancen und Risiken durch neue digitale Werkzeuge zu untersuchen. Es sollte davon ausgegangen werden, dass die klassischen Kompetenzen des Chemikers zukünftig nicht mehr ausreichen werden, um im Bereich Produktentwicklung dauerhaft wettbewerbsfähig zu bleiben (Keller 2018).

2.3 Digitale Werkzeuge für die Strategieerstellung

Auch die Strategieerstellung selbst ist von der Digitalisierung betroffen. In einigen Feldern außerhalb des Chemie-Innovationsbereichs haben digitale Werkzeuge funktionale Strategieprozesse bereits radikal verändert, wie beispielsweise im Marketing. Die Aussage von Henry Ford „Ich weiß, **die Hälfte** meiner Werbung ist hinausgeworfenes Geld. Ich weiß nur nicht, welche **Hälfte**“ verliert in der digitalen Zeit mehr und mehr ihre Gültigkeit.

Für den Prozess der Erstellung einer Innovationsstrategie in der chemischen Industrie ist ein derart radikaler Wandel in den kommenden Jahren unwahrscheinlich. Digitale Werkzeuge werden den Prozess insbesondere bei der Informationsbeschaffung und -verarbeitung unterstützen – eine komplette Strategieerstellung getrieben durch künstliche Intelligenz wird ohne menschliches Zutun in den kommenden Jahren jedoch nicht möglich sein. Hierfür sind die Optionen zu komplex.

3 Entwicklung einer Innovationsstrategie

Die Innovationsstrategie beschreibt die meist langfristige Planung und Ausrichtung für die Erreichung der definierten Innovationsziele. Die Innovationsstrategie ist damit die Geschäftsstrategie ohne die bestehenden Produkte und Services. Bei den Bewertungen

steht ebenfalls die geschäftliche Wettbewerbsfähigkeit in den Innovationsfeldern im Mittelpunkt – nicht nur rein technische Aspekte. Das wichtigste Ergebnisdokument einer Innovationsstrategie ist die sogenannte Innovationsroadmap, die als Landkarte verstanden werden kann. Sie enthält die wichtigsten Schritte für die priorisierten Innovations- oder Suchfelder.

Ein wichtiger, allerdings auch schwer zu greifender Faktor bei der Erstellung einer Innovationsstrategie ist die Innovationskultur in einem Unternehmen. Dieses Thema wird in einigen anderen Beiträgen in diesem Buch vertieft. Im Kontext einer Innovationsstrategie spielt die Innovationskultur insbesondere bei der Umsetzung eine wichtige Rolle. In Unternehmen mit einer ausgeprägten Innovationskultur werden Innovationsthemen stärker unterstützt und stehen weniger Widerständen gegenüber. In einer guten Innovationskultur finden die Mitarbeiter beispielsweise selbst eine Lösung bei Konflikten bei einem Produktionsversuch – wo ansonsten eine Eskalation stattfindet. Auch bei Entscheidungen wirkt sich die Innovationskultur aus – eine ausgeprägte Innovationskultur ermutigt die Entscheider Risiken einzugehen und riskantere Themen anzugehen, sofern eine entsprechende Rendite zu erwarten ist. In diesem Beitrag wird davon ausgegangen, dass sich die Kultur aus den Erfahrungen der Vergangenheit speist. Basis für eine gute Innovationskultur sind damit bedeutende Innovationen und eine positive Kommunikation der Erfolge im Unternehmen. Ein Unternehmen, das dauerhaft keine Innovationen hervorbringt, wird auch keine gute Innovationskultur haben.

Bei dem Umgang mit den Begriffen „Innovationsfeld“ oder „Suchfeld“ herrscht oft eine gewisse Unsicherheit. Häufig werden die Innovationsfelder mit ‚klassischen‘ Segmentierungsdimensionen beschrieben – in der chemischen Industrie sind das häufig Produktklassen, Anwendungen und Kundenindustrien. Bei der Definition neuer Innovationsfelder ist man nicht an bestehende Segmentierungen gebunden. Es ist empfehlenswert, dass man hier auch in neuen Richtungen, z. B. Megatrends oder spezifischen Kundengruppen, denkt.

Die Vorgehensweise wird im Folgenden in mehrere Phasen unterteilt. In der Praxis sind die Trennlinien insbesondere zwischen Analyse und Konzeption weniger scharf. So ist es meist sehr effizient, wenn aus einem Basis-Set an Analysen Hypothesen oder Szenarien aufgebaut werden, die über zusätzliche, spezifische Analysen bestätigt oder verworfen werden. Die Verwendung von Phasen bei der Beschreibung heißt jedoch nicht, dass nur klassisches Projektmanagement bei der Strategieerstellung verwendet werden kann. Auch agile Vorgehensweisen können sinnig ergänzt werden.

3.1 Projektinitiierung und Scoping

Zu Beginn einer Strategieerstellung sind einige Leitplanken zu setzen. Diese stellen nur einen geringen Teil des Gesamtaufwands dar – Versäumnisse können dabei jedoch gravierende Folgen für den Verlauf haben. Aus diesem Grund werden hier die wichtigsten Themen zusammengefasst.

3.1.1 Festlegung der Ziele und Verantwortlichkeiten

Innovationsbereichen wird oft nachgesagt, dass sie sich mit quantifizierbaren Zielen schwertun. In diesem Beitrag wird von der Erwartungshaltung ausgegangen, dass die Innovation einen kontinuierlichen und in einem gewissen Rahmen für die nächsten Jahre planbaren Beitrag zum Geschäft leistet. Die Innovation ist dadurch Werttreiber und nicht Kostenfaktor. Im Rahmen dieser Erwartungshaltung sind somit quantitative Ziele zu verwenden. Qualitative Ziele können dabei wichtige Teilziele darstellen. Ausgenommen von der quantitativen Denkweise sind reine Explorationsthemen – also noch weit von der Vermarktung entfernte Themen, bei denen zuerst ein Grundstock an Know-how bzw. Beurteilungskompetenz aufgebaut werden muss.

Weiterhin sollte bei der Projektinitiierung eine sehr grundsätzliche Frage geklärt werden: gibt es bereits ein definiertes Innovationsziel aus der Unternehmens- bzw. Geschäftsstrategie oder ist die genaue Zieldefinition ein Teil des Strategieprojektes? In der Praxis ist es in einem dynamischen Umfeld oft herausfordernd, ein anspruchsvolles aber erreichbares Innovationsziel ohne die Kenntnis der vorhandenen Optionen festzulegen. In diesem Beitrag wird davon ausgegangen, dass die Ziele definiert sind. Falls dies nicht der Fall ist, bietet sich an, drei bis vier Szenarien aufzuzeigen und z. B. die zugrunde liegende Risikoeinschätzung (konservativ versus aggressiv) oder den Betrachtungszeitraum (kurzfristig versus langfristig) zu variieren.

Neben den Zielen sollten auch die Rahmenbedingungen hinsichtlich der für Innovationsthemen zur Verfügung stehenden Ressourcen geklärt werden. Wie oben beschrieben, ist die Geschäftsleitung für die Innovationsstrategie verantwortlich. Diese überträgt die Erstellung entweder an eine Innovations- bzw. Strategieabteilung bzw. an ein Projektteam.

3.1.2 Scope-Definition

Wie bei fast allen Projekten ist die Definition des Projektumfangs ein wichtiger Schritt. Bei der Erstellung einer Innovationsstrategie in der chemischen Industrie gibt es einige typische Themen, die im Rahmen der Scope-Definition berücksichtigt werden sollten.

Die Segmente in der chemischen Industrie sind sehr unterschiedlich. Ein allgemein gültiger Zeithorizont für eine Innovationsstrategie ist deshalb schwer festzulegen. In vielen Fällen ist ein Zeitraum von 10 Jahren zu empfehlen.

In der Praxis werden häufig die verfahrenstechnischen Prozessinnovationen von der Innovationsstrategie abgekoppelt. Historisch werden in vielen Unternehmen die Produktinnovationen über R&D und die Prozessinnovation über den Produktionsbereich getrieben. Solange auf beiden Seiten inkrementelle Innovationen im Fokus stehen, spielt die Trennung keine große Rolle, da es wenig Berührungspunkte gibt und unterschiedliche Kompetenzen benötigt werden. Bei zunehmenden Innovationshöhen nehmen die Wechselwirkungen in der Regel deutlich zu. Im aktuellen Kontext erscheint es daher sinnvoll, die Produktionsprozessinnovationen in eine Strategie zu integrieren.

Die Optimierung der eigenen Geschäftsprozesse ist definitorisch eine Innovation. So stellt sich die Frage, ob eine Innovationsstrategie auch die Optimierung der Geschäftsprozesse

enthalten sollte. In der Praxis werden in der chemischen Industrie kleinere Geschäftsprozessinnovationen meist nicht in einer Innovationsstrategie behandelt. Bei größeren Veränderungen, wie z. B. der Digitalisierung, werden diese entweder innerhalb der Innovationsstrategie oder separat – z. B. als Digitalisierungsstrategie – behandelt. Beide Optionen funktionieren. Wichtig ist, dass alle ein gemeinsames Verständnis über den Scope und die Schnittstellen haben.

Dieser Punkt ist insbesondere für größere Unternehmen mit vielen unterschiedlichen Geschäftssegmenten relevant. Grundsätzlich sollte eine Innovationsstrategie möglichst alle aktiven Innovationsfelder abdecken. In der Praxis gibt es jedoch immer wieder Gründe, den Scope einzugrenzen. Ein typischer Fall für eine Scope-Einschränkung ergibt sich, wenn ein Segment kurz vor dem Verkauf steht. Auch in diesem Fall steht die inhaltliche Entscheidung im Hintergrund – wichtig ist, dass der Scope zu Beginn klar definiert wird.

3.2 Analyse: Positionsbestimmung und Chancen

Die klassische Analyse ist in den vergangenen Jahren etwas in Verruf geraten. Zum einen scheint durch den Vormarsch der agilen Philosophie das eng am Kunden geführte Experiment mit sofortigem Feedback zielführender zu sein, als lange „herumzu-analysieren“. Zum zweiten wünschen sich viele Entscheider automatisierte, durch Algorithmen getriebene Prozesse.

Während der Analyse sind zwei unterschiedliche Themenfelder zu beleuchten. Zum einen gilt es, den Status quo der Innovationslandschaft zu erfassen und zu verstehen, was ohne die Verabschiedung einer neuen Strategie passieren würde. Der Scope dieses Analyseteils beschränkt sich auf die aktuellen Aktivitäten und ist damit klar umrissen. In der Analysephase werden zusätzliche Chancen identifiziert und untersucht. Dieser Teil ist in der Regel deutlich anspruchsvoller, da er keinen klar umrissenen Scope hat.

3.2.1 Positionsbestimmung

An dieser Stelle werden einige Basis-Analysen vorgestellt, die in keinem Strategieprojekt fehlen sollten. Diese sind dann um spezifische Analysen zu den entsprechenden spezifischen Fragestellungen zu erweitern. Diese spezifischen Analysen sind dazu da, um die entsprechenden spezifischen Fragestellungen zu erweitern.

3.2.1.1 SWOT-Analyse

Falls noch keine SWOT-Analyse aus der Geschäftsstrategie vorliegt, bietet diese als qualitative Analyse einen guten Startpunkt für die inhaltliche Arbeit in der Analysephase. Dabei werden Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken in einer einfachen Matrix zusammengefasst. Bei den Stärken ist es dabei sehr vorteilhaft, wenn diese etwas abstrahiert in Form von Kernkompetenzen beschrieben werden. Eine Formulierung „Produktion von korrosiven Chemikalien bei hohen Drücken und Temperaturen“ ist beispielsweise besser

als „Produktion der Chemikalie AB“. Dabei sind nicht nur technische Aspekte zu berücksichtigen, sondern auch Kundenzugang, vorhandene Infrastrukturen, Schutzrechte aller Art oder Einkaufsvorteile. Auch die Kompetenz, fremdes Know-how zu integrieren oder Projekte effizienter als Wettbewerber durchzuführen sind wichtige Stärken. Bei den Chancen und Risiken sind externe Einflüsse zu identifizieren, die Einfluss auf die Innovation nehmen können. Die wichtigsten sind Technologie- und Schutzrechtsanalysen, Wettbewerbsanalysen, sowie Analysen von Kunden und Lieferanten – bzw. der Wertschöpfungskette. Ein in der Chemie sehr wichtiger Kristallisationspunkt sind regulatorische Änderungen. Dabei sind die Punkte zu benennen, die zu Beginn des Projektes bereits ersichtlich sind. In der Regel kommen im Lauf des Projektes noch weitere Punkte hinzu. Wichtig ist, dass die SWOT Analyse aus der Geschäftsperspektive erstellt wird und nicht aus einer Forschungsperspektive.

Die starke Verdichtung der Informationen in das starre Schema der SWOT Analyse ist eine der ersten größeren Team-Herausforderungen bei der Erstellung einer Innovationsstrategie. Alle Teammitglieder des Projektteams können dabei teilnehmen. Neben den inhaltlichen Ergebnissen dient eine im Team durchgeführte SWOT Analyse damit auch dem Teambuilding. In der Regel ist die SWOT Analyse nach dem ersten Durchlauf nicht „fertig“, sondern wird durch viele Iterationen im Laufe des Projekts immer weiter verfeinert und verbessert.

3.2.1.2 Segmentierung

Vor einer tiefer gehenden strategischen Analyse ist eine Segmentierung der Innovationslandschaft sinnvoll. Durch eine differenziertere Betrachtung ergeben sich häufig interessante Einblicke und neue Optionen. Ein in diesem Kontext bekanntes Werkzeug ist die Ansoff-Matrix, die zwischen neuen und bestehenden Produkten, sowie neuen und bestehenden Märkten differenziert (Ansoff 1965).

Für Innovationsstrategien aus der chemischen Industrie ist es meist sinnvoll, weitere Segmentierungsdimensionen in der Analyse zu verwenden. Nachdem Geschäftsmodellinnovationen oder Produktionsprozessinnovationen in der Ansoff-Matrix nicht separat betrachtet werden, ist eine Differenzierung hinsichtlich der verschiedenen Innovationstypen in vielen Fällen erforderlich. Eine weitere wichtige Dimension ist die getrennte Betrachtung von inkrementellen Innovationen und Sprunginnovationen. Daneben werden häufig Produktklassen, Anwendungen und Kundenindustrien als Segmentierungskriterien verwendet. Darüber hinaus ist eine Segmentierung hinsichtlich des Risikos und der Beurteilungskompetenz von Innovationsfeldern hilfreich.

3.2.1.3 Umsatz-Projektion

Die Umsatz-Analyse ist eine in der Theorie leicht zu erstellende quantitative Analyse. Sie zeigt die Umsatzprojektion und enthält die bestehenden Produkte, sowie die in der Pipeline befindlichen zukünftig erwarteten Produkte. Zu dem organischen Umsatzziel ergibt sich dann eine Lücke, die mit weiteren Innovationsvorhaben zu füllen ist. In der Praxis sind jedoch einige Punkte zu beachten: die Projektion der bestehenden Produkte

lehnt sich meist an existierenden Vertriebsplanungen an und beinhaltet einen gewissen Umfang an Produktpflegeaktivitäten. Bei den bereits laufenden Innovationsprojekten ist zu beachten, dass die Projektziele nicht 1:1 in die Umsatzprojektion übertragen werden, sondern der Faktor Risiko mitberücksichtigt wird.

Die Umsatzanalyse ist ein hervorragendes Kommunikationstool. Sie zeigt auf einen Blick, ob es darum geht, das Vorhandene etwas zu erweitern oder im Innovationsbereich eine neue Stufe zu erklimmen.

3.2.1.4 Analyse des Innovations-Outputs

Neben der Umsatzbetrachtung sollte die Analyse auch ein Bild von der Profitabilität ergeben. Die Messung des Innovationserfolges ist eine große Herausforderung – dies gilt insbesondere in der chemischen Industrie mit den langen Entwicklungszeiten. Lange Zeit war das Thema Return-on-Innovation in vielen Unternehmen nicht auf der Agenda und der Innovationserfolg wurde über den Neuproduktumsatz angegeben. In den vergangenen Jahren hat sich dies geändert und eine zunehmende Anzahl von Unternehmen versucht den Return-on-Innovation zu messen (Beitrag: Kleemiss – [Die große Herausforderung: Messung des „Return on Innovation“](#)).

Wie bei der Pipeline-Analyse ist es bei der Output-Analyse sinnvoll, die Segmentierungen zu nutzen und insbesondere inkrementelle und Sprunginnovationen getrennt zu betrachten. Für die Innovationsstrategie ist zu berücksichtigen, dass die Output-Analyse auf Themen zielt, die bereits kommerzialisiert sind und mit denen bereits Umsätze generiert werden.

Wichtige Hinweise liefert die Output-Analyse für inkrementelle Innovationen. Hier liegen Innovationsaktivitäten und Output in der Regel näher zusammen und es existiert eine kontinuierliche Pipeline mit zahlreichen kleineren Projekten. Output-Informationen können somit für die Steuerung aktueller Themen genutzt werden. Bei der Berechnung ist wichtig zu verstehen, inwieweit die Innovationsumsätze zusätzliches Geschäft generieren oder vorhandenes Geschäft „kannibalisieren“.

Bei längerfristigen Themen mit größerer Innovationshöhe gilt es abzuwägen, wie hoch der Mehrwert einer exakten Analyse des Returns ist. Wenn ein Innovationsfeld, für das man sich vor 10 Jahren entschieden hat nicht den geplanten Erfolg liefert, lassen sich daraus häufig nur bedingt konkrete Steuerungsimpulse ableiten.

3.2.1.5 Pipeline-Analyse

Die Pipeline-Analyse untersucht die zeitliche Balance in der Innovationsprojekt-Pipeline ohne tiefer auf den Inhalt der Projekte einzugehen. Aufgrund der unterschiedlichen Zeithorizonte der Projekte sollten sie auf den jeweils geplanten Launch-Termin bezogen werden. Um strategisch relevante Aussagen zu erhalten, sollte die Analyse innerhalb der definierten Segmentierungsoptionen durchgeführt werden. Neben der zeitlichen Einordnung der Projekte sollte die Pipeline-Analyse auch eine Indikation über den Wert des Projektes beinhalten. Hierbei können die im Unternehmen verwendeten Größen verwendet werden – meist Net Present Value oder Peak Sales.

Eine in vielen Fällen wichtige Analyse ist die Untersuchung der Projekte, die auf Sprunginnovationen abzielen und von denen man sich einen signifikanten finanziellen Beitrag in der Zukunft erwartet. Hieraus ergeben sich oft für die Strategieentwicklung interessante Einblicke. Ein in der chemischen Industrie nicht untypisches Bild ist eine weitgehend leere Pipeline für große Sprunginnovationen. Die Innovationsbemühungen konzentrieren sich auf inkrementelle Weiterentwicklungen – es gibt kein Innovationsfeld, um das Unternehmen auf das ‚nächste Level‘ zu bringen.

3.2.1.6 Strategische Positionierung der Innovationsfelder

In der Analysephase ist auch eine inhaltliche Bewertung der bestehenden Innovationsfelder vorzunehmen. Eine gängige Methode ist die Portfolioanalyse, die auch für bestehende Geschäfte genutzt wird. Dabei stehen die Bewertungsdimensionen Marktattraktivität und Wettbewerbsstärke im Fokus. Beide Dimensionen werden meist durch Scoring-Modelle abgebildet.

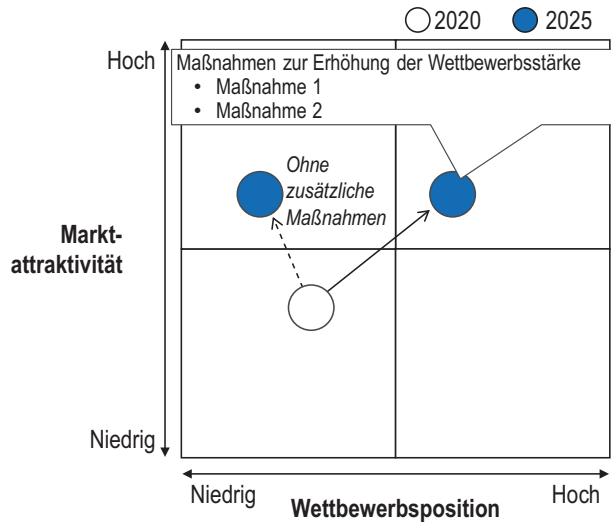
Im Gegensatz zu existierenden Geschäften können einige Indikatoren, wie beispielsweise der aktuelle Marktanteil, bei neuen, noch nicht kommerzialisierten Innovationsfeldern, nicht genutzt werden.

Bei Marktattraktivität spielen Marktgröße, -wachstum, -profitabilität und -risiken eine wichtige Rolle. Bei der Wettbewerbsstärke stehen Know-how, Schutzrechte, Qualifikation der Mitarbeiter, Distributions- und Finanzstärke sowie Eintrittsbarrieren im Vordergrund. Die genauen Scoring-Faktoren und deren Gewichtung sind mit den Innovationszielen abzugleichen. Entscheidend ist, dass diese Analyse als ein qualitativ geprägtes Werkzeug begriffen wird und nicht als mathematisches Modell zur Berechnung der relevanten Innovationsfelder.

Im ersten Schritt wird die Analyse für den aktuellen Zeitpunkt gemacht. Die Output-Analyse ist für Innovationsfelder mit bereits kommerzialisierten Produkten ein wichtiger Inputfaktor, da man sich bereits mit seinen Wettbewerbern am Markt ‚misst‘. Im zweiten Schritt wird das Gegenwarts-Bild in die Zukunft projiziert (Abb. 2).

Dies wird in vielen Strategieprojekten zum konzeptionell herausforderndsten Schritt und erfordert eine noch intensivere Auseinandersetzung mit den Märkten, Kunden und Wettbewerbern – und auch mit den eigenen Möglichkeiten in dem jeweiligen Innovationsfeld die Wettbewerbsstärke zu erhöhen. Häufig ist die Bewertung der zukünftigen Wettbewerbsstärke die größte Herausforderung in dieser Phase, da hierfür die zukünftigen Aktivitäten der Wettbewerber und die eigenen Aktivitäten berücksichtigt werden müssen. Ein typischer Fallstrick in dieser Phase ist, dass dabei entweder nur aktuell intern vorhandene Kompetenzen berücksichtigt werden oder im anderen Extrem alle theoretisch möglichen Kooperationen oder Akquisitionen berücksichtigt werden. Hier gilt es ein realistisches und dem Innovationsziel entsprechendes Szenario zu finden. Es können auch mehrere Szenarien für ein Innovationsfeld erarbeitet werden – z. B. ein Szenario, bei dem die Innovationsführerschaft angestrebt wird und ein zweites Szenario, bei dem man sich als ‚Follower‘ positioniert. Auch hier gilt, dass das Analyseergebnis ein Startpunkt ist, der in der Regel über viele Iterationen weiterentwickelt werden muss.

Abb. 2 Analyse mit Marktattraktivität und Wettbewerbsstärke. (Quelle: eigene Darstellung)



3.2.2 Identifikation und Analyse zusätzlicher Chancen

Die Positionsbestimmung der existierenden Innovationsfelder ist bereits keine triviale Aufgabe. Die Zusammenstellung des gesamten Optionenraums ist eine noch größere Herausforderung, da es einen deutlich weiteren Umfang hat. Hierbei sind sowohl zusätzliche Optionen in den bestehenden Innovationsfeldern und potenzielle neue Innovationsfelder zu identifizieren. Dabei ist das Marktattraktivitäts-Wettbewerbsstärke-Portfolio als Spielfeld zu betrachten, in das zusätzliche Vorschläge für Innovationsfelder einzubringen sind. Die bereits bestehenden Innovationsfelder dienen als Referenzpunkte. Um den Ressourceneinsatz in dieser Phase zu begrenzen, empfiehlt sich ein gestuftes Vorgehen. Im ersten Schritt werden Ideen gesammelt und einer groben Bewertung unterzogen. Die aussichtsreichen Vorschläge aus der Summe aller werden dann weiter detailliert.

Für die Suche nach neuen potenziellen Innovationsfeldern eignen sich die folgenden drei Perspektiven: zum einen sollte von den vorhandenen Stärken aus gesucht werden – hier stehen Kernkompetenzen und Schutzrechte im Vordergrund. Aus einer zweiten, eher externen Perspektive, sind insbesondere Megatrends, Technologieentwicklungen, Wettbewerber, Entwicklungen innerhalb der aktuellen Wertschöpfungskette und Regulierungsänderungen zu untersuchen. Zum dritten empfiehlt es sich, Ideen von internen und externen Know-how-Trägern einzusammeln. Mit der SWOT Analyse hat man bereits in einer früheren Projektphase erste Ansatzpunkte zusammengetragen. Diese können hier als Startpunkt verwendet werden.

3.3 Strategieformulierung und Innovationsfelder

Den Kern der Strategieformulierung bilden die Auswahl der Innovationsfelder und die Zuteilung von Teilzielen zu den ausgewählten Feldern. Dabei gilt es, in dem erarbeiteten Optionenraum die günstigste Option zu finden, mit der das Innovationsziel erreicht werden kann. Die Matrix aus Marktattraktivität und Wettbewerbsstärke bildet hierfür einen guten Startpunkt.

In der Praxis steht häufig die Frage im Raum, welche Anzahl an Innovationsfeldern optimal für eine Innovationsstrategie ist. Wie bereits beschrieben, leiden viele Unternehmen an einer hohen Ressourcenzersplitterung im Innovationsprojektportfolio. Durch eine hohe Anzahl an Innovationsfeldern wird diese Zersplitterung gefördert. Wenn vorwiegend inkrementelle Innovationsfelder im Fokus stehen oder eine ‚Follower-Strategie‘ im Vordergrund steht, kann ein starker Fokus auf einige wenige Innovationsfelder somit sehr sinnvoll sein. Bei Innovationsfeldern mit hohen Risiken und einer zu erwartenden hohen Abbruchquote ergibt sich eine andere Situation. Hier sollte mit einer hohen Zahl an Themen in der Innovationspipeline begonnen werden, um am Ende noch einige zum Erfolg bringen zu können.

3.4 Erstellung einer Roadmap

Die Erstellung einer Roadmap bildet den Abschluss der Strategiekonzeption. In ihr werden die wesentlichen Innovationsschritte dargestellt. Sie ist eine Vorstufe zu einem Umsetzungsplan, der eine wesentlich höhere Granularität aufweist. Die Form einer Roadmap ist nicht vorgegeben. Einige typische Formate sind in Abb. 3 dargestellt.

Die Roadmap erfüllt mehrere Aufgaben. Vor der Verabschiedung eignet sie sich als Challenging-Dokument. Fragen um die Ausrichtung der Innovationsaktivitäten können hier zielführend diskutiert werden – um Grundsatzdiskussionen zu einem späteren Zeitpunkt zu vermeiden. Zum anderen ist die Roadmap ein ideales Kommunikationswerkzeug, mit dem der gesamten Organisation die Richtung der Innovationstätigkeiten erklärt werden kann.



Abb. 3 Häufig verwendete Roadmap-Formate. (Quelle: eigene Darstellung)

Durch die Roadmap wird großer Einfluss auf die Umsetzungsgeschwindigkeit genommen. Zum einen werden hier zum Teil bereits wichtige Richtungsentscheidungen getroffen – z. B. in welchem Kundensegment begonnen werden soll. Derartige Entscheidungen haben in der Regel erheblichen Einfluss auf die spätere Umsetzung. Zum anderen wird eine Erwartungshaltung für die Umsetzungsgeschwindigkeit erzeugt. Bei der Erstellung der Roadmap ist auch eine wichtige Entscheidung zu treffen: Wird die klassische Innovationsmethodik verwendet oder wird auf den Ansatz mit einem „Minimum Viable Product“ (MVP) gesetzt. Bei letzterem wird versucht, die Innovation in einer minimalistischen Form schnellstmöglich am Markt zu testen. Diese Methode hat sich außerhalb der chemischen Industrie insbesondere bei Innovationen mit hohem Marktrisiko bewährt. Insbesondere für Service- und Geschäftsmodellinnovationen kann die Methodik sehr einfach übernommen werden.

4 Umsetzungsplanung und Umsetzung

Nach der Verabschiedung der Innovationsstrategie liegt ein Dokument mit wertvollen Inhalten vor – Wert für das Unternehmen wurde durch die Konzeption jedoch noch nicht geschaffen. Es hängt von der Qualität der Umsetzung ab, ob es gelingt, die Konzepte in einen wirtschaftlichen Vorteil umzusetzen. Häufig fällt danach die Aufmerksamkeit deutlich ab. Eine gängige Vorstellung zum Thema Umsetzung ist, dass es einen Umsetzungsplan gibt, nach dessen erfolgreicher Abarbeitung die angestrebten Ziele erreicht werden. Als Kernerfolgsfaktor wird hier solides Projektmanagement gesehen. Dies ist zum Beispiel eine übliche Vorgehensweise bei Reorganisationsprojekten. Bei der Umsetzung von Innovationsstrategien reicht gutes Projektmanagement in der Regel nicht aus. Die Herausforderungen der Umsetzung sollten dabei nicht unterschätzt werden. An dieser Stelle wird noch einmal betont, dass die Innovationsstrategie ein Teil der Geschäfts- bzw. Unternehmensstrategie ist und keine funktionale Strategie. Die Ergebnisse aus der Geschäfts- und Innovationsstrategie fließen als Ziele in die nachgelagerten funktionalen Strategien ein. Die Verantwortlichkeit liegt für beide bei der Geschäftsführung. Sie ist gesamtverantwortlich bzw. ‚accountable‘ für die Geschäfts- und Innovationsstrategie. Die Durchführungsverantwortung bzw. ‚responsibility‘ für die Erstellung oder Umsetzung kann an eine Strategieabteilung oder an ein Projektteam delegiert werden. Diese Konstellation wird als Prämisse für eine erfolgreiche Umsetzung betrachtet.

Den Kern für eine erfolgreiche Strategieumsetzung bildet die Verankerung der strategischen Leitplanken im Unternehmen. Für die Verankerung gibt es verschiedene Mechanismen, die im folgenden Abschnitt näher beschrieben werden. Daneben spielt durch die meist langen Umsetzungszeiten der Umgang mit Änderungen von in der Strategieerstellung getroffenen Annahmen eine wichtige Rolle. Die im Strategiepapier erarbeiteten Konzepte basieren auf einer Momentaufnahme von Annahmen für die nächsten fünf bis zehn Jahre. Trotz höchster Sorgfalt bei der Analyse ist die Wahrscheinlichkeit, dass alle Prognosen exakt eintreffen, äußerst gering. Dies kann entweder die

Entwicklung des Marktes betreffen, die Entwicklung der Wettbewerber oder die eigene Weiterentwicklung. Das Abarbeiten eines Umsetzungsplans mit einem entsprechenden Umsetzungscontrolling ist damit nicht ausreichend. Entscheidend ist deshalb, dass ein Unternehmen in der Lage ist, den strategischen Weg an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen, ohne das Ziel aus den Augen zu verlieren. Ein Ansatz hierfür wird im letzten Abschnitt aufgezeigt.

4.1 Verankerungselemente für eine Innovationsstrategie

Die einfachste Möglichkeit eine Strategie umzusetzen, ist die Übertragung der Umsetzung an eine organisatorische Einheit, wie z. B. ein Projektteam oder eine Strategieabteilung. Im Kontext von Innovationsstrategien hat sich die Umsetzung in Form von Initialisierungsprojekten bewährt. Dabei werden die größeren Veränderungen innerhalb des Projektes umgesetzt und die längerfristigen Ziele durch die nachfolgend beschriebenen Optionen verankert. Die komplette Strategieumsetzung durch ein Projekt zu begleiten wäre aufgrund der langen Umsetzungszeiträume von fünf bis zehn Jahren jedoch nicht effizient.

4.1.1 Nutzung vorhandener Steuerungsprinzipien

Der naheliegende Verankerungsmechanismus für die Innovationsstrategie ist die Steuerung des Innovationsportfolios. Im Detail hängt dieser Schritt an den im jeweiligen Unternehmen vorhandenen Steuerungsprozessen. Viele Unternehmen in der chemischen Industrie haben hier zwei Mechanismen etabliert, die bei der Strategieumsetzung angesteuert werden sollten: zum einen finden Innovations-Portfolio-Reviews statt. Dort werden die Projekte priorisiert. Von der Priorisierung hängt im Anschluss die Ressourcenausstattung der einzelnen Projekte ab. Daneben gibt es in vielen Unternehmen einen Stage-Gate-Prozess, den alle Innovationsprojekte durchlaufen. An bestimmten Haltepunkten – den ‚Gates‘ – wird überprüft, ob alle Voraussetzungen für einen Übertritt in die nächste Projektphase vorliegen.

Die Portfolio-Anpassung ist in der Regel das stärkere Instrument für die Umsetzung der Innovationsstrategie. Durch Vorgabe von Leitplanken für das Portfolio können im Idealfall mit geringem Aufwand große Änderungen eingeleitet werden. So können beispielsweise, durch eine Vorgabe, 80 % der Ressourcen auf Projekte in den ausgewählten Innovationsfeldern allokiert und die strategischen Prioritäten stark beschleunigt werden. Auch andere strategische Ziele, wie z. B. Risikoprofil oder Verteilung der Innovationstypen, können über das Portfolio verfolgt werden. Auf der anderen Seite kann es als starkes Warnsignal verstanden werden, wenn nach der Verabschiedung einer Innovationsstrategie mit substanziellen Änderungen keine Auswirkungen im Projektportfolio zu erkennen sind. Eine größere Umpriorisierung in einem Innovations-Portfolio sollte gut vorbereitet sein. Zum einen stellt sie Projekte infrage, in die das Unternehmen viele Jahre Ressourcen und die Mitarbeiter ihr Herzblut investiert haben. Zum anderen muss

sichergestellt sein, dass die relevanten Kompetenzen im Unternehmen vorhanden sind, um das neu ausgerichtete Portfolio umsetzen zu können.

Der Stage-Gate-Prozess selbst ist in der Regel von einer Strategieänderung nicht betroffen. Relevanz haben möglicherweise die an den Gates eingesetzten Kriterien. So kann es beispielsweise sinnvoll sein, nach einer Strategieänderung die Anforderungen bei den frühen Haltepunkten bezüglich der strategischen Relevanz zu erhöhen, um sicherzustellen, dass überwiegend Projekte innerhalb der definierten Suchfelder gestartet werden.

4.1.2 Vorgabe von Zielen für funktionale Strategien und Zielvereinbarungen

Zur Umsetzung von Innovationsstrategien fallen Themen in vielen Funktionsbereichen an. In den Funktionen konkurrieren die Aufgaben meist mit dem Tagesgeschäft. Es besteht das Risiko, dass dringende operative Aufgaben den langfristigen strategischen Aufgaben vorgezogen werden. Über die strategische Platzierung in den funktionalen Strategien besteht die Möglichkeit, den Innovationsthemen über das gesamte Unternehmen oder den gesamten Geschäftsbereich eine höhere Priorität zu geben.

Die reine Aufnahme der Innovationsthemen in ein funktionales Strategiepapier reicht häufig jedoch nicht aus. Viele Unternehmen haben Zielvereinbarungssysteme etabliert – d. h. die Mitarbeiter vereinbaren mit ihren Vorgesetzten Ziele und werden anhand dieser Ziele auch gemessen. Teilweise bildet die Zielerreichung die Basis für variable Gehaltsbestandteile oder die Karriereentwicklung. In Unternehmen, in denen derartige Zielvereinbarungssysteme aktiv gelebt werden, sind sie ein Schlüsselfaktor für die Umsetzung einer Innovationsstrategie. Viele Systeme in der chemischen Industrie sind so eingestellt, dass sie in der Funktionalität überkreuzende, so genannte cross-funktionale, Innovationen eher bremsen. So wird z. B. die Produktion oft nach der Anlageneffizienz oder dem Durchsatz bewertet. Der Produktionsversuch eines neuen Materials wirkt sich somit möglicherweise bonusmindernd auf die Produktionsmitarbeiter aus. Ähnliches gilt für den Vertrieb, der oft nach dem Deckungsbeitrag gemessen wird. Der Verkauf etablierter Produkte wird dadurch z. B. über das Platzieren von Innovationen beim Kunden gestellt.

Das bedeutet aber auch, dass die Strategieumsetzung deutlich erschwert wird, wenn die Ziele nicht in den Zielvereinbarungen platziert werden. Im praktischen Alltag ist das oft nicht trivial. Viele Zielvereinbarungsprozesse sind stark formalisiert und durchlaufen in der Regel einmal pro Jahr einen bestimmten Vorbereitungsprozess. Die Kenntnis über den Ablauf des Zielvereinbarungsprozesses ist somit Voraussetzung, um diesen als Hebel optimal für die Umsetzung zu nutzen.

4.1.3 Prozesse und Werkzeuge

Bei den Prozessen gilt es, zwischen kleineren, stark funktionsbezogenen und größeren, cross-funktionalen Themen zu unterscheiden. Kleinere Themen sollten von den jeweiligen Funktionen als Voraussetzung für die Umsetzung ihrer Innovationsziele aufgegriffen

werden. Die Gestaltung des Prozesses liegt dann in der Verantwortung der jeweiligen Funktion.

Größere cross-funktionale Prozessänderungen oder Werkzeugeinführungen sollten dagegen auf dem Umsetzungsplan der Innovationsstrategie enthalten sein. Dies ist insbesondere auch dann der Fall, wenn neue Prozesse und Werkzeuge über mehrere Geschäftsbereiche ausgerollt werden.

Größere Strategieänderungen wirken sich auf die Finanzströme in einem Unternehmen aus. In den Unternehmen gibt es in der Regel Planungsprozesse für verschiedene zeitliche Horizonte. Durch das Einwirken auf die Planungen kann die Strategieumsetzung finanziell abgesichert werden.

Zu berücksichtigen sind hier einerseits die für einen strategischen Umbau notwendigen Einmalkosten. Dies betrifft beispielsweise Schulungskosten, um vorhandene Mitarbeiter in neuen Themenfeldern zu qualifizieren. Andererseits sind dauerhafte Veränderungen in die Planung einzubauen.

Wie bei den Zielvereinbarungen gibt es für dieses Thema meist formalisierte Prozesse. Das ‚Einklinken‘ in die Planungsprozesse erfordert damit ein gewisses Verständnis über den Ablauf im Unternehmen.

4.1.4 Organisation/Kompetenzen

Nach dem Prinzip ‚Struktur folgt der Strategie‘ ist die Organisation nach einer Strategieänderung zu überdenken. Die Notwendigkeit einer Organisationsanpassung kann verschiedene Ursachen haben. Durch eine neue Innovationsstrategie werden fast immer neue Kompetenzen benötigt. Diese gilt es im Unternehmen zu organisieren. Im einfachsten Fall können Mitarbeiter auf ihrer bestehenden Position z. B. durch Weiterbildungsmaßnahmen qualifiziert werden, sodass sich außer dem Stellenprofil nichts ändert. Bei größeren Änderungen – z. B. dem Aufbau von Datenanalysekompetenz für Innovationszwecke – sind in der Regel neue Ressourcen notwendig. Meist ist es dann auch sinnvoll, die Kompetenzen organisatorisch zu bündeln. Das gleiche Prinzip gilt auch in der anderen Richtung. Wenn Themen nicht mehr zu dem strategischen Fokus gehören, sind die dazugehörigen Organisationseinheiten – z. B. Kompetenzcenter – anzupassen oder aufzulösen.

Zahlreiche Unternehmen in der chemischen Industrie haben in den vergangenen Jahren begonnen, Innovationsorganisationen außerhalb der klassischen Forschung & Entwicklung aufzubauen. Hierzu zählen beispielsweise Projekthäuser, Inkubatoren oder interne Start-ups (so genannte Corporate Ventures). Der Treiber für organisatorische Anpassungen ist in diesem Fall die bewusste Abkopplung bestimmter Themen von der restlichen Organisation. Ein weiterer Auslöser für organisatorische Änderungen ist die Verschiebung des Verhältnisses zwischen internen und externen Ressourcen – strategischer Treiber sind hier meist der Wunsch nach höherer Flexibilität oder auch Kostenüberlegungen.

4.1.5 Change Management

Wie bei allen Veränderungsprozessen ist auch bei der Umsetzung einer Innovationsstrategie das Mitnehmen der Mitarbeiter ein wichtiger Erfolgsfaktor bei der Verankerung. Da das Thema ‚Innovation‘ grundsätzlich positiv besetzt ist, sind die Herausforderungen beim Change Management jedoch meist deutlich geringer im Vergleich zu Reorganisations- oder Kosteneinsparungsprojekten. Zwei Bereiche stehen bei der Implementierung einer Innovationsstrategie hinsichtlich ‚Change Management‘ im Fokus:

Mitarbeiter, deren Kompetenzgebiet durch die strategische Neuausrichtung aus dem strategischen Fokus herausfällt, neigen aus verständlichen Gründen dazu, am Bestehenden festzuhalten. Dies kann den Experten betreffen, der das Gefühl hat, den Wert seiner Promotion und 20 Jahren Berufserfahrung zu verlieren oder auch den Laborchemiker, der besorgt ist, dass Algorithmen zukünftig viele Experimente überflüssig machen werden. In vielen Unternehmen der chemischen Industrie ist der cross-funktionale Gedanke der Innovation noch nicht voll ausgeprägt. Eine neue Innovationsstrategie bietet die Gelegenheit, dass sich viele Mitarbeiter als Teil der Innovation eines Unternehmens betrachten.

Die notwendige Intensität des Change Managements hängt sehr stark von den jeweils vorliegenden Randbedingungen ab. Am Beginn der Umsetzung sollte deshalb mit den Werkzeugen des Change Managements ein Verständnis über mögliche Widerstände gewonnen werden. Auf eine Vertiefung wird an dieser Stelle verzichtet, da Change Management bereits vielfach beschrieben ist.

4.2 Dynamisches Monitoring der Umsetzung

Die Zeithorizonte für die Umsetzung von Innovationsstrategien in der chemischen Industrie sind sehr lang. Der Gedanke, durch bessere Analysen in der Entwicklungsphase einer Innovationsstrategie die Abweichungen zu vermeiden, ist naheliegend – in der Regel aber nicht zielführend. Vielmehr sollte man sich damit abfinden, dass die im Strategiepapier verwendeten Annahmen eine Momentaufnahme sind und mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit nicht eintreffen werden.

Dadurch besteht einerseits die Gefahr, dass eine Strategieumsetzung ins Stocken gerät, weil die an der Umsetzung Beteiligten den Eindruck haben, dass die Basisannahmen nicht eintreffen werden und damit die Strategie nicht funktionieren wird. Daneben existiert auch der umgekehrte Fall: eine Strategie wird weiterverfolgt, obwohl eine Realisierung durch geänderte Rahmenbedingungen unmöglich geworden ist.

Diesen beiden Gefahren kann man entgegenwirken, indem die Bewertung der Innovationsfelder in regelmäßigen Abständen mit aktuellen Rahmenbedingungen wiederholt wird. Auf der strategischen Ebene sollte nicht nur ein Plan-Ist-Vergleich der eigenen Aktivitäten durchgeführt werden. Es gilt weiter zu überprüfen, ob das

Tab. 1 Marktentwicklung und Entwicklung des Wettbewerbs sowie strategische Maßnahmen des Unternehmens mit dem Ziel Innovationsführer zu werden

Entwicklung Markt	Entwicklung Wettbewerb	Strategische Maßnahme
Markt hat sich nicht entwickelt, da Bedarf nicht entstanden ist oder sich eine grundsätzlich andere Lösung durchgesetzt hat	–	Abbruch der Aktivitäten
Markt entwickelt sich langsamer als prognostiziert	Planmäßig	Anpassung Strategie und Ziele an die geänderten Marktbedingungen
Markt entwickelt sich wie angenommen	Wettbewerb entwickelt sich schneller als angenommen	Erhöhung des Tempos um Wettbewerb einzuholen, Anpassung Strategie auf eine ‚Fast Follower Strategie‘ oder Abbruch, wenn Wettbewerbsposition zu schlecht ist

Innovationsfeld weiterhin einen attraktiven Markt verspricht, da man weiterhin davon ausgeht, eine gute Wettbewerbsposition zu haben oder erzielen zu können.

Das Verständnis der Veränderungen im Umfeld ist entscheidend. Bei dem in Tab. 1 gezeigten Beispiel hat ein Unternehmen das Ziel, in einem Innovationsfeld Innovationsführer zu werden. Nun werden die ersten Ziele (z. B. Lieferung von Mustermengen an potenzielle Kunden) nicht erreicht. Die strategische Schlussfolgerung hängt stark von der Ursache ab und reicht über die volle Bandbreite der Optionen von Abbruch bis zur Verstärkung der Bemühungen (Tab. 1).

5 Fazit und Ausblick

Die Digitalisierung wird ohne Zweifel jede Menge frischen Wind in die Innovationsabteilungen der chemischen Industrie bringen. Mit neuen digitalen Service- und Geschäftsmodellen ist sie für viele Segmente eine große Chance, das durch die Endlichkeit der Molekülklassen ins Stocken geratene Wachstum wieder anzufachen und das Geschäftsportfolio über den Verkauf chemischer Stoffe hinaus zu verbreitern. Daneben werden digitale Werkzeuge den Innovationsprozess in der chemischen Industrie prägen; die klassische Laborarbeit wird zukünftig einen kleineren Anteil am Innovationsgeschehen haben.

In den Kundenindustrien der chemischen Industrie wird die Digitalisierung zusammen mit anderen großen Trends ebenfalls zu großen Veränderungen führen. Diese bieten ebenfalls neue Chancen – werden aber auch dazu führen, dass zahlreiche bestehende Produkte in der Zukunft nicht oder in geringerem Maße benötigt werden.

Mit Blick in die Zukunft ist davon auszugehen, dass sich die beschriebenen Veränderungen langsam, aber sehr stetig vollziehen werden. Unternehmen, die in den ausgetretenen Wegen weitergehen, werden langsam bestehendes Geschäft verlieren und im Wettbewerb um Zukunftsgeschäfte immer weniger als Sieger hervorgehen. Durch den langen Zeitraum und die große Zahl an verschiedenen Innovationsoptionen wird die Innovationsstrategie zu einem noch wichtigeren Erfolgsfaktor werden. Das Thema Innovation wird dadurch viel stärker zur Chefsache werden als in der Vergangenheit.

Literatur

- Ansoff HI (1965) Checklist for competitive and competence profiles. In: Ansoff HI (Hrsg) Corporate strategy. McGraw-Hill, New York, S 89–99
- Glaß (2019) Praxisworkshop: Return-on-Innovation in der chemischen Industrie am 25. Juni 2019 in Ludwigshafen (Unveröffentlichte Dokumente)
- Keller W (2018) Berufe 4.0 – Wie Chemiker und Ingenieure in der digitalen Chemie arbeiten (Whitepaper). https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Vereinigung_fuer_Chemie_und_Wirtschaft/whitepaper_initiative_berufe_4.0_2018.pdf
- VCI (2015) Innovationen den Weg ebnen. Eine Studie von IW Consult und SANTIAGO für den Verband der Chemischen Industrie. VCI, Köln



Dr. Josef Glaß ist seit 2014 Gründungspartner und Geschäftsführer der auf die chemische Industrie spezialisierten Managementberatung execon partners. Er verantwortet bei execon die Innovationsthemen und betreut mehrere Kunden-Accounts. Daneben organisiert er die jährlich stattfindende Veranstaltung „Return-on-Innovation in der chemischen Industrie“. Nach dem Studium des Chemieingenieurwesens und anschließender interdisziplinärer Promotion über Innovationsmanagement in der Verbrennungstechnik arbeitet er seit über 20 Jahren als Berater. Wichtige Stationen auf dem Weg zum eigenen Beratungshaus waren die Boston Consulting Group (BCG) und die interne Beratung von Bayer in Leverkusen. In über 150 Kundenprojekten konnte Josef Glaß dabei Klienten bei der Lösung von Management-Herausforderungen unterstützen. Ein aktueller Schwerpunkt seiner Tätigkeit sind Innovationsstrategien in der chemischen Industrie im digitalen Zeitalter.

Innovationen jenseits des Kerngeschäfts

Entwicklung neuer Geschäftsfelder in Ergänzung des bestehenden Geschäfts

Thomas Renner

Zusammenfassung

Zur Sicherung des nachhaltigen Bestands von Unternehmen sind diese gefordert, sich in gewissen Zeitabständen zumindest teilweise neu zu erfinden, d. h. ihre Geschäftsfelder zu ergänzen, neu auszurichten bzw. wenigstens zu überdenken. Unternehmen fällt es in der Regel leicht, ihr bestehendes Geschäft weiter zu entwickeln und kontinuierlich mindestens inkrementell zu ergänzen. Eine größere Herausforderung stellt jedoch die Erschließung neuer Geschäftsfelder dar, die zumindest teilweise außerhalb der existierenden Kernkompetenzen eines Unternehmens liegen. Somit erweitern Unternehmen mit diesem Schritt entweder ihre technologischen Kompetenzen und/oder ihr Kundenportfolio außerhalb ihrer bisherigen Segmente. Die Identifikation neuer Geschäftsfelder, beispielsweise durch Scouting oder Analyse von Kundenbedürfnissen, deren eigenständige oder in Kooperationen erfolgende Entwicklung und Wege zu deren Umsetzung sind essentielle Bestandteile der nachhaltigen Geschäftsentwicklung von chemischen Unternehmen. Aus aktuellen Beispielen der chemischen Industrie lassen sich in der Praxis erprobte Abläufe und Strukturen zur Etablierung diesbezüglicher Prozesse ableiten.

T. Renner (✉)

Wacker Chemie AG, Consortium für elektrochemische Industrie, München, Deutschland

E-Mail: thomas.renner@wacker.com

1 Innovationen außerhalb des bestehenden Geschäfts

Die nachhaltige Entwicklung chemischer Unternehmen braucht Innovationen außerhalb des bestehenden Kerngeschäfts

Lange Zeit galt in der chemischen Industrie die Vorstellung, dass etablierte Unternehmen inhärent einen langfristig strategischen Vorteil im Wettbewerb mit neuen Unternehmen in der Branche haben. Dies gilt – wie in vielen anderen Industrien – nun nicht mehr (McGrath 2013). Innovationen stellen die Voraussetzung für die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen im Wettbewerb dar, denn nur durch sie können Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit und damit ihren nachhaltigen Erfolg im Markt sicherstellen bzw. diese vorzugsweise weiter ausbauen. Allerdings ist Innovation kein Selbstzweck, da sie das Bessere und nicht zwingend nur das Neue entstehen lassen soll. Dies ist insbesondere für die chemische Industrie eine zunehmende Herausforderung, da diese zwar eine Querschnittstechnologie für viele Industriesektoren darstellt, allerdings ihre innovativen Entwicklungen in der Regel nicht direkt selbst im Verbrauchermarkt verwerten kann, sondern hierfür meist auf Applikationen durch Anwender aus anderen Bereichen angewiesen ist. Darüber hinaus verlangt der Markt nicht mehr nur chemische Produkte, sondern komplexe Lösungen, die zunehmend nur durch interdisziplinäres Zusammenspiel unterschiedlicher Fachrichtungen entwickelt und vermarktet werden können. Die Unternehmen der chemischen Industrie stehen somit vor der Aufgabe, sich aus ihrer Rolle als reine Rohstofflieferanten zu global vernetzten multidisziplinären Lösungsanbietern weiterzuentwickeln.

Die bereits existierende Vielfalt sowie die Maturität, aber auch die hohe Komplexität von chemischen Produkten und den mit ihnen bedienten Marktsegmenten ist eine große Herausforderung für die Entwicklung neuer, innovativer Produkte. Daher erscheint es nicht mehr ausreichend, bestehende Produktsegmente iterativ und inkrementell weiterzuentwickeln. Vielmehr ist es für den langfristig nachhaltigen Erfolg auch in der chemischen Industrie notwendig, disruptive Innovationen am Rande oder außerhalb bestehender Geschäftsaktivitäten im Markt etablieren zu können, um die eigenen Wachstums- und Ertragsziele durch Innovationsleistungen realisieren zu können.

Die Definition von Innovationen außerhalb des bestehenden, etablierten Geschäfts lässt sich besonders einfach an der Produkt-Markt-Matrix nach Ansoff (1965) verdeutlichen (Abb. 1).

Die 4-Felder-Matrix nach Ansoff verdeutlicht dabei zwei grundsätzliche Dimensionen, entlang derer die Entwicklung und das Wachstum von Unternehmen erfolgen kann (Abb. 1). Diese sind das Produkt- bzw. Leistungsportfolio und die Märkte oder auch Marktsegmente, in denen ein Unternehmen tätig ist bzw. zukünftig tätig sein möchte. Dementsprechend ist die Diversifikation als Innovation außerhalb des bereits bestehenden Geschäfts zu verstehen und folglich als eine strategische Geschäftsfeldentwicklung in neuen Märkten und oder neuen Produkten. Dem liegt die entscheidende Frage für jedes Unternehmen zugrunde, wie lange und in welchem Umfang das

neu	Produktentwicklung Produktportfolioergänzung längs der Wertschöpfungskette <small>Risiko mittel</small>	Diversifikation horizontal, vertikal und lateral <small>Risiko Hoch</small>
bestehend	Marktdurchdringung Distributionstiefe und Marketing intensivieren <small>Risiko niedrig</small>	Marktentwicklung Erweiterung und Lokalisierung der Produkte <small>Risiko mittel</small>
Märkte Produkte	bestehend	neu

Abb. 1 4-Felder-Matrix nach Ansoff. (Quelle: eigene Darstellung)

heutige Kerngeschäft für die Zukunft Bestand hat bzw. welche Risiken sich aus den traditionellen Produktlebenszyklen ableiten lassen. Ergibt sich für ein Produkt ein hohes Risiko, durch andere Produkte substituiert zu werden, besteht ein hoher Innovationsbedarf, um den Geschäftserfolg nachhaltig zu sichern. Dabei ist heute immer häufiger zu beobachten, dass sich die Zeiträume von der Entwicklung, der Wachstumsphase über die Reife zur Sättigung und schließlich des Marktrückgangs für einzelne Produkte oder Produktgruppen zunehmend verkürzen. Bislang waren Produkte wie Basischemikalien meist über Dekaden stabile Umsatzträger. Da Entwicklung auch in der chemischen Industrie – analog zu anderen Industrien – zunehmend agil betrieben wird, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse der Entwicklung in Zukunft spezifischer, kundenorientierter und dementsprechend schneller am Markt verfügbar sein sollten. Damit werden auch spezielle Kundenanforderungen vom Wettbewerb gegebenenfalls schneller aufgenommen und umgesetzt. Zudem ist zu erwarten, dass vermehrt verfügbare Daten in Kombination mit durch künstliche Intelligenz beschleunigter Auswertung ebenfalls zu rascher implementierbaren Kundenlösungen führen werden. In Summe könnte dies die Produktlebenszyklen in der Chemie weiter signifikant verkürzen und Diversifikation umso notwendiger werden lassen. Exogene und politische Faktoren, wie beispielsweise erneuerbare Energien, CO₂-Besteuerung oder die zunehmende öffentliche Diskussion einer vermuteten Umweltbelastung durch Kunststoffe, werden sich zusätzlich auf den Innovationsdruck der chemischen Industrie auswirken und Bewertungsmaßstäbe neu tarieren bzw. aufsetzen.

Die Diversifizierung kann horizontal (Herstellung neuer Produkte, die artverwandt mit den bisherigen sind), vertikal (Vorwärts- oder Rückwärtsintegration entlang der

bestehenden Wertschöpfungskette) oder lateral (völlig neues Produkt in völlig neuen Märkten) erfolgen. Letztere erfolgt zumeist eher aus finanziellen Erwägungen als motiviert durch bekannte Technologien.

Inkrementelle Innovationen zur Wahrung und zum Ausbau bestehender Produkte und Märkte im Sinne einer Marktdurchdringung, Markterweiterung oder Produktdifferenzierung werden häufig sinnvoll auf die Ebene der operativ verantwortlichen Geschäftsbereiche dezentralisiert und regionalisiert, um die Nähe zu den adressierten Märkten und der damit verbundenen Wertschöpfung sicherzustellen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund von Globalisierung und der damit verbundenen regionalen, landesspezifischen Ausprägung von derartigen Innovationen zielführend und sichert die Realisierung eines möglichst frühen Zeitpunkts der Kommerzialisierung.

2 Identifikation von Entwicklungspotenzialen für neue Geschäftsfelder

Grundlage von erfolgreichen Innovationen sind gute Ideen. Die Ideenfindung sollte daher nicht lediglich einzelnen Personen oder dem Zufall überlassen werden, sondern es empfiehlt sich, ein systematisches Vorgehen, um potenzielle neue Geschäftsfelder zu identifizieren. Ausschlaggebend für den späteren unternehmerischen Erfolg ist das frühe Erkennen der Relevanz des Ansatzes für den Markt, also explizit das Interesse bzw. Bedürfnis von vorzugsweise mehreren Kunden in den relevanten Märkten. Das Anforderungsprofil zur Definition eines Innovationsportfolios kann ausgehend von den Fragen nach Collins (2002) abgeleitet werden:

- Worin können wir – abgeleitet aus unseren Stärken und Kompetenzen – die Besten werden?
- Was ist unser wirtschaftlicher Motor?
- Was ist unsere wahre Passion?

Diese Fragen bilden die Grundlage für die Wachstumsstrategie, die Zielmärkte und das Stärkenprofil als Basis für die strategische Portfolioentwicklung für die Diversifizierung vornehmlich mittels disruptiver Innovationen über das bestehende Kerngeschäft hinweg. Dabei gilt es, unter Einbindung von frühzeitigen Kundenfeedback-Prozessen die Entwicklung und Implementierung neuer Geschäftsfelder und -modelle, innovative und agile Entwicklungsmethoden sowie neue Kooperationsmodelle im ausreichenden Maß zu berücksichtigen.

Innovative Produkte werden regelmäßig Erfolg haben, wenn die zugrunde liegenden Wünsche, Problemstellungen und Herausforderungen des Kunden verstanden wurden und diesen die angebotene Lösung durch die eingeflossene Kreativität und angewendete Kompetenz begeistert. Der Kunde wird umso mehr auf die neue Lösung zurückgreifen, desto stärker sich diese vom Wettbewerb absetzt und differenziert. Ein nachhaltiger

Wettbewerbsvorteil stellt sich ein, wenn die Lösung für den Kunden nützlich und relevant ist, sich vom Wettbewerb unterscheidet, zudem schwer nachahmbar ist und Weiterentwicklungspotenzial aufweist und somit also tragfähig für die Zukunft ist.

Quellen für die besten neuen Ideen als Ausgangspunkte von Innovationen müssen vom Unternehmen in einer eigenständigen, den eigenen Bedürfnissen angemessenen Leistung entwickelt werden. Ideen können gezielt durch ein Scouting gesucht oder systematisch entwickelt werden. Der Ausgangspunkt dieser Suche oder der gezielten Entwicklung richtet sich nach den Industrie- und Marktsegmenten, in denen das Unternehmen tätig ist oder sein möchte, sowie nach der Kultur, den Strukturen, Ressourcen und internen sowie externen Netzwerken des Unternehmens. Eine völlige Separation von vorhandenen Geschäftslogiken und -erfolgen würde dabei die Möglichkeiten des Unternehmens insbesondere hinsichtlich Umsetzung in der Regel überfordern. Prinzipielle Ansätze zur Identifikation und ersten Evaluierung von Quellen potenzieller Ideen für neue Geschäftsfelder sind neben dem klassischen Brainstorming die Identifikation von unerfüllten Marktbedürfnissen, die Analyse von Megatrends, Technologie-Scouting und Co-Creation.

2.1 Identifikation von unerfüllten Marktbedürfnissen

Die Diskussion mit Kunden außerhalb des klassischen Tagesgeschäfts stellt neben der Auswertung von qualitativen Beiträgen im Internet einen weiteren Ansatz dar, in innovativer Atmosphäre bisher unerfüllte oder zukünftig entstehende Bedürfnisse zu identifizieren und näher zu spezifizieren. Anlässe sind beispielsweise die Analyse von nicht getätigten Geschäften oder nicht erreichten Zielgruppenkunden. Das Vorstellen von eigenen Entwicklungen – insbesondere in agilen Arbeitsweisen, zum Beispiel mittels Minimum Viable Products (MVP) im Rahmen von Scrum-Projekten in der Diskussion mit potenziellen Kunden – kann ebenfalls ein direktes Bild der Bedürfnisse im Markt liefern. Hier schließt sich nahtlos die Analyse des Wettbewerbsportfolios an, sofern solche neuen Produktlösungen im Markt Interesse finden.

Ein weiteres, vortreffliches Werkzeug zum vertieften Verständnis von Marktbedürfnissen sind Workshops mit Kunden. Hier können im Austausch mit mehreren Kunden aus zukünftigen Entwicklungen und Erwartungen Wünsche abgeleitet werden, für die es noch keine ausreichenden Lösungen im Markt gibt. Allerdings ist dies selbst als vorwettbewerblicher Dialog häufig schwierig zu realisieren, da es die Offenheit der Beteiligten und den gemeinsamen Willen zum transparenten Austausch ohne Vorbehalt geplanter schutzrechtlicher Verwertungen voraussetzt. Eine frühzeitige übergreifende Entwicklung von Anwendern zusammen mit Zulieferern hat sich im Gegensatz zu einigen Bereichen der Softwareentwicklung in der chemischen Industrie bisher nicht durchgesetzt. Es sind jedoch bereits einige Tendenzen diesbezüglich, wie zum Beispiel Usergruppen, Open Innovation Plattformen und interdisziplinäre Workshop, zu beobachten.

Aus den gewonnenen Ergebnissen der Beobachtung des Markts, der Kunden und des Wettbewerbs lassen sich Potenziale für eigene Produktentwicklungen aber auch Dienstleistungen und Geschäftsmodelle mit Verankerung in den eigenen Kernkompetenzen ableiten. Unterstützt wird diese Betrachtung durch eine offene Analyse der unternehmenseigenen Schwächen, die zu Reklamationen oder zu Verlust von Geschäft geführt haben. Hier können Optimierungspotenziale oder Optionen für Neuentwicklungen ziel führend abgeleitet werden, insbesondere vor allem wenn in konkreten und fassbaren Feedbackgesprächen mit Kunden Ursachen geklärt und verstanden werden.

2.2 Analyse von Megatrends

Trends frühzeitig zu erkennen ist eine komplexe Aufgabe, die auf Konzernebene vorzugsweise von einem interdisziplinären Team wahrgenommen werden kann. Dabei gilt es, bereits schwache Signale und Veränderungen im Markt wahrzunehmen und daraus Entwicklungsszenarien abzuleiten, die in ihrer Bedeutung für die Geschäftsaktivitäten des Unternehmens zu bewerten sind. Die strategische Frühaufklärung (Corporate Foresight) sucht systematisch nach Einflussfaktoren des Markts und daraus resultierenden Veränderungen, die Auswirkungen auf das Unternehmen haben können. Aus den antizipierten Auswirkungen werden Chancen und Risiken für das Unternehmen und dessen Produktportfolio abgeleitet (Leitner und Pinter 2016).

Corporate Foresight kann als kontinuierlicher Prozess institutionalisiert werden, wie es beispielsweise bei der BASF, Evonik oder Merck der Fall ist, um beständiger Bestandteil des Strategieprozesses zu werden. Alternativ kann die Methodik Bestandteil von Projekten sein, um diese an Markttrends strategisch auszurichten. Essenziell ist ein breites, interdisziplinäres Team, das ggf. auch extern ergänzt werden sollte, um unterschiedliche Bewertungsszenarien sowie Sichtweisen und damit differenzierte Entwicklungsoptionen von heute noch ungewissen zukünftigen Marktentwicklungen zu berücksichtigen.

Zunehmend ergänzen in breitem Umfang verfügbare Daten den ursprünglichen Ansatz von Marktstudien. Die meist digitale Auswertung dieser „Big-Data“ erfolgt mittels selbstlernender Algorithmen (künstlicher Intelligenz) bezüglich gezielter Fragestellungen, um die Möglichkeit des Eintritts unterschiedlicher Szenarien abschätzen zu können. Zunehmend wird der Wert von korrelierenden Daten und deren Auswertungsmethoden als Geschäftsmodell beispielsweise von spezialisierten digitalen Startups, Social Media und großen Dienstleistungsanbietern erkannt und als Produkt am Markt angeboten. Die schiere Vielfalt von Anbietern erschwert die gezielte Auswahl geeigneter Partner, ist jedoch für die belastbare Aussagekraft der angestrebten Analysen von hoher Bedeutung. Neben der quantitativen Auswertung von Daten aus dem Internet kann die inhaltliche Analyse von Posts, Diskussionsforen, Ratings und Online-Bewertungen ausgewertet werden, um Meinungstrends und unerfüllte Bedürfnisse explizit zu identifizieren.

Die Auswertung von Daten lässt sich durch die klassischen Instrumente der Marktforschung gezielt ergänzen, um konkrete Anforderungen und Bedürfnisse der relevanten Kunden aus erster Hand in Erfahrung zu bringen. Für die chemische Industrie ist dies eine große Herausforderung, da sie in der Regel nicht direkt den Endverbrauchermarkt bedient, sondern überwiegend weiterverarbeitende Kunden beliefert. Eine Befragung der direkten Kunden liefert daher lediglich eine von diesen Kunden antizipierte Sichtweise zukünftiger Trends quasi aus zweiter Hand. Um Trends direkt im Markt von Verbrauchern aufzunehmen, können darüber hinaus Dienstleister eingebunden werden, die diese zusätzlich auch regional bewerten können.

2.3 Technologie-Scouting

Technologie-Scouting ist der systematische Ansatz, um die Entwicklung neuer Technologien und Prozesse im Markt zu beobachten, zu bewerten und daraus Aktionen abzuleiten. Dies ist nicht nur zur Wahrung des eigenen technologischen Stands wesentlich, sondern auch zur Erweiterung und Erneuerung der individuellen Fähigkeiten notwendig. Nicht jede Entwicklung muss eigenständig und ggf. redundant zum Markt getätigt werden. Stattdessen kann sie durch Kooperation, Lizenzierung oder Akquisition ins Unternehmen gebracht werden. Dies setzt die aktive Kenntnis solcher Entwicklungen voraus. Modernes Technologie-Scouting geht über die Beobachtung von Lösungen für hausintern bekannte Fragestellungen hinaus. Sicher ist es essenziell, Entwicklung im Umfeld der eigenen Kernkompetenzen zu kennen. Neues entsteht allerdings erst dann, wenn interessante Technologien auch außerhalb der eigenen Branche systematisch und nachhaltig analysiert werden. Dies setzt eine hinreichende Bewertungskompetenz voraus, die nur für aufgeschlossene, interdisziplinär besetzte Teams aus unterschiedlichsten Fachrichtungen und Bildungshorizonten erwartet werden kann.

Technologie-Scouting-Teams sollten einen starken Erfahrungswert der Leistungsfähigkeit ihrer Organisation mitbringen, um das identifizierte Machbare auf das im Konzern Umsetzbare bereits im Vorfeld prüfen zu können. Die Impulse aus Literatur, Marktstudien, Patenten, Tagungen, Messen, Netzwerken, Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Startups, Verbänden und Industriepartnern resultieren in einer Vielzahl von Optionen, die kreativ auf die Belange des Unternehmens zu überprüfen sind. Dies gilt auch, wenn sie auf den ersten Augenschein nicht mühelos in das bestehende Portfolio integriert werden können.

2.4 Co-Creation

Um Produkte von morgen zu entwickeln, müssen die Bedürfnisse des Markts bzw. der Verbraucher von morgen bekannt und verstanden sein. Das macht den direkten Kontakt mit Kunden für die Entwicklung disruptiver Innovationen zwingend notwendig, um

frühzeitig ein Feedback zu erhalten, sodass ein optimales Ergebnis entstehen kann. Nicht zuletzt profitieren Innovationen außerhalb des Kerngeschäfts nachhaltig von einem offenen und transparenten Austausch der direkt betroffenen Stakeholder, wie etwa Mitarbeiter, Kunden und weitere externe Partner, der zu einer Erweiterung des Zugangs zu mehr Wissen, Ideen und Perspektiven führt. Diese Offenheit wirkt dem häufig verbreiteten Silodenken entgegen und fördert den aktiven Austausch über Organisationsgrenzen hinaus.

Cross-functional und industrieübergreifende User-Gruppen zum gemeinsamen Austausch und Entwicklung spezifischer Themen dienen der inhaltlichen Vernetzung über die Unternehmensgrenzen hinweg. Zudem können sie ggf. unter Aufgabenteilung neue Entwicklungsansätze initiieren und gemeinschaftlich unter Risikominimierung vorantreiben. Durch den externen Impuls bietet sich hier vorzugsweise auch der Ansatz, Themen außerhalb des bisherigen Tätigkeitsprofils aber mit Nähe zu den eigenen Kernkompetenzen aufzubauen. Für den Erfolg maßgeblich ist dabei die Aufgeschlossenheit für Ideen, die außerhalb des eigenen Innovationssystems entstanden sind sowie die Bereitschaft, auch Netzwerkpartner zum transparenten vorwettbewerblichen Informationsaustausch einzubinden. Die Voraussetzung, dass mittels dieser User-Gruppen Innovationen initiiert werden, ist sehr günstig, wenn sie sich mit hohem Wissensstand in den zu bearbeitenden spezifischen Themenfeldern über den eigenen Verantwortungsbereich hinaus austauschen und inspirieren können. Zudem ist die Verfolgung gemeinschaftlicher Ziele im Team überdurchschnittlich motivierend, um Problemlösungen zu erschließen, die für eine Partei allein nicht adressierbar wäre. Für diese kreative Teamarbeit sind ausreichende Spielräume und eine exzellent moderierte Gruppendynamik notwendig. Unternehmen, die sich auf diesen Weg begeben, sollten die häufig vorherrschende Limitierung durch das „Need-to-know“-Prinzip durch eine „Need-to-share“-Kultur ersetzen und transparent Bereiche definieren, in denen letztere Gültigkeit hat. Auch hier sind agile Arbeitsmethoden eine gute ergänzende Maßnahme, um einen solchen Kulturwandel zu unterstützen.

Open Innovation kann ebenso über gezielte Wettbewerbe zur Ideen- und Lösungskreierung eingesetzt werden. Hierbei unterscheiden sich interne Abfragen an die eigenen Mitarbeiter von externen Wettbewerben, die sich an Kunden, Startups, Lieferanten und andere kreative Köpfe außerhalb des eigenen Unternehmens richten. Die Wettbewerbe sind dabei entweder offen oder auf gezielte Fragestellungen ausgerichtet. Beispielfähig hierfür sind u. a. der Open Innovation-Wettbewerb der BASF von 2015 zum Thema Energiespeicherung oder die Digital Challenge von 2019 sowie die Carbon Footprint Challenge 2019 von Covestro zu nennen. Aus den umfänglichen Erfahrungen mit Open Innovation Ansätzen lässt sich ableiten, dass die Definition konkreter Themen und Fragestellung empfehlenswert ist, um zielgerichtete und relevantere Beiträge zu erhalten. Der Aufwand von Open Innovation darf jedoch nicht unterschätzt werden, da sie eine intensive Vorbereitung, eine effiziente Durchführung mit geeigneten Instrumenten und eine gezielte Nachbereitung bedarf, um zum einen qualitativ hochwertige Ergebnisse zu erzielen und zum anderen die meist hohen Erwartungen der Teilnehmer zu erfüllen. Insbesondere die

öffentlichkeitswirksame Nachverfolgung der ausgewählten Themen ist wichtig, um einen nachhaltigen Erfolg dieses Instruments zu gewährleisten. Die Erwartungshaltung der Teilnehmer, die in der Regel eine persönliche Identifizierung mit ihrem Beitrag verbinden, kann sehr leicht mit nicht ausreichend wertschätzender Beurteilung und mangelnder Nachverfolgung nachhaltig getrübt werden. Da dies in der Öffentlichkeit erfolgt, kann es allerdings zu negativen Effekten für den Wettbewerb an sich und für das Image des Unternehmers führen. Daher ist es wichtig, eine faire Gegenleistung für die Beiträge anzukündigen und diese auch zu erbringen. Das Potenzial von Open Innovation ist insgesamt sehr hoch zu bewerten, da dieses Instrument Zugang zu innovativen Kräften schafft, die auf anderen Wegen dem Unternehmen nicht zur Verfügung stehen. Die Triebkraft, die als Einreicher der Beiträge dient, ist die intrinsische, persönliche Überzeugung für ihre eigene Idee. Diese Ansätze erfolgen in der Regel webbasiert, daher werden Ideengeber weltweit angesprochen. Zusätzlich kann diese innovative Gemeinschaft zur Bewertung der Ideen genutzt werden. Über dieses Crowd-Voting erhält das Unternehmen weitere Impulse und Sichtweisen auf effizientem und kostengünstigem Weg, die aus den eigenen Reihen in diesem Umfang eher nicht zu erwarten wären. Mittels Open Innovation kann ein Unternehmen also externe Kräfte zur Ideengenerierung engagieren. Darüber hinaus wird auch das eigene Geschäftsmodell offen, d. h. es fließen dem Unternehmen nicht nur Ideen und Technologien von außen zu, sondern Idee und technologische Ansätze werden auch nach außen sichtbar. Dennoch werden mittels Open Innovation Ideen für neue Produkte sowie externe Ressourcen zur Entwicklung, Marketing und Markteinführung zugänglich. Darüber hinaus kann auch die Lizenzierung von bereits entwickelten Produkten zielführend sein, um redundante Entwicklungen zu vermeiden. Auch dies verlangt vom Unternehmen eine Öffnung nach außen.

Die Zusammenarbeit mit Externen hilft neue Perspektiven und Lösungsansätze jenseits des eigenen Unternehmens zu identifizieren. So arbeiten eigene Mitarbeiter der PostFinance mit Startups, Universitäten und anderen Unternehmen an ausgewählten Zukunftsthemen im Innovationslabor der PostFinance (PFLab) zusammen. Das PFLab ist ein kreativer Raum in offener und inspirierender Umgebung, der Organisation, Struktur und Teams zusammenbringt. Die PostFinance strukturiert ihren Innovationsprozess in bestehende Angebote zur Weiterentwicklung des Kerngeschäfts, die Transformation mit digitalen Angeboten im angrenzenden Kerngeschäft sowie neue Geschäftsfelder und -modelle außerhalb des heutigen Kerngeschäfts mit Experimentier- und Pilotcharakter.

2.5 Design Thinking

Die Integration von agilen Projektmanagementmethoden in den Stage-Gate-Prozess eröffnet im ersten Schritt Discovery & Ideation die Anwendung von Design Thinking zur Entwicklung von Ideen (Cooper und Sommer 2018). Dies kann entweder intern oder – vorzugsweise – unter der Beteiligung von Externen erfolgen. Die besten Ideen gehen von

dem Kunden aus, die bisher nicht gelöste Kundenbedürfnisse und neue Spezifikationen frühzeitig in den Ideation Prozess einbinden sollten. Häufig wird eine Marktanalyse bereits mit einem nahezu vollständig entwickelten Produkt zu dessen Markteinführung gestartet und hiernach erwartet, dass die eigenen Perzeptionen vom Markt bestätigt werden. Dabei wird regelmäßig versucht, den Kunden vom eigenen Ansatz zu überzeugen. Zielführender ist jedoch, in einem frühen Stadium das erste Produktkonzept mittels Modellen, Mock-ups oder virtuellen Prototypen mit Kunden gemeinsam zu bewerten und deren Feedback in der eigentlichen Entwicklung zu berücksichtigen. Auch hier ist es wesentlich auf eine interdisziplinäre Zusammensetzung des Teams zu achten. Die Mitglieder sollten einerseits fachliche Kompetenz in Bezug auf die zu lösende Fragestellung aufweisen; andererseits aber auch gezielt Teilnehmer umfassen, die nicht oder nur im eingeschränkten Umfang bereits inhaltlich involviert sind. Daneben ist in der Vorbereitung die Formulierung der offenen Fragestellung für den Einstieg in den Prozess von höchster Bedeutung, da sie nur eine Richtung gebend und nicht bereits die Lösung diktierend sein sollte. Dabei nimmt der Design Thinking Ansatz einen Zeitraum von lediglich einigen Wochen in Anspruch. In Iterationen werden relevante Akteure im zu adressierenden Kundenmarkt außerhalb des direkten Teilnehmerkreises angesprochen. Dieses Feedback wird dann in den Prozess aufgenommen. Das Ergebnis zeigt eine aus Marktsicht bewertete und ausformulierte Produkt- oder Dienstleistungsidee, die bereits inhärent Vorschläge zur weiteren Umsetzung und Implementierung enthält.

3 Bausteine des Innovationsmanagements

Nach der erfolgreichen Identifikation ist eine zeitnahe Verfolgung einer Idee ganz wesentlich. Interdisziplinäre Teams sind in der Lage, Fragestellungen offen und vielfältig zu betrachten. Das Einbinden der Entscheidungsträger und Projektverantwortlichen in einem frühen Stadium verhindert, dass gute Idee längere Zeit unbearbeitet zurückgestellt werden und somit Gefahr laufen, dass die eigentlichen Treiber nicht mehr zur Verfügung stehen. Im Zuge der Implementierung der Idee ist es daher sinnvoll, ein gemeinsames tragfähiges Verständnis des Umfangs und des Wertes der Idee herauszuarbeiten, um das sich aus ihr ableitende Projekt gemäß den verfügbaren Ressourcen einvernehmlich zu bewerten und zu priorisieren.

3.1 Kollaboration

Eigenverantwortliches und selbstständiges Handeln ermöglichen dem Projektteam, den sich ständig ändernden Bedürfnisse und Anforderungen von Entwicklungsprojekten gerecht zu werden. Die Rahmenbedingungen zur erfolgreichen Implementierung von Innovationen haben sich in den letzten Jahren signifikant geändert. Digitalisierung, Automatisierung, das Internet der Dinge oder künstliche Intelligenz verändern zunehmend

die Sichtweise der Kunden darauf, was für sie möglich ist und welche Bedürfnisse sie daraus ableiten. Daher verändern sich Trends, Bedürfnisse und das von Wettbewerbern bestimmte Angebot zunehmend schneller, sodass sich bereits in der Projektzeit die ursprünglich getätigten Annahmen verändern können. Damit werden langfristige Projekte gerade im Umfeld der Diversifizierung mit festen, auf eine lange Projektlaufzeit hin definierten Meilensteinen und Zielen herausfordernd und die iterative Einbindung von Kundenfeedbackschleifen umso wertvoller. Insbesondere in der direkten Zusammenarbeit mit potenziellen Kunden sind die vier Prinzipien des agilen Arbeitens (Interaktion, Kollaboration, Prototypen/beta-Versionen und schnelle Reaktion auf Änderungen) von Bedeutung:

- Offenheit vor Vertraulichkeit: nachhaltiger Dialog in einem großen offenen Netzwerk unterschiedlicher Parteien (Endnutzer, externe Spezialisten, Mitarbeiter anderer Abteilungen),
- Prototypen vor abgeschlossener Entwicklung: iterative Schleifen, in denen Endnutzer Prototypen frühzeitig beurteilen,
- Zusammenarbeit vor Geschäftsabschluss: kollaborativer Austausch im Ökosystem von Unternehmen, Mitarbeitern, Stakeholdern und Kunden, um gemeinsam ein Problem mit besserem Ergebnis zu lösen und
- Adaption vor Widerstand: Unternehmenskultur, um immer schneller auftretende Veränderungen aktiv aufzunehmen und Unsicherheiten abzubauen.

3.2 Innovationskultur

Innovation ist ein wesentlicher Treiber des Erfolgs. Zunehmend setzen Unternehmen neben internen Ansätzen auch auf externe Innovationspartner, um Kunden einen Mehrwert zu bieten und das Unternehmen voranzubringen. Dazu ist eine lebendige interne Innovationskultur essenziell, in der Unternehmen den Mitarbeitern notwendige Freiräume für die Entwicklung von zukunftsfähigen Geschäftsfeldern und -modellen schaffen und geeignete Mittel, Werkzeuge und Räume zur Verfügung stellen. Da Unternehmen häufig mehr Ideen zugänglich sind, als sie im Rahmen ihrer Ressourcen faktisch realisieren können, ist ein strategisches Innovationsmanagement notwendig. Das Bewusstsein ständiger Veränderung durch Innovationen muss Bestandteil der Unternehmenskultur sein. Hierfür sind klare, effiziente und auf die eigenen Bedürfnisse zugeschnittene Auswahl-, Bewertungs- und Bearbeitungsprozesse effektiv zu definieren und dauerhaft zu etablieren. Die erfolgreiche und nachhaltige Umsetzung benötigt klar kommunizierte Freiräume, in denen Innovationen entwickelt und zumindest in der frühen Phase vom operativen Geschäft entkoppelt werden können. Somit ergibt sich eine Symbiose von Strategie, Kultur und Innovationsräumen, die nachhaltig neue Geschäftsfelder schaffen kann (Abb. 2).

Abb. 2 Einklang

Innovationsstrategie, -kultur
und -räume. (Quelle: eigene
Darstellung)



3.3 Externe Zusammenarbeit

Viele Unternehmen sind davon überzeugt, dass die Einbindung von externem Know-how die eigene Innovationskraft unterstützen kann. Die Mehrheit setzt hier auf die Zusammenarbeit mit Kunden, Lieferanten und Hochschulen sowie öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen (Packowski 2018). Wenige Unternehmen setzen derzeit darüber hinaus auf partnerschaftliche Kooperationen, Akquisitionen oder Beteiligungen mit externen Innovationspartnern, wie etwa Startups oder kleine und mittlere Unternehmen (KMUs). Open Innovation wird zunehmend als valides Instrument zur Erweiterung der eigenen Ressourcen angesehen, jedoch noch nicht im größeren Umfang eingesetzt. Ein Grund hierfür ist die immer noch recht erfolgreiche interne Entwicklung von Produkten und Anwendungsfeldern innerhalb der linearen Wertschöpfungskette im B2B-Geschäft. Allerdings stellen verstärkt komplexer werdende Neuentwicklungen, wie beispielsweise 3D-Druck, Sensorik oder Kreislaufwirtschaft, kooperative Entwicklungen in den Vordergrund, da sie in gemeinschaftlicher und konzertierter Zusammenarbeit effizienter und erfolgreicher vollzogen werden können.

Eine weitere Option, in einen engen konstruktiven Austausch mit Dritten einzutreten, könnte ein neues Startup bieten. IpOcean entwickelt eine Blockchain basierte Web-Plattform, die den Austausch von Ideen und Herausforderungen beschleunigen soll (Chemanager-Online 2019). Die Plattform soll mittels Blockchain die eingebrachten Beiträge mit einem nachweisbaren Zeitstempel versehen und die Möglichkeit bieten, in einem web-basierten Prozess ggf. notwendige Geheimhaltungsverträge zu generieren und rechtsverbindlich abzuschließen. So könnten in Anlehnung an soziale Netzwerke Ideen oder Herausforderungen gepostet werden, die von der Gemeinschaft oder dezidierten Partner kommentiert, bewertet und weiterentwickelt werden können.

Zusätzliches Entwicklungspotenzial bieten auch neue Geschäftsmodelle, wie Dienstleistungen, Plattformlösungen oder Lizenzierung im Umfeld von Digitalisierung, der

zirkulären Wirtschaft und Nachhaltigkeit. Insbesondere der Mittelstand kann sich durch die Zusammenarbeit mit Dritten, beispielsweise Startups aber auch wissenschaftlichen Einrichtungen weltweit, gerade von Großkonzernen differenzieren.

4 Innovationsräume – ausgewählte Praxisbeispiele

Unternehmen der chemischen Industrie stellen sich der Herausforderung, innovative und nachhaltige Lösungen für ihre Kunden zu entwickeln, in unterschiedlichen Konstellationen ausgehend von ihren unternehmenshistorischen Erfahrungen und den strategischen Vorgaben. Sie schaffen im Umfeld ihrer Innovationsstrategie und ihrer Kultur Innovationseinheiten als Räume, in denen sie vornehmlich in enger Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten Entwicklungsfelder identifizieren und bis zu ihrer Umsetzung weiterentwickeln. In früheren Jahrzehnten versuchten viele Großunternehmen der Industrie, die nächste große Innovation in ihren eigenen Reihen in Form von geschlossenen Innovationen zu finden. Dies erforderte jedoch viel Kapital und erhöhte die Gefahr eines Misserfolgs. Daher verfolgen viele Unternehmen heute die Strategie, das Abbruchrisiko für die Entwicklung neuer Produktansätze im frühen Stadium durch Einbindung Dritter zu reduzieren. Als Beispiel sei hier auf Kooperationen mit Startups verwiesen.

Somit reicht das Spektrum der Innovationsräume in der chemischen Industrie von der klassischen, geschlossenen Konzernforschung bis zu Accelerator-Programmen und Inkubatoren. Um Innovationsprozesse zu öffnen und damit verstärkt Impulse auch außerhalb des eigenen Werkszauns zu finden, bieten sich darüber hinaus eine Vielzahl von Werkzeugen an, wie etwa Startup Days, Open Innovation Challenges, Company Builder, Innovation Labs, Corporate Venturing, Digital Labs oder Hackathons.

4.1 Konzernforschung

Viele Unternehmen, wie zum Beispiel Altana, BASF, Lanxess oder Wacker, verfügen über eine zentral organisierte Forschung. Diese ist dadurch charakterisiert, dass sie zentral als Konzernfunktion aufgestellt ist und nicht den Regeln und der Schnelllebigkeit des Tagesgeschäfts von operativen Business Units unterliegt, um Produkt- und Leistungsportfolios der Unternehmen gezielt zu entwickeln und zu erweitern. In enger Zusammenarbeit mit den Kunden werden deren Bedürfnisse in Anwendungen und Zukunftstechnologien abgebildet. Regelmäßig erfolgt jedoch auch eine enge inhaltliche und kurzfristig wirtschaftlich ausgerichtete Abstimmung mit den im Markt aktiven Geschäftsbereichen, sodass in der Folge vermehrt operative Fragestellungen bearbeitet werden. Dies befördert zwar die Umsetzung von Forschungsergebnissen durch die beauftragende Operative, reduziert jedoch die Möglichkeiten für die strategische Weiterentwicklung über das bestehende Kerngeschäft hinaus.

Die Bündelung von Forschungsaktivitäten auf Konzernebene verstärkt die offene Kommunikation im Innovationssystem, sodass Wissen effizienter und schneller ausgetauscht werden kann. Kreative Räume und Freiheiten werden gefördert und der kooperative Informationsaustausch der Innovationseinheiten mit Marktteilnehmern wird ausgebaut. Die Aktivitäten werden zumeist in Schwerpunktthemen als Technologieplattformen längs des etablierten Kerngeschäfts ergänzt und durch innovative Themen und Trends gebündelt. Dies ermöglicht einen gezielten interdisziplinären Kompetenzaufbau und erzeugt dabei gleichzeitig eine zentrale Anlaufstelle für interne aber auch vor allem externe Kontaktaufnahmen. So hat Altana Technologieplattformen zu den Bereichen gedruckte Elektronik, düsenlose Tintenstrahl-Digitaldrucktechnologie, 3D-Druck und industrielle Biotechnologie eingerichtet.

Ein weiterer wesentlicher Erfolgsfaktor ist der Zugang zu Fachwissen und Grundlagen. Dies wird regelmäßig in Innovationsnetzwerken mit externen Partnern sichergestellt, in denen die zentralen Forschungseinrichtungen mit Universitäten, Forschungsinstituten und weiteren Unternehmen wie beispielsweise Startups in verschiedenen chemischen und technologischen Gebieten intensiv zusammenarbeiten. Zu diesem Zweck hat beispielsweise die Wacker Chemie AG im Jahre 2006 an der Technischen Universität in München das Institut für Silicium Chemie gegründet, in dem in unterschiedlichen wissenschaftlichen Arbeiten Themen im Umfeld der Chemie des Siliciums und relevanter Anwendungen beispielsweise in der Katalyse, der Photovoltaik oder Stromspeicherung grundlegend untersucht werden. Durch die enge Anbindung an die zentrale Forschung wird der Übertrag der Grundlagenforschung in anwendungsnahe Entwicklungen sichergestellt. Wacker verstärkt die Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München zudem durch die Partnerschaft mit der UnternehmerTUM beispielsweise hinsichtlich der Kooperation mit Startups des Portfolios der UnternehmerTUM aber auch durch die gemeinschaftliche Entwicklung von agilen Methoden in unterschiedlichen Unternehmensbereichen. So nahm Wacker 2018 und 2019 mit einer eigenen Aufgabenstellung (Challenge) am Hackthon der UnternehmerTUM (TechFest) mit für Wacker nachhaltigem Erfolg teil. Ein weiteres Beispiel für die enge Kooperation von Konzernforschung mit wissenschaftlichen Einrichtungen ist das ALTANA-Institut, das im intensiven Austausch mit Universitäten, Forschungsinstituten und weiteren Partnern zentral ausgewählte Forschungs- und Entwicklungsprojekte für das Unternehmen entwickelt.

In einigen Fällen ist auch die Koordination der zielgerichteten Zusammenarbeit mit Startups und von Beteiligungen an jungen Unternehmen bzw. an Investitionsfonds, wie beispielsweise der HighTech Gründerfonds, an die Einrichtungen der Konzernforschung übergeben worden. Zudem hat die Konzernforschung häufig eine zentrale Rolle im Recruiting-Prozess von chemischen Unternehmen, um talentierte und leistungsstarke Nachwuchsführungskräfte mit naturwissenschaftlichem Hintergrund in die Konzerne einzuführen und zu entwickeln.

4.2 Strategische Innovationseinheiten – Projekthäuser

Erfahrungsgemäß investieren chemische Unternehmen einen Großteil ihrer Forschungsausgaben in den operativen Einheiten. Ein geringerer Anteil von ca. 10–20 % wird hingegen für mittel- und langfristige Innovationsprojekte zur Sicherung des nachhaltigen und strategischen Wachstums investiert. Evonik bündelt letztere Aktivitäten in der Creavis Gesellschaft für Technologie und Innovation mbH, die mit ihren ca. 200 Mitarbeitern als separate Serviceeinheit direkt unter dem Vorstand aufgehängt ist. Creavis forscht an transformativen Innovationen mit organisationsübergreifendem Charakter in Projekthäusern und entwickelt neue Kompetenzplattformen für die Muttergesellschaft. Sobald die Innovationsprojekte Marktreife erreicht haben, wird mit der ersten Bestellung das Geschäft an die operativen Bereiche von Evonik übertragen. Um diesen Übergang reibungslos zu gestalten, werden operative Einheiten bereits während der Projektentwicklung frühzeitig eingebunden. In den Projekthäusern arbeiten interdisziplinäre Teams von 15–25 Personen über drei bis vier Jahre an definierten, strategischen und organisationsübergreifenden Themen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ohne organisatorische Grenzen zusammen. Das Commitment auf Managementebene wird durch eine Co-Finanzierung der Projekte (Buy-in) und entsandte Teammitglieder aus den operativen Einheiten sichergestellt. Nicht alle Projektideen werden fortgeführt, da die Auswahlkriterien für den konstant gut gefüllten Trichter streng sind. Alle drei bis vier Jahre wird nach vorheriger wissenschaftlicher Betrachtung und Evaluierung ein neues Themenfeld begründet. Ein aktuelles Highlight ist u. a. das im Jahr 2018 gestartete vom BMBF geförderte Projekt „Rheticus“ zur Entwicklung künstlicher Photosynthese als Beitrag zur Energiewende. Es soll die CO₂-Elektrolyse mit der bakteriellen Fermentation des Synthesegases verbinden und vom Labormaßstab in einer Versuchsanlage überführen.

Der Erfolg der Projekte wird zum Zeitpunkt der Übergabe bereits bewertet. Bewusst wird auf die Kenngröße „Umsatz mit Neuprodukten“ verzichtet, da diese Entscheidungsregel erst nach sehr vielen Jahren valide greift. Stattdessen erfolgt eine Nettobarwertrechnung auf Basis des erwarteten kommerziellen Wertes (Expected Commercial Value, ECV). Der ECV wird auf der Grundlage prognostizierter Zahlungsströme aus den operativen Bereichen, die die Projekte umsetzen, kalkuliert. Der nachvollziehbare Erfolg wird daran gemessen, inwieweit diese angenommenen Zahlungen das jährliche Budget der Creavis (in Höhe eines mittleren zweistelligen Millionenbetrags) vollständig decken oder gar überschreiten.

Ergänzend zu den Aktivitäten im Rahmen der Konzernforschung können definierte Forschungsvorhaben in eigenständigen Einheiten im Konzernverbund entwickelt werden. Beispielsweise hat Wacker unter der Bezeichnung ACEO® seine Aktivitäten zum 3D-Druck von Siliconen in einem internen Startup gebündelt, das zwar keine eigenständige Rechtseinheit darstellt, jedoch in einer eigenständigen Einrichtung außerhalb des eigentlichen Werksgeländes alle Beschäftigten und Maßnahmen eigenverantwortlich bündelt.

Die Creavis-Einheit Corporate Foresight entwickelt mit einem Team aus Trendforschern, Zukunftsanalysten, Ethnologen und Politikwissenschaftlern und in Zusammenarbeit mit externen Experten Perspektiven und Szenarien für die Zukunft in den nächsten Dekaden und leitet Wachstumschancenfelder und strategische Fragestellungen von morgen beispielsweise zur Entwicklung der Spezialchemie ab. In der Kampagne „GameChanger“ wurden im Jahr 2017 Entwicklungen mit dem Potenzial, bestehende Märkte und Unternehmen vollständig zu revolutionieren, identifiziert. Aus diesen wurden 39 Aktionsfelder für Evonik abgeleitet. Diese dienen dem Konzern als Inspirationsquelle, Diskussionsgrundlage und Zukunftsorientierung.

Co-Creation nutzt Evonik mit dem Team Industry Cross Innovation im Bereich der Konzernforschung, um branchenfremde, aus Konzernsicht interessante Partner zu adressieren, damit technologisches Wissen und Erfahrungswerte gefördert und über bereits bestehende Kundenbeziehungen hinaus verfügbar gemacht wird. Mittels Open Innovation Challenges werden strategische Innovationspartnerschaften begründet, um vor dem Wettbewerb neue Märkte zu identifizieren und neue Wachstumsfelder zu erschließen. Die Kooperationen mit Partnern aus unterschiedlichen Branchen beweist, wie mittels industrieübergreifenden Transfers kreative Lösungen gemeinsam bis zur Marktreife ausgearbeitet werden können. Die partnerschaftliche Bündelung von Technologie- und Marktkompetenzen entlang der Wertschöpfungskette schafft Synergien und liefert einen Mehrwert für alle Beteiligten.

4.3 Innovationskampagnen

Menschen, die als kreativ und dadurch als erfolgreich gelten, benötigen Möglichkeiten, Unterstützung und Motivation, um ihre Innovationen umzusetzen zu können. Mit seinen Innovationskampagnen überwindet Henkel starre Unternehmenskulturen und -abläufe durch Agilität und Austausch mit Experten über alle Fachbereiche hinweg und hilft dadurch, die Kreativität der eigenen Mitarbeiter weiter zu fördern. Mitarbeiter haben die Gelegenheit, Konzepte einzureichen, die vom Management evaluiert werden, und erhalten direktes Feedback. In unternehmensweiten, interdisziplinären Innovationsworkshops werden Synergien zwischen den Unternehmensbereichen genutzt, um Trends und Innovationen zu verbinden. So können in einem Boot-Camp der H-Farm, welche als Rückzugsort auf dem italienischen Land nahe Venedig konzipiert ist, Mitarbeiter ohne Ablenkung durch das Tagesgeschäft an ihren Innovationsprojekten arbeiten, die sich zuvor in der Henkel X Innovation Challenge durchgesetzt hatten. In Creative Clouds als Open Innovation Plattformen werden Inspirationen neu betrachtet, um Ideen zu teilen und gemeinsam zu entwickeln. Der Prozess zeichnet sich durch eine ausgewogene Balance zwischen F&E-Kompetenzen, Technologie, Marktforschung, Consumer Insides und Zukunftstrends aus. Kurze Wege zum Top-Management ermöglichen rasche Entscheidungen. Im unternehmensinternen Mentorship Club erhalten Mitarbeiter die Möglichkeit, sich zu innovativen Themen ungehindert auszutauschen.

Ideen werden nachhaltig verfolgt, um alle Mitarbeiter zu ermutigen, an den kreativen Prozessen im Konzern teilzuhaben. Trend Explorer und Game Changer Teams ergänzen die explorativen Maßnahmen zu einer holistischen und strategischen Aufstellung durch disruptive Themen, in dem Muster, Regeln und Paradigmen erkannt und dann konsequent gebrochen werden, um auf neue Ideen zu kommen. Gemeinsam mit externen Netzwerken werden Themenfelder, wie zum Beispiel Food, Kosmetik, Automotive oder Architektur, gescannt und Entwicklungsszenarien für die Zukunft in zehn Jahren und darüber hinaus abgeleitet. Damit soll die Frage beantwortet werden, ob der Konzern heute bereits richtig aufgestellt ist oder nicht. Dabei stehen nicht mehr nur technologische Entwicklungen im Vordergrund, sondern große Trends und gesellschaftliche Entwicklungen. So werden Impulse und Bausteine für die gemeinsame Ideenentwicklung aufgenommen, die auf den ersten Anschein nichts mit der Chemiebranche zu tun haben. Trendagenturen analysieren Trends in angrenzenden Bereichen und Technologien. Plattformen zur Trendbeobachtung filtern dann aus dem Zusammenspiel von Technologie, Information und Markttrend Produktideen zur strategischen Entwicklung des Portfolios. Wenn eine Idee mit Potenzial zum Markterfolg identifiziert wird, dann wird sie zunächst in einem etablierten Prozess strukturiert und im Anschluss von einem interdisziplinären Team bearbeitet.

Kleine Unternehmen können neue Idee freier, ungebundener und damit oft auch schneller testen. Daher bietet Henkel mit der Henkel X Innovation Challenge als offene Plattform Startups und anderen Geschäftspartnern die Möglichkeit, im gegenseitigen Austausch Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln. Ziel ist es, internes Know-how mit der Expertise und der Kreativität externer Partner, wie zum Beispiel im Digitalbereich, zusammenzuführen. Hieraus sind allein im Jahr 2018 bereits neun konkrete Zusammenarbeiten entstanden. Über Kooperationen hinaus investiert Henkel Ventures in Investmentfonds (z. B. Circularity Capital, Emerald Technology Ventures, Pangaea Ventures) und direkt in Startups, um diesen jungen Unternehmen Zugang zu starken Marken, Know-how in Bezug auf Technologien, Märkten und Kundenbasis sowie eine globale Präsenz zu bieten.

Die idea.lounge ist eine virtuelle Plattform von Covestro zur gemeinsamen Entwicklung kreativer Ideen, mit der die Mitarbeiter im internen Intranet ihre Ideen teilen und mit anderen diskutieren können. Ideen sollen so geschärft und auf ihr Potenzial getestet werden, um mit ihnen das Geschäft von Covestro nachhaltig zu ergänzen. So war die Covestro Startup Challenge eine Kampagne für alle Mitarbeiter auf der konzerninternen idea.lounge Plattform zur Entwicklung neuer Geschäftsideen. In deren Rahmen zeichnete Covestro 2019 das Team „Power Separator“ aus, das Kunststoffmaterialien als Separatoren in Lithiumionenbatterien einsetzt und so deren Betriebseffizienz verbessert. Die Gewinner erhielten eine Anschubfinanzierung für die weitere Entwicklung ihrer Idee in Höhe von bis zu einer Million Euro sowie eine Freistellung für zunächst ein Jahr.

4.4 Accelerator

Accelerator-Programme wirken als Beschleuniger für den Entwicklungsfortschritt von jungen Unternehmen wie beispielsweise Startups. In ihnen bieten Industrieunternehmen nachhaltiges Coaching zu wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Themenfelder, um in einem begrenzten Zeitrahmen Know-how für den Wachstumsprozess in der Frühphase von Startups gezielt voranzutreiben. Das Accelerator-Programm gleicht einer Grundausbildung (Bootcamp) für Gründer zur Entwicklung marktreifer Produkte oder Dienstleistungen. Experten aus allen Fachrichtungen eines Unternehmens betreuen externen Gründerteams zur Konkretisierung ihrer jeweiligen Unternehmensidee und Entwicklung von entsprechenden Geschäftsmodellen. Gründerteams müssen sich regelmäßig zur Aufnahme in einem Accelerator bewerben. Die diesbezüglichen Auswahlprozesse sind meist sehr anspruchsvoll und folgen häufig inhaltlichen Erwartungen der betreuenden Industrieunternehmen, sodass die Auswahl sehr selektiv ist. Zu Ende des Accelerator-Programms erhalten die Teams die Gelegenheit, ihre Geschäftsmodelle betreffend ihre Produkte oder Dienstleistungen vor den Betreiberunternehmen zu präsentieren, die als Gegenleistung für ihre Unterstützung meistens Anteile an den Startups in Anspruch nehmen.

Das Merck Innovation Center in Darmstadt geht weit über das klassische Konzept eines Accelerators hinaus. Es entwickelt Zukunftsstrategien und bietet umfangreiche Informationen. Ergänzend zur bisherigen Forschung und Entwicklung des Konzerns bietet das Innovation Center einen Ort, an dem neugierige Köpfe aus allen Unternehmensbereichen, externe Startups, Visionäre und Unternehmen aus aller Welt unter einem Dach zusammengebracht werden, um Ideen über die heutigen Grenzen hinaus zu tragfähigen Geschäften zu entwickeln. Dabei wurde gezielt mehr als nur ein neuer Raum für Innovationen geschaffen. Vielmehr ging es einher mit einer neuen Denkweise, die Offenheit für neue Ideen und Arbeitsweisen in den Konzern bringt. Mitarbeiter und Partner sollen ermutigt werden, Neuland zu betreten und Teil einer Gemeinschaft zu werden, die neugierig auf die Zukunft der Menschheit ist. Seit der Gründung 2015 wurden bis 2018 bereits 40 Startups im Innovation Center aufgenommen. Zu den Veranstaltungen gehört auch die Vorstellung von gescheiterten Ideen (Fuck-up Night), die schon von mehr als 680 Mitarbeiter genutzt wurde, um die Erfahrungen (fail – learn – build), die sich aus dem Fehlschlagen von Ideen für die Gemeinschaft ableiten lassen, einem breiten Publikum verfügbar zu machen. Merck hat mehr als 16 Botschafter des Innovation Center in 16 Ländern weltweit benannt, darunter Großbritannien, Schweden, Tunesien, Nigeria, Kenia, Südafrika, Indien, China, Taiwan und Argentinien.

Da Naturwissenschaftler häufig wenig Erfahrungswerte in der wirtschaftlichen Umsetzung und Implementierung von neuen Geschäftsideen haben, ergänzt der New Business Builder von Merck diese wirtschaftliche Sichtweise, um Projekte gemeinsam zum kommerziellen Erfolg zu führen. Im Innovation Center in Darmstadt wurde zusätzlich eine multimediale, wissenschaftliche Bibliothek eingerichtet, um Innovatoren mit

dem Zugang zu Forschung und fachkundiger Beratung Unterstützung und Inspiration zu ermöglichen. Die Scientific Multimedia Library steht den eigenen Mitarbeitern offen, um sich über Themen aus Wirtschaft und Wissenschaft sowie gewerblichen Rechtsschutz und Innovationen informieren zu können. Die Informationen stehen multimedial beispielsweise konventionell in Form von Büchern oder Zeitschriften aber auch virtuell u. a. als E-Books oder wissenschaftliche 3D-Anwendungen zur Verfügung. Durch die Einbindung in den Innovation Center und seine Co-Working Umgebung steht auch hier der offene Austausch der Mitarbeiter untereinander im Vordergrund. Um herauszufinden, ob ein Prototyp eines entwickelten Konzepts funktionsfähig und belastbar ist, können Projektteams und Startups den Makerspace im Innovation Center verwenden. Der Makerspace bietet eine Vielzahl von Werkzeugen und Technologien, darunter 3D-Druck, Laserschneider, Augmented- und Virtual-Reality-Geräte, elektronische Kits sowie traditionelle Werkzeuge und Materialien. Er umfasst auch ein Netzwerk von internen und externen Prototyping-Partnern sowie einen Bereich, in dem externe innovative Tools und Gadgets vorgestellt werden.

Weiterhin bietet die Innovator Academy bedürfnisorientierte Workshops und Trainings für Ideengeber, Projektteams und Startups an, um Innovationspotenziale zu entfesseln. Die Trainings zu den Themenfelder Ideation, Innovationsmethoden und Geschäftsmodellentwicklung finden online oder in Teams statt. In Think Tanks wurden mehr als 10 Innovationsprojekte gestartet. In den ersten drei Jahren nahmen 8000 Teilnehmer teil. Im Jahr 2009 startete Merck die Innospire-Initiative, ein zweijährlicher Ideenwettbewerb für Mitarbeiter, der diesen die Möglichkeit bietet, ihre Ideen für neuen Produkte und Geschäftsmodelle vorzustellen und in einem mehrstufigen Prozess bis zur Implementierung zu entwickeln. Aus dieser Initiative sind bereits viele Patente und Produkte hervorgegangen, so u. a. Parteck SLC zur Erhöhung der Löslichkeit von aktiven Pharmawirkstoffen, das chemisch definierte Zellkulturmedium Cellvento oder Check MyMeds als App zur Verifikation der Authentizität von Medikamenten. Zusätzlich wurde mit Open Campaign ein dynamischer und flexibler Ansatz eingeführt, der interne Ideen innerhalb kurzer Zeit in Innovationsprojekte umsetzt.

Auf den Merck Hackthons stellen Mitarbeiter aktuelle Challenges aus den drei Geschäftsfeldern Healthcare, Life Science and Performance Materials vor und stehen den Teilnehmerteams als Mentoren zur Verfügung, die von Experten aus dem Unternehmen zusätzlich unterstützt werden. In der Regel haben die Teams drei Tage um Lösungen zu entwickeln, Prototypen zu bauen und vor einer Jury zu pitch. Die Gewinner erhalten ein Preisgeld. Allerdings haben alle Teams die Gelegenheit, ihre Fertigkeiten vorzustellen, großartige Leute kennenzulernen, Netzwerke zu knüpfen und kreative Lösungsansätze zu entwickeln. Über die entwickelten Lösungsansätze hinaus bildet Merck einen interdisziplinären Pool von jungen Talenten, die für späteres Recruiting herangezogen werden können.

Anlässlich des 350. Bestehens hat Merck die Curious Future Insides Konferenz als zweijährliche Veranstaltung ins Leben gerufen, die erstmals 2018 in Darmstadt stattfand. Sie soll Treffpunkt von herausragenden Wissenschaftlern mit den versiertesten

Entrepreneurs sein, um zusammen die Zukunft von Wissenschaft und Technologie zu erkunden, Lösungsansätze für die wichtigsten aktuellen Herausforderungen zu entwickeln und die Träume von einer besseren Zukunft zu verwirklichen. Themenfelder sind Gesundheit, Ernährung, synthetische Biologie, Materialien, Energie, Digitalisierung, Mobilität und die menschliche Zukunft. Beginnend mit dieser Konferenz wird der mit 1 Mio. EUR dotierte Future Insight Prize jährlich für bahnbrechende Forschung in den Schlüsseltechnologien der Menschheit verliehen (Kategorien: Gesundheit 2019 und 2020, Ernährung 2021, Energie 2022).

Der Innovation Cup für studentische, hochkarätige Nachwuchskräfte aus aller Welt ist ein einwöchiges Bootcamp zur Evolution neuer Ideen. Abschließend werden die entwickelten Ideen einem Gremium von erfahrenen Forschern und Managern von Merck in Form eines Pitches vorgestellt. Das Gremium bewertet die vorgestellten Ideen. Das Gewinnerteam erhält einen mit 20.000 € dotierten Preis und die Möglichkeit zur Umsetzung der eigenen Idee.

Auch Merck führt Game Changer Analysen in den Geschäftsbereichen für Gesundheitswesen, Biowissenschaften und Spezialchemikalien durch, um die nächste bahnbrechende Technologie mit Potenzial, unsere heutige Welt zu verändern, frühzeitig zu identifizieren. Um aus diesen Entwicklungen Verbesserungen von Therapien für Patienten und der Lebensqualität der Menschheit ableiten zu können, sondiert Merck Technologien in den drei Geschäftsfeldsektoren für Forschung und Entwicklung, Produktion, Logistik und Produktentwicklung. Merck vergibt hierzu beispielsweise im Rahmen einer Open Innovation Ausschreibung zum Themenfeld Next Game Changing Technology nach eigenem Ermessen Preise in Höhe von 10.000 EUR, 5000 EUR und 3000 EUR für die überzeugendste Beschreibung derartiger Technologien. Die Bewerbungen sollen keine vertraulichen Informationen beinhalten, Altschutzrechte bleiben unberührt beim Einreicher.

4.5 Inkubatoren

Unternehmen aber auch öffentlichen Einrichtungen oder Universitäten schaffen mit Inkubatoren im übertragenen Sinne Brutkästen, in denen unter kontrollierten Bedingungen Entwicklung und Wachstum von Startup-Ideen und ihren Gründerteams ermöglicht werden. Inkubatoren werden in der Regel themenbezogen eingerichtet, um entweder gemeinsam mit internen Gründern oder durch externe Startups Ideen entstehen zu lassen, die zur weiteren Entwicklung beispielsweise auf Know-how, Netzwerke, Büros und anderen Ressourcen der Unternehmen zurückgreifen können. Inkubatoren sind nicht allein auf schnelles Wachstum ausgerichtet, vielmehr ist das richtige Tempo für das jeweilige Startup der Erfolgsfaktor. Im Gegensatz zum Accelerator müssen Gründer in Inkubatoren meist keine Unternehmensanteile abgeben.

Die Chemovator GmbH ist der Inkubator für innovative Geschäftsideen aller BASF-Mitarbeiter. Mit diesem bietet BASF einen geschützten Raum, um in einem

frühem Stadium Ideen im Umfeld der Chemie zu testen, unkonventionelle Wachstumschancen auszuloten und beschleunigt zur Marktreife zu entwickeln. Die neuartigen Produkte, digitalen Geschäftsmodelle oder umfassenden Komplettlösungen werden schnell, schlank und kundenorientiert in interne Startups oder Ausgründungen überführt. Erfahrene externe Unternehmer mit Startup-Expertise und Investoren stehen den Venture Teams ab der frühen Orientierungsphase bis zur erfolgreichen Kommerzialisierung als Coach, Mentor und Netzwerker zur Seite. Sitz der 100-prozentigen Tochtergesellschaft der BASF New Business GmbH (BNB) ist Mannheim. Dort bietet der Chemovator maximal 12 Venture Teams ein unkonventionelles Startup-Umfeld mit Freiraum zum Experimentieren. Der geschützter Raum bietet den Mitarbeitern von BASF Unabhängigkeit und Autonomie von den klassischen Unternehmensstrukturen, Regeln und Prozessen. Damit entwickelt sich eine Kultur des frühen Scheiterns, wobei Fehler als Lernmöglichkeiten angesehen werden. Die Gründerteams erhalten umfängliche operative Unterstützung und können deshalb völlig auf ihre Geschäftsidee konzentrieren. Zeitnahes Feedback vom Markt und potenziellen Kunden sichert die kommerzielle Relevanz während der Inkubation ab. Zusätzlich erhalten die Teams Zugang auf interne Ressourcen und externe Netzwerke der Innovationseinheiten von BASF. Neben dem interdisziplinär aufgestellten Chemovator Kernteam stehen Entrepreneurs in Residence (EiR) als Trainer und Mentor im Chemovator zur Verfügung, um die Venture-Teams mit ihre regelmäßig 2–3 Teammitgliedern in der Umsetzung ihrer Geschäftsideen in skalierbare Geschäftsmodelle zu unterstützen. Entrepreneurs in Residence sind qualifizierte externe Experten mit langjähriger Erfahrung als Gründer und Business Angels. Als Coaches und Mentoren unterstützen sie die Teams mit ihrer langjährigen Erfahrung von der Antragstellung bis zum Markteintritt.

Hochmotivierte Entrepreneure stellen als Ideengeber ihre Geschäftsidee in einem Eingangsvortrag (Entry Pitch) initial vor. Werden sie ausgewählt, werden im Chemovator die ersten Annahmen in einer dreimonatigen Validierungsphase getestet, verfeinert und die Teams erhalten ein frühes Marktfeedback. Am Ende der Validierungsphase bewerben sich die Venture Teams mit ihrem validierten Konzept auf die Inkubationsphase, in der innerhalb von 21 Monaten der Business Case geschärft, das Team geformt und Markttests durchgeführt werden. Am Ende der Chemovator-Reise werden erfolgreiche Ideen in Ausgründungen (Spin-off) oder eigenständige Geschäftseinheiten (Spin-in) überführt, die Teammitglieder kehren zur BASF zurück oder gründen ihr eigenes Unternehmen. BASF-Mitarbeiter unabhängig vom Bereich, dem sie angehören, haben die Möglichkeiten vor der initialen Vorstellung ihrer Idee an einem der zweitägigen Startup Bootcamps teilzunehmen, um den Chemovator zu erkunden, ihre Idee mit Experten zu verfeinern und das Pitching zu erlernen. Alternativ können interne Ideengeber auch am Open-Mic teilnehmen und ihre Geschäftsidee vor einem Publikum interessierter BASF Mitarbeiter präsentieren, um Feedback von erfahrenen Gründern, Investoren und Business Angels zu erhalten.

Um neue Geschäftsfelder außerhalb des Kerngeschäfts zu identifizieren, zu erschließen und im Markt erfolgreich zu etablieren, hat BASF bereits 2001 aufgrund der

Erfahrung mit langfristigen Entwicklungen im Unternehmensumfeld die eigenständige, unabhängige und globale Firmierung BASF New Business GmbH (BNB) gegründet. Die gängige Incentivierung in den Geschäftsbereichen führt zu einer Priorisierung der operativen Herausforderungen, so dass erfolgreiche Innovationen außerhalb der laufenden Tätigkeitsfelder der Geschäftsbereiche sehr herausfordernd sind. Die BNB verfolgt das Ziel, bahnbrechenden chemiebasierte Innovationen mit Kreativität, Flexibilität und Durchhaltevermögen aufzuspüren, zur Marktreife zu entwickeln und erfolgreich im Markt zu etablieren. Sie fokussiert sich dabei auf Lösungen für signifikante Problemstellungen von Kunden in existierenden oder entstehenden Märkten. Dafür analysiert sie Trends und ungelöste Probleme entlang der industriellen Wertschöpfungskette. Für die identifizierten Herausforderungen werden Lösungsansätze entwickelt, die bezüglich ihres Potenzials sowie potenziellen Alleinstellungsmerkmals überprüft werden. Die ausgewählten Themen werden mit dem Ziel, sie als zukünftige Geschäftsfelder für die BASF zu entwickeln, im engen Bezug zum Kunden validiert. Aktuell fokussieren sich die Aktivitäten der BNB beispielsweise auf die Gebiete E-Power-Management (ressourcenschonende und CO₂-optimierte Energiegewinnung, Energieübertragung und -speicherung) und 3D-Druck als additive Fertigung.

Ein sehr erfolgreiches Beispiel ist die Entwicklung von Hochenergie-Kathodenmaterialien für die Lithiumionenbatterie, welches mittels Trend Scouting bereits vor deutlich mehr als 10 Jahren als wirtschaftlich interessant erkannt und anschließend in mehreren Prozessschritten inkubiert wurde. 2015 begründete BASF auf diesen Erkenntnissen mit Toda Kogyo ein Joint Venture zur Herstellung dieser innovativen Kathodenmaterialien. BASF hat ein 400 Mio. umfassendes Investitionsprogramm aufgesetzt und 2018 mit dem Aufbau einer Produktionsstätte für Batteriematerialien für den europäischen Markt im finnischen Harjavalta begonnen.

Wesentlicher Erfolgsfaktor der BNB sind die interdisziplinären Teams. Forscher entwickeln aufgrund ihrer Kompetenzen in der Regel rasch technologische Lösungen für identifizierte technische Herausforderungen. Instrumente zum Erlangen eines fundierten Marktverständnisses, wie beispielsweise Markt- und Trendanalysen, Kundenbefragungen oder Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, gehören häufig nicht zum erlernten Handwerkszeug gerade von jungen, naturwissenschaftlich ausgebildeten Forschern. Daher werden die Teams mit unterschiedlichsten Experten, wie beispielsweise Analysten, Controller, Entrepreneuren, Geisteswissenschaftlern und vielen mehr, ergänzt. Die Incentivierung der Teammitglieder erfolgt durch ihr inhaltliches Selbstverständnis, neue Geschäftsideen zu identifizieren und weiterzuentwickeln.

4.6 Corporate Venturing

Corporate Venture Kapital ist ein finanzielles und strategisches Instrument, um mittels Investition in technologiegetriebene und wachstumsstarke Startups neue Entwicklungs- und Geschäftsfelder für Unternehmen zu erschließen. Beispiele sind u. a. Altana, BASF,

Evonik oder Henkel. Da diese Aktivitäten den strengen Regeln von Finanzinvestitionen unterliegen, sind dies durchweg eigenständige Firmierungen im Konzernverbund.

Beispielsweise investiert die BASF Venture Capital GmbH in junge Unternehmen mit Bezug zu ihren heutigen und zukünftigen Geschäftsfeldern. Dies umfasst Innovationen aus dem Umfeld der Chemie, neue Materialien, Nachhaltigkeit, Digitalisierung sowie neue Geschäftsmodelle. Dabei bezeichnet sie sich selbst als aktiven Wagniskapital-investor, der die Portfolio-Unternehmen durch gezielte Interaktionen mit dem BASF eigenem Netzwerk aus Forschungs- und Kooperationspartnern sowie Kunden unterstützt. Der Fonds beläuft sich bis Stand 2019 auf 225 Mio. EUR und hat 18 Mitarbeiter an 7 Standorten in Europa, Amerika und Asien. Er investiert in der Regel in einem Konsortium unter Minderheitsbeteiligung in Startups mit erfolgtem technologischem und marktseitigem konzeptionellem Beweis. Zum Portfolio gehören Startups, die Kundenbedürfnisse mit innovativen Dienstleistungen, Materialien, Verfahren, Produkten oder Informationen befriedigen. Hierzu zählen u. a. Technologiefelder wie fortschrittliche Werkstoffe (z. B. Smartkem Ltd.), Biotechnologie und Nachhaltigkeit (Heliatek GmbH, LanzaTech Inc.) oder Digitalisierung (z. B. Zapata Computing Inc.).

Im Jahr 2012 legte Evonik den ersten mit 100 Mio. EUR dotierten Venture-Capital-Fonds unter der Firmierung Evonik Venture Capital GmbH auf, um sich Zugang zu zukunftsweisenden Technologien und innovativen Geschäftsmodellen zu sichern. Aus dem ersten Fonds wurden insgesamt 25 Investitionen mit bis zu 5 Mio. EUR in innovative, technologieorientierte Startups sowie junge Unternehmen mit Wachstumspotenzial im Bereich Spezialchemie getätigt. Diese sollen die sechs strategischen Wachstumsfelder (nachhaltige Ernährung, Healthcare, Nahrungsmittelzusätze, Membranen, Cosmetics, Additive Fertigung) der Evonik unterstützen. Komplementär wird die Kooperation mit Startups in strategischen Feldern, wie beispielsweise dem 3D-Druck, verfolgt. Zum Portfolio gehören auch Investitionen in Fonds, wie etwa in den HighTech Gründerfonds, SinoGreen Fund oder Tech Council Ventures. Evonik hat 2019 einen zweiten Risikokapitalfonds im Wert von 150 Mio. EUR aufgelegt, um die Evonik Venture Capital als einen der weltweit führenden Investoren im Bereich der Spezialchemikalien zu etablieren. Evonik will mit dem neuen Fonds verstärkt in Unternehmen investieren, deren Innovationen bereits recht marktreif sind. Hierzu wurde der Höchstbetrag für die Investition in ein Einzelunternehmen auf 15 Mio. EUR angehoben. Dabei stehen vornehmlich Startups im Fokus, die die digitale Transformation von Evonik unterstützen, sowie Minderheitsbeteiligungen, die sich später als attraktive Übernahmeziele für den Chemiekonzern herausstellen könnten. Die Startups erhalten nicht nur finanzielle Unterstützung, sondern sollen auch von der Erfahrung und dem Netzwerk des Konzerns profitieren. Beispiele für die Beteiligungen sind Numaferm, das biotechnologische Verfahren entwickelt, um industrielle Peptide in großen Mengen herzustellen, sowie Structured Polymers, das sich auf Kunststoffpulver für den technischen 3D-Druck spezialisiert hat und 2019 von Evonik übernommen wurde.

5 Zusammenfassende Bewertung der betrachteten Ansätze zur Diversifikation

Geschäftsfelderweiterungen mittels Innovationen außerhalb des existierenden Kerngeschäfts ist ein strategischer Prozess, der in konkreten Projekten und Maßnahmen münden sollte. Im Projektportfolio sollten lediglich Projekte berücksichtigt werden, die mit den verfügbaren Mitteln und Ressourcen auch tatsächlich umsetzbar sind und die Strategie des Unternehmens stützen. Kern ist eine Balance zwischen Ertragschancen und Risiken, um den Ertrag der Investitionen entsprechend der eigenen Risikobereitschaft zu optimieren. Dies macht ein stringentes und entscheidungsfähiges Projektportfoliomanagement auf Konzernebene unter Einbindung der operativen und konzernstrategischen Einheiten unabdingbar, um verfügbare Investitionen und Ressourcen gezielt unter Einhaltung des strategisch definierten Budgets einzusetzen. Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass gerade Diversifikationen einen zeitlich langen Vorlauf und eine dementsprechend langfristige Finanzierungszusage benötigen, um implementiert werden zu können. Häufig sind es daher nicht die technologischen Herausforderungen, sondern die unterschätzte Dauer der Umsetzung, die zum Scheitern derartiger Innovationen und damit zum Verlust der bereits in sie getätigten Investitionen führen. Faktoren für die erfolgreiche Implementierung von neuen Produkten können nach Cooper in die folgenden drei Kategorien unterteilt werden: taktische Aufstellung zur Entwicklung neuer Produkte ausgehend vom Kunden, organisatorisch strategische Aufstellung des Unternehmens und methodische Vorgehensweise (Cooper 2018).

Für die zielführende und erfolgreiche Definition, Generierung, Umsetzung und Implementierung von Innovationen außerhalb des Kerngeschäfts lassen sich generelle Erfolgskriterien ableiten:

- tiefes Verständnis des Kundenbedürfnisses und frühes Feedback von Kunden in Applikationen und Anwendungen,
- beständiger Austausch mit den Kunden während der gesamten Entwicklung,
- eigenständige entscheidungsfähige Einheit außerhalb des operativen Geschäfts,
- interdisziplinäre, diverse Teams, die zumindest temporär unter klar zugeordnetem Zeitbudget zusammengestellt werden,
- eigenverantwortliches Forschungsbudget,
- stringentes Projektportfoliomanagement unter Einbindung des Top-Managements,
- kontinuierliche Kooperation mit den relevanten operativen Einheiten zur raschen Implementierung,
- zügiges und frühes Beenden von Projekten sobald die wirtschaftliche Umsetzung im Markt oder die technologische Realisierung erkennbar nicht mehr erreicht werden können und
- die richtigen Partner und Kooperationen beispielsweise mit Startups.

Literatur

- Ansoff HI (1965) Checklist for competitive and competence profiles. In: Ansoff H (Hrsg) Corporate strategy. McGraw-Hill, New York, S 98–99
- Chemanager-Online (2019). <https://www.chemanager-online.com/themen/forschung-labor/blockchain-basierte-web-plattform-foerdert-innovationen>. Zugriffen: 26. Nov. 2019
- Collins J (2002) Der Weg zu den Besten. Die Sieben Management-Prinzipien für dauerhaften Unternehmenserfolg, 2. Aufl., Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart
- Cooper RG (2018) The drivers of success in new-product development. Ind Mark Manag 76:36–47
- Cooper RG, Sommer AF (2018) Agile-stage-gate for manufacturers. Res Technol Manag 61(2):17–26
- Leitner K, Pinter D (2016) Corporate Foresight als Instrument des Innovationsmanagements, Geschäftsmodellinnovationen. In: Granig P, Hartlieb E, Lingenhel D (Hrsg). Geschäftsmodellinnovationen. Springer, Wiesbaden, S 157–173
- McGrath GR (2013) The end of competitive advantage: how to keep your strategy moving as fast as your business. Ingram Publisher Services, Boston
- Packowski J (2018) Open Innovation – mehr Chance oder mehr Risiko. CHEManager, S 4. www.chemanager-online.com. Zugriffen: 26. Nov. 2019



Dr. Thomas Renner ist seit 2013 Standortleiter des Consortiums für elektrochemische Industrie im Zentralbereich Forschung und Entwicklung der Wacker Chemie AG in München. Zudem koordiniert er die Digitalisierung in der F&E im Konzern. Zuvor war er von 2006 bis 2013 Leiter der Patentabteilung der Siltronic AG. Er trat 2001 in die Patentabteilung der Wacker Chemie AG ein und erhielt 2004 seine Zulassung als Vertreter vor dem Europäischen Patentamt. Nach seinem Studium der Chemie wechselte er 1997 ins Analytisch-Biologische Forschungslabor als Laborleiter Analytik nach München. Von 1999 bis 2001 war er Berater bei der Fraunhofer Management Gesellschaft mbH, einem Joint Venture der Fraunhofer Gesellschaft und Roland Berger, im Bereich der Institutsgründung.

Corporate Venture Capital in der chemischen Industrie

Paolo Bavaj

Zusammenfassung

Corporate Venture Capital, das Risikokapitalinvestment in Start-Ups, ist eine wesentliche Quelle für Innovationen in großen Unternehmen durch junge Start-Ups. Es kann dazu dienen, über neue Märkte und Technologien zu lernen, einem Unternehmen Zugang zu neuen Technologien zu ermöglichen und neue, zum Beispiel digitale Geschäftsmodelle zu testen. Während der finanzielle Aspekt des Investments immer auch zu berücksichtigen ist, sollte jedoch der strategische Aspekt im Vordergrund stehen. Dabei gilt es, die Besonderheiten von Investments in Start-Ups innerhalb der chemischen Industrie zu kennen und zu berücksichtigen. Dies sind im Wesentlichen ein deutlich höherer Kapitalbedarf und eine längere Finanzierungsdauer, weil Entwicklungen in der chemischen Industrie in der Regel zeitintensiver sind als beispielsweise die Entwicklung von Software. Neben der eigentlichen Investition ist es sehr wichtig, dass das Unternehmen die Start-Ups in Kooperationen aktiv unterstützt und begleitet. Ein Unternehmen wird darüber hinaus nur den vollständigen Nutzen aus Corporate Venture Capital ziehen, wenn es auch den Transfer der Lernerfahrung aus den Kooperationen mit Start-Ups aktiv in die Organisation des Unternehmens überträgt.

P. Bavaj (✉)

Henkel AG & Co. KGaA, Corporate Venturing, Adhesive Technologies,
Düsseldorf, Deutschland

E-Mail: paolo.bavaj@henkel.com

1 Die Definition von Corporate Venture Capital

Laut Gablers Wirtschaftslexikon bezeichnet Corporate Venture Capital (CVC) eine Variante des Venture Capitals: „durch Industrieunternehmen oder deren Tochtergesellschaften, die selber keine Finanzinstitutionen sind, hauptsächlich für junge, nicht börsennotierte Wachstumsunternehmen bereitgestelltes Venture-Capital. Dabei verfolgen die Kapitalgeber oftmals nicht nur finanzielle Ziele, sondern auch strategische Ziele wie Stärkung von Geschäftsfeldern, Zugang zu (technischen) Innovationen und Diversifikation. Neben der Bereitstellung von Eigenkapital werden bei strategischen Investitionen meist auch Ressourcen und Managementunterstützung zur Verfügung gestellt“ (Achleitner 2019).

Corporate Venture Capital wird häufig im Deutschen mit „Risikokapitalinvestments“ übersetzt. Diese sprachliche Analogie offenbart ein grundsätzlich unterschiedliches Verständnis im deutschsprachigen Raum, verglichen mit dem im angelsächsischen Raum. Während im angelsächsischen Raum der Aspekt des gemeinsamen Entwickelns („Corporate Venture“) im Vordergrund steht und solche Investments primär als Chance für Neues gesehen werden, steht im deutschen Raum häufig unglücklicherweise der Risikoaspekt („Risikokapital“) im Vordergrund. Dies ist einer der Gründe, warum es im angelsächsischen Raum so viel mehr Kapital für Start-Up-Investments und so viel mehr Firmengründungen gibt. Neben dem angelsächsischen Raum ist Israel ein Land, in dem ebenfalls besonders viele Start-Ups gegründet werden und sich zu erfolgreichen Unternehmen entwickeln. In diesem Zusammenhang sei auf das Buch „Start-up Nation“ für weiterführende Erläuterungen verwiesen (Senor und Singer 2011). Glücklicherweise findet in Deutschland seit einigen Jahren ein Umdenken statt und Investments in Start-Ups werden auch hier immer mehr als Chance verstanden und immer zahlreicher.

Im Allgemeinen sind solche Investments Minderheitsbeteiligungen an Start-Up-Unternehmen. Das heißt, man kauft Anteile an Start-Up-Unternehmen mit dem Ziel, diese zu einem späteren Zeitpunkt wieder zu veräußern. Dabei erwartet man einen entsprechenden finanziellen Gewinn, den man beim Verkauf der Anteile erzielen möchte.

Insgesamt wurde im Jahr 2018 weltweit in insgesamt 2740 Unternehmen ein Gesamtvolumen von 53 Mrd. € investiert (CBInsights 2018).

2 Ein paar Worte zur Klärung

Ziel des Beitrags ist es, die Erfahrungen, die Henkel im Rahmen seiner Start-Up-Investments gemacht hat, zu teilen und einige Impulse zu geben, die der interessierte Leser in seiner täglichen Arbeit nutzen kann. Bei Henkel wurde das erste Start-Up-Investment im ersten Quartal des Jahres 2014 (Q1/2014) durchgeführt und seitdem im Unternehmensbereich Adhesive Technologies in vier Venture Capital Fonds und sechs Start-Ups investiert (www.Henkel-Ventures.com). An dieser Stelle ist

zu erwähnen, dass es hier – wie bei allen Innovationsansätzen – erfolgsentscheidend ist, dass die Investments und die Art und Weise des Investierens zur Kultur des Unternehmens passen. Oft wird die Kultur großer Unternehmen – zumindest in Teilen – als innovationsfeindlich und risikoavers verurteilt. Dies ist aus Sicht des Verfassers jedoch differenziert zu sehen. So haben die starken Kulturen Unternehmen oft zu dem gemacht, was sie heute sind. Es geht folglich nicht darum, diese Kultur grundsätzlich zu verändern, sondern vielmehr, den ein oder anderen Aspekt zu ergänzen.

Jeder Leser sollte hier etwas für sich mitnehmen können, um für die eigene Arbeit inspiriert zu werden. Wenn man durch einen Supermarkt geht, nimmt man auch nicht alles mit, sondern nur das, womit man etwas anfangen kann und was für einen sinnvoll ist.

3 Besonderheiten des Corporate Venture Capital in der chemischen Industrie

Start-Ups in der chemischen Industrie zeichnen sich durch einige Besonderheiten aus, die es auch aus der Investor-Perspektive zu berücksichtigen gilt. Grundsätzlich haben Start-Ups in der chemischen Industrie einen höheren Kapitalbedarf als zum Beispiel rein digitale Start-Ups: So werden zum Teil teure Geräte für die Analytik oder für anwendungstechnische Tests benötigt. Mit hohen Kosten verbunden ist auch die typische Infrastruktur eines chemischen Labors. Die Entwicklungen neuer Produkte dauern oft auch deutlich länger als beispielsweise das Programmieren von Software. Investoren müssen Start-Ups in der chemischen Industrie also länger finanzieren und mit mehr Kapital ausstatten als Unternehmen aus vielen anderen Branchen. Eine weitere Besonderheit kommt dann noch hinzu, wenn das Start-Up den Sprung von der Pilotanlage zur industriellen Anlage macht, da dieser Schritt in der Regel viel Kapital erfordert. In solchen Fällen ist es sinnvoll, den Kapitalbedarf nicht ausschließlich über Venture Capital-Investments abzudecken, sondern in geeigneter Weise mit Bankdarlehen zu kombinieren. Selbstverständlich sollten auch – wie generell üblich – alle Möglichkeiten, Zuschüsse zu bekommen, genutzt werden.

Eine andere Besonderheit besteht in der Notwendigkeit für das Start-Up, zu einem bestimmten Zeitpunkt einen strategischen Investor, also ein Corporate Venture Capital, ins Boot zu holen. Rein digitale Start-Ups können im Prinzip auch ohne einen strategischen Investor auskommen. Bei Start-Ups in der chemischen Industrie ist das jedoch anders. Die anfängliche Entwicklung einer bestimmten Technologie oder eines Produktes erfordert irgendwann sehr anwendungsnahe Tests, bei denen ein strategischer Investor hilfreich sein kann. Bei der Kommerzialisierung ist dann ein strategischer Investor oft unumgänglich, weil das Start-Up zum einen auf die Kundenbasis des strategischen Investors zugreifen möchte, da natürlich die Bildung einer eigenen breiten Kundenbasis sehr lange dauert, und es zum anderen extrem hilfreich für ein Start-Up in diesem Bereich ist, wenn man bei potenziellen Kunden mit einer starken Marke im

Rücken erscheinen kann. Das verleiht insofern Zuversicht beim Kunden, als dass das Start-Up dann offensichtlich keine vorübergehende Erscheinung, sondern auf Dauer angelegt ist.

4 Relevante Aspekte im Kontext von Corporate Venture Capital-Investments

4.1 Die Ziele von Corporate Venture Capital

Die Beweggründe bzw. Motive, in ein Start-Up zu investieren, können von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich sein. Grundsätzlich lässt sich aber festhalten, dass Investitionen in Start-Ups einen einzigartigen Zugang zu mittel- und langfristigen Innovationen bieten.

Motiv 1: Lernerfahrungen Dahinter steckt die Erkenntnis, dass eigene Erfahrungen mit neuen Technologien, Märkten sowie Geschäftsmodellen regelmäßig höhere Lerneffekte mit sich bringen als indirekte Erfahrungen. In vielen großen Unternehmen werden und wurden solche Evaluierungen vorzugsweise anhand von diversen Präsentationen vorgenommen. Dies bleibt aber immer sehr theoretisch und die Einblicke entsprechend begrenzt. Natürlich ist es nicht einfach, diese Erfahrungen als Unternehmen direkt zu machen, wenn man selbst nicht in diesen Märkten und Technologien aktiv ist. Daher bieten Investitionen in Start-Ups einen sehr guten Einblick und ermöglichen Unternehmen, unmittelbare Erkenntnisse zu neuen Märkten, Technologien und Geschäftsmodellen aufzubauen. Hier gelingt es, nicht nur Wissen, sondern tatsächlich Kompetenz aufzubauen. Oft geht es auch darum, Innovations-Ökosysteme zu bilden. Dies umfasst verschiedene Lernerfahrungen aus verschiedenen Perspektiven und führt zu einem vollständigeren Bild von einem bestimmten Markt und einem bestimmten Geschäft.

Motiv 2: Zugang Die Forschung und Entwicklung in großen Unternehmen ist fast immer ein Spiegel von deren operativem Geschäft. Sofern sich technische Entwicklungen, z. B. Anpassungen von Produkten oder auch die Entwicklung neuer Produkte innerhalb praktizierter Technologien, im Rahmen des operativen Geschäftes bewegen, sollte ein Unternehmen immer gut aufgestellt sein, solche Entwicklungen selbst durchzuführen. Allerdings ist das anders, wenn es um die Produkt- oder Technologieentwicklung in angrenzenden Geschäftsfeldern geht, für die ein Unternehmen dann keine ausreichenden technischen Möglichkeiten hat. Auch die echte Disruption von praktizierten Technologien durch neue andere Technologien innerhalb desselben Unternehmens kommt eigentlich nie vor. Hier können Start-Ups eine Möglichkeit sein, Zugang zu Technologien durch ein Investment zu erhalten (Abb. 1).

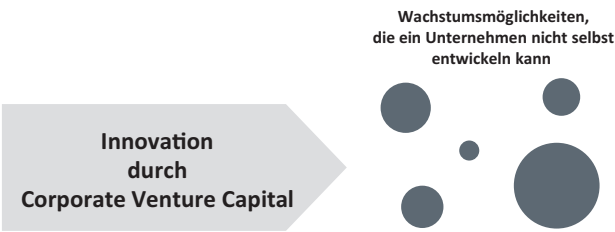


Abb. 1 Zugang zu neuen Technologien und Märkten durch CVC

Man muss in diesem Zusammenhang natürlich erwähnen, dass Investments in Start-Ups nicht der einzige Weg sind, um neue Technologien für ein Unternehmen zu erschließen (Abb. 2). Alternativ kann ein Unternehmen auch Zugang zu neuen Technologien durch Lizenzen, Akquisitionen oder strategische Kooperationen mit jeder Art von Unternehmen, Universität oder Forschungsinstitut erhalten. Allerdings bietet der Zugang über Start-Ups in der Regel die Möglichkeit, Zugang zu erprobten Technologien zu bekommen, die noch nicht skaliert sind. Das ist in der Regel weniger teuer und auch einfacher als die Akquisition von anderen Unternehmen oder Teilen davon. In diesem Fall ist oft die Akquisition des Start-Ups zu einem späteren Zeitpunkt anzustreben.

Motiv 3: Erproben neuer, z. B. digitaler Geschäftsmodelle Das ganze Thema Geschäftsmodell-Innovation ist ein äußerst schwieriges Thema, weil Firmen gerne immer wieder in ihre alten Geschäftsmodelle zurückfallen, da diese eng mit ihrer Kultur zusammenhängen, von der man sich schwer loslösen kann. Investitionen in Start-Ups bieten hier eine gute Möglichkeit, Einblicke in andere Geschäftsmodelle zu bekommen

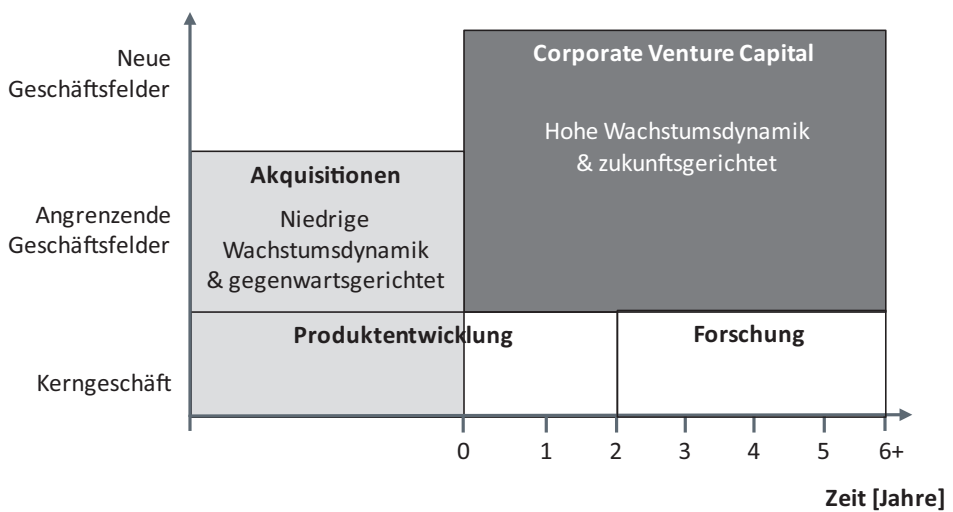


Abb. 2 CVC als ein wesentlicher Zugang zu Innovation

und dann zu entscheiden, ob diese zum eigenen Unternehmen passen oder eher nicht. Auch in diesem Fall würde ein Unternehmen in der Regel die Akquisition des Start-Ups anstreben, wenn das neue Geschäftsmodell tatsächlich im Unternehmen implementiert werden soll.

Motiv 4: Finanzielle Gewinne durch die Investments Dies ist zweifellos das umstrittenste Ziel von Corporate Venture Capital. Hier scheiden sich die Geister. Es gilt, die richtige Balance zwischen strategischen und finanziellen Zielen zu finden (Abb. 3). So haben beide Dimensionen ihre Berechtigung und müssen bei Investments in Start-Ups berücksichtigt werden. Das folgende Rechenbeispiel hilft, das Problem zu verdeutlichen: Angenommen, ein Unternehmen investiert 2 Mio. € in ein Start-Up und verkauft diese Anteile wieder nach ein paar Jahren für 20 Mio. €. Das entspricht einer Rendite von 10x verglichen mit dem ursprünglichen Investitionsbetrag bzw. 18 Mio. € Gewinn. Das ist im Venture Capital Bereich eine phänomenale Wertsteigerung und ein beachtliches Ergebnis. Aber in einem großen Unternehmen muss man diese 18 Mio. € ins Verhältnis zum Cash setzen, das in diesem Unternehmen jedes Jahr in die Bilanz fließt. Dann ist der Gewinn von 18 Mio. € plötzlich nicht mehr so relevant. Allerdings decken diese 18 Mio. € normalerweise die operativen Kosten der Corporate Venture Capital Einheit, was sehr wichtig ist. Es rechtfertigt, warum der finanzielle Aspekt doch von Bedeutung ist. Außerdem wird man schwer Co-Investoren, insbesondere finanzielle Co-Investoren, finden, wenn man den finanziellen Aspekt außer Acht lässt. Darauf wird im Folgenden noch genauer eingegangen, wenn es darum geht, wie man investiert.

Zusammenfassend kann man sagen, dass für ein Corporate Venture Capital der strategische Investment-Aspekt immer im Vordergrund stehen sollte, der finanzielle Aspekt aber nicht vernachlässigt werden darf. Der strategische Investment-Aspekt unterscheidet ein Corporate Venture Capital von einem Finanzinvestor, also von einem Venture Capital Unternehmen. Es gibt einen Trend im Corporate Venture Capital, dass der finanzielle Investment-Aspekt immer wichtiger wird und der strategische hingegen immer mehr in den Hintergrund gerät. Dies stellt eine unglückliche Entwicklung dar, weil die dann die organisatorische Zugehörigkeit der entsprechenden Corporate Venture Capital-Einheit zum größeren Unternehmen beliebig wird. Es wird dann auch immer schwieriger, die Start-Ups als Unternehmen strategisch zu unterstützen.

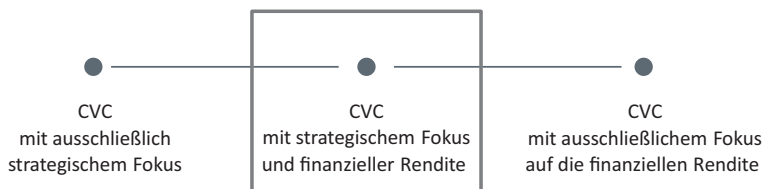


Abb. 3 Unterschiedliche Ausprägungen von CVC

4.2 Zusammensetzung einer CVC-Organisation

Der wichtigste Aspekt ist, ein möglichst vielfältiges Team aufzubauen. Wenn man untersucht, ob eine Investition in ein bestimmtes Start-Up sinnvoll ist, steht die zentrale Frage im Vordergrund, ob es das entwickeln kann, was es entwickeln will. Natürlich hat jeder dazu eine Meinung und man sammelt allerhand Indizien und Belege, die einem helfen sollen, diese Frage zu beantworten. Aber keiner weiß es letztlich wirklich, was in der Natur der Sache liegt. Daher ist es wichtig, dass jedes Start-Up von möglichst vielen unterschiedlichen Perspektiven betrachtet wird. Diese unterschiedlichen Perspektiven bekommt man durch ein Team mit möglichst unterschiedlichen Mitgliedern. Die sollten in verschiedener Hinsicht unterschiedlich sein:

- *Die Diversifizierung:* Männer und Frauen tendieren dazu, Start-Ups unterschiedlich wahrzunehmen und jede Sichtweise hat dabei sicher ihre Berechtigung. Männer betrachten vornehmlich oft die Technologien des Start-Ups sehr intensiv und laufen dabei Gefahr, zu sehr von ihnen in Bann genommen zu werden. Die meisten Frauen achten stark auf sogenannte „softe“ Kriterien, wie zum Beispiel das Team und das Miteinander im Team. So ergänzen sich Männer und Frauen sehr gut mit ihren unterschiedlichen Sichtweisen.
- *Die Ausbildung:* Es liegt auf der Hand, dass man Start-Ups nicht ausschließlich mit einem naturwissenschaftlichen Hintergrund beurteilen kann – auch nicht innerhalb der chemischen Industrie. Man kann Start-Ups, die für die chemische Industrie relevant sind, aber auch nicht nur mit betriebswirtschaftlichem Hintergrund evaluieren. Eine sinnvolle Pluralität und Ergänzung von verschiedenen Ausbildungs-Hintergründen ist folglich sinnvoll und hilfreich. Im Team bei Henkel gibt es daher Chemiker, Ingenieure, Betriebswirte und einen Industriepsychologen, was sich in den letzten Jahren sehr bewährt hat.
- *Die Erfahrung im Unternehmen:* Es ist von Vorteil, wenn Mitglieder im Team gut im Unternehmen vernetzt sind, die entscheidenden Stakeholder sowie die Unternehmenskultur kennen und sich darin „unfallfrei“ bewegen können. Kurzum, Mitglieder im Team, die genau wissen, wie Entscheidungen in ihrem Unternehmen getroffen werden. Diese Mitglieder im Team sollten dann durch externe Mitglieder ergänzt werden. Hier sind insbesondere Erfahrungen im (Corporate) Venture Capital wertvoll. Mitglieder im Team, die aus anderen Branchen kommen und auch die Welt außerhalb des eigenen Unternehmens gut kennen, stellen ebenfalls eine Bereicherung dar.
- *Die Berufserfahrung:* Auch hier ist Vielfältigkeit sinnvoll. Eine gute Kombination aus Mitgliedern im Team, die bereits eine längere Karriere im eigenen Unternehmen oder in einem anderen Unternehmen hinter sich haben, die frisch von der Universität ins Unternehmen kommen oder die bereits sowohl im eigenen Unternehmen wie auch außerhalb des Unternehmens gearbeitet haben, ist zielführend.

- *Die Nationalität:* Unterschiedliche Nationalitäten bringen unterschiedliche Perspektiven und Zugänge zu unterschiedlichen Kulturen mit sich. Daher ist es sinnvoll, unabhängig vom Standort des Teams und seiner Mitglieder, mehrere Nationalitäten im Team zu haben. Je unterschiedlicher, desto besser.
- *Die Region:* Man sollte Mitglieder im Team haben, die in der Region leben, in der man investieren will. Wie bereits in den vorangegangenen Absätzen erwähnt, ist es wichtig, dass man die Start-Ups, in die man investiert hat, einfach erreichen kann, um sie zu unterstützen, und man sollte unbedingt auch einen kulturellen Zugang zu diesen Start-Ups haben.

Es ist einfacher ein Team zu managen, dessen Mitglieder nicht zu unterschiedlich sind. Diese Bequemlichkeit einer homogenen Teamstruktur ist aber nicht zielführend. Entscheidend ist vielmehr, dass die Leiterin oder der Leiter des Teams Spaß an der Führungsaufgabe von Teams mit sehr unterschiedlichen Mitgliedern hat und daraus für sich auch Energie ziehen kann.

Im Wesentlichen sollte es in einem Corporate Venture Capital Team mindestens folgende funktionale Zusammensetzung geben (Abb. 4).

- *Die Leiterin bzw. den Leiter des Teams:* Hier ist hauptsächlich die Führungsqualität gefragt. Fachkenntnisse im Bereich Corporate Venture Capital sind ebenfalls unerlässlich. Diese Person sollte die Personen in den Entscheidungsgremien im Unternehmen kennen und einen guten Zugang zu ihnen haben, idealerweise bis hin zum jeweiligen Vorstand. Ausgezeichnete Kommunikationsfähigkeiten sind ebenso essenziell. Außerdem sollte man bedenken, dass Corporate Venture Capital für viele Unternehmen neu ist und deswegen im operativen Geschäft auf eine gewisse

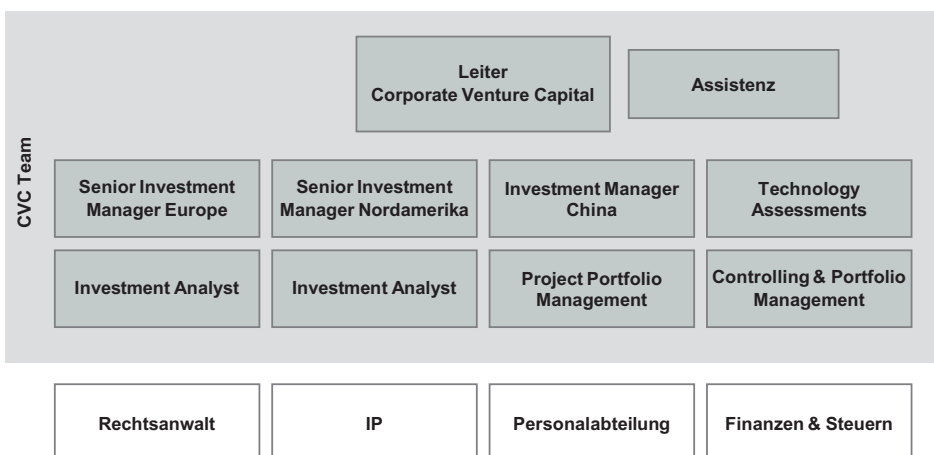


Abb. 4 Eine mögliche Corporate Venture Capital Organisation

Skepsis stoßen kann. Ein Teil der Führungsaufgabe besteht demnach auch im Change-Management.

- *Investment Manager/Direktor*: Hier steht das eigentliche Investment im Fokus. Es geht darum, den gesamten Investitionsprozess zu handhaben, angefangen vom Finden der Start-Ups, über das Evaluieren der Start-Ups bis hin zur Herbeiführung der Investment-Entscheidung. Auch hier sind ausgezeichnete Kommunikationsfähigkeiten gefragt.
- *Investment Analysten*: Hier stehen Hintergrundaufgaben im Fokus. Dies umfasst Recherchen über Märkte und Technologien, Vergleiche von Start-Ups mit anderen Start-Ups sowie die Sondierung des Deal Flows.
- *Projekt-Portfolio Manager*: Wie schon besprochen ist es wichtig, dass die Corporate Venture Capital-Einheit aktiv in die Projekte zwischen dem Start-Up und dem operativen Geschäft eingebunden ist. Während das operative Geschäft inhaltlich mit den Start-Ups arbeitet, geht es der Corporate Venture Capital-Einheit darum, sicherzustellen, dass es in dieser Zusammenarbeit ein klar definiertes Ziel, klare Meilensteine und für alle eine größtmögliche Transparenz gibt. Weiterhin geht es bei dieser Position auch darum, Entscheidungen zu treffen, wann eine solche Kooperation überhaupt stattfinden sollte und wann bestehende Kooperationen beendet sein sollten.

Über diese Funktionen hinaus gibt es noch eine Reihe weiterer wichtiger Funktionen, die für ein Corporate Venture Capital unabdingbar sind.

Zunächst wären da die Finanzen und jemanden von der Rechtsabteilung für die gemeinsame Erstellung der Term Sheets und Verträge sowie für das Erstellen der Business Pläne und der Bewertungen. Hier kann man in gewisser Weise auch auf externe Dienstleister zurückgreifen. Dies kann speziell bei rechtlichen Fragen sinnvoll sein, weil man die Möglichkeit hat, mit einer im Venture Capital-Bereich erfahrenen regionalen Kanzlei zu arbeiten, die auch insbesondere die lokalen Standards für solche Investments kennt.

Ob man diese Funktionen wirklich im Team braucht oder dabei auf Corporate-Funktionen zugreift, muss jeder für sich entscheiden. Henkel greift hier auf Corporate-Funktionen zu. Dabei ist es allerdings wichtig, dass man immer mit denselben Kollegen arbeitet und die Ansprechpartner nicht ständig wechseln.

Den IP Rechtsanwälten kommt eine bedeutende Rolle zu, um die Patentanmeldungen des Start-Ups bewerten und beurteilen zu können und festzustellen, ob und wie das Patentportfolio weiter verbessert werden kann.

Für die Due Diligence werden noch Kollegen aus der Personalabteilung benötigt, um die Arbeitsverträge und den Organisationsaufbau zu bewerten, aus dem Prozess-Engineering gilt es, die technischen Verfahren zu bewerten, sowie weitere Kollegen aus der Forschung und dem Marketing/Verkauf, um das Geschäft des Start-Ups technisch und kommerziell zu evaluieren.

Es ist wichtig, dass die Kernmitglieder der Corporate Venture Capital-Einheit längerfristig im Team bleiben und nicht nach zwei bis drei Jahren wieder zur nächsten Aufgabe

weiterziehen. Letztlich basiert das Venturing sehr stark auf persönlichen Netzwerken, die jeder für sich mitnähme, wenn der Job gewechselt würde. Der Nachfolger müsste dann gegebenenfalls selbst wieder sein Netzwerk bilden, was sehr zeitaufwendig ist. Diese personelle Kontinuität muss bei der Personalplanung und der Zusammensetzung des Teams unbedingt berücksichtigt werden.

4.3 Der Deal Flow – die Quelle der Start-Ups

Als Deal Flow wird die Menge an Start-Ups bezeichnet, die in unterschiedlicher Tiefe und Intensität betrachtet werden. Dabei können die Start-Ups über unterschiedliche Kanäle kommen:

Zum einen können sich Start-Ups direkt an Unternehmen wenden und sich um eine Zusammenarbeit oder Finanzierung bemühen. Das ist unterschiedlich erfolgreich und hängt ganz wesentlich davon ab, wie einfach das Unternehmen es einem Start-Up macht, mit ihm in Kontakt zu treten. Henkel nutzt zu diesem Zweck eine relativ einfache Eingabemaske auf der Webseite. Es liegt auf der Hand, dass Unternehmen von Start-Ups vor allem dann angesprochen werden, wenn diese Unternehmen sich im Venturing-Markt bereits einen Namen gemacht haben. Das ist für Newcomer naturgemäß schwierig.

Zum zweiten werden Start-Ups durch Kollegen, externe Referenzen oder Agenten vermittelt, was sehr hilfreich sein kann. Zu beachten ist, den Vermittlern zeitnah Feedback zu geben, damit diese besser einordnen können, was das CVC tatsächlich sucht und damit diese ihren Suchfilter entsprechend schärfen können.

Ein dritter, weiterer Kanal ist der Kontakt mit Start-Ups auf diversen Veranstaltungen wie Kongressen, Pitch-Sessions, etc.

Henkel bezieht den Großteil seines Deal Flows allerdings von den Venture Capital Fonds, an denen Henkel selbst Anteile hält. Diese lassen Henkel im Gegenzug für das Investment in den Fond an deren Deal Flow teilhaben, zum Beispiel, indem monatlich einzelne Start-Ups detailliert besprochen werden. Die Fonds tragen dazu bei, dass Henkel einzelne Start-Ups, insbesondere kontextabhängig, besser bewerten kann, da sie Technologie- und Marktentwicklungen sowie Start-Ups zu bestimmten Technologien über viele Jahre sehen und somit ein gutes Gefühl dafür entwickelt haben, was funktioniert und was nicht.

Henkel Adhesive Technologies hat einen jährlichen Deal Flow von über 2.500 Start-Ups, die in unterschiedlicher Intensität gesehen und weiter analysiert werden.

4.4 Was es bei Investitionen zu beachten gilt

Wie man im Detail investiert, kann hier nicht berücksichtigt werden. Für die Beschreibung der möglichen Investment-Termini sowie allgemeiner Background zum Thema Corporate Venture Capital sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen (Gaule [2017](#)).

Es ist wichtig, dass man sich grundsätzlich überlegt, wie man investieren will:

- Wie viel Geld sollte investiert werden und wie will man investieren?
- In welche Start-Ups sollte investiert werden?
- In welcher Region sollte investiert werden?
- Mit wem möchte man gemeinsam investieren?
- Welchen Reifegrad sollen die Start-Ups haben, in die man investieren möchte?

Das sind Fragen, die jedes Unternehmen für sich beantworten muss. Neben ein paar allgemeinen Regeln kommt es darauf an, was das Unternehmen mit den Investments erreichen möchte und welche Arten von Investments zur Unternehmenskultur passen.

Wie viel Geld sollte investiert werden und wie will man investieren?

Diese Frage ist eng mit der Frage verknüpft, wie viele Anteile an einem Start-Up erworben werden sollen. In der Regel sind Corporate Venture Capital-Investments Minderheitsbeteiligungen, also Beteiligungen unter 50 %, in junge Unternehmen, die ihr Produkt erst noch entwickeln müssen. Dabei ist nicht gesagt, dass sie das auch schaffen, denn viele schaffen es nicht und gehen folglich bankrott. Durch Minderheitsbeteiligungen wird das Investment-Risiko gegenüber einer kompletten Akquisition reduziert. Man investiert in der Regel kleinere Summen in mehrere Start-Ups und bildet so ein Portfolio. Ähnlich einem Innovationsportfolio werden es manche nicht schaffen und bankrottgehen, manche werden es einigermaßen schaffen und nur wenige werden wirklich ein großes Geschäft entwickeln und eine Unternehmungsbewertung jenseits der 100 Mio. €-Grenze erzielen. Daher erwirbt man in der Regel Minderheitsbeteiligungen unter 50 %.

Da man bei einem Anteil über 20 % – und einem Sitz im Board des Start-Ups – die Verluste des Start-Ups gemäß seines Eigentumsanteils in der eigenen Bilanz konsolidieren muss, sollte man sich gut überlegen, ob Beteiligungen über 20 % für ein Unternehmen sinnvoll sind. Henkel hat aus diesen Gründen entschieden, unter 20 % Eigentumsanteil zu bleiben. Eine weitere Überlegung ist, einen Sitz im Board des Start-Ups zu bekommen. Das ist sinnvoll, weil man so alle relevanten Informationen vom Start-Up und über das Start-Up direkter und früher erhält. Dies ist ein wichtiger Aspekt, wenn man wegen der Lernerfahrung in Start-Ups investiert. Dann ist der Sitz im Board des Start-Ups wichtig, um unmittelbarer mit dem Start-Up zu kommunizieren und vom Start-Up zu lernen. In der Regel bekommt man einen Sitz im Board eines Start-Ups bei mehr als 5 % – oder manchmal auch mehr als 10 % – Eigentumsanteil. Daher strebt Henkel einen Eigentumsanteil an Start-Ups von 5–20 % an. Wie bereits unter Punkt 3 beschrieben, ist der Finanzbedarf in den Finanzierungsrunden bei Start-Ups im Bereich der chemischen Industrie relativ hoch. Henkel hat daher die Leitlinie, dass ein angestrebter Eigentumsanteil von 5–20 % in ein erstes Start-Up-Investment von bis zu 5 Mio. € übersetzt wird. Zu berücksichtigen ist auch, dass bei einem Investment genügend Geld für ein Folgeinvestment reserviert werden muss. Das ist wichtig, um

Start-Ups über einen längeren Zeitraum finanzieren zu können. Folgeinvestments sind wichtig, weil man sonst ein Signal senden würde, dem Start-Up nicht zuzutrauen, die Entwicklungen erfolgreich zu Ende führen zu können. Das kann oft andere Investoren von einem Investment ihrerseits abschrecken. Infolgedessen kann es dazu führen, dass das Start-Up die nötige Finanzierung nicht mehr bekommen kann und zahlungsunfähig wird. Es gilt also bei einem Investment in ein Start-Up immer zu berücksichtigen, welchen Kapitalbedarf das Start-Up in der Zukunft haben könnte.

In welche Start-Ups sollte investiert werden?

In der Regel wird in die Start-Ups investiert, die bestimmte Innovationen entwickelt haben oder solche entwickeln wollen, die einen signifikanten Unterschied in der jeweiligen Industrie machen. Diese Entwicklungen sollten echte technologische Sprünge sein und echte Innovationen darstellen. Idealerweise sucht man hier Investments, die sich auch eindeutig im Markt abgrenzen, ein klares Alleinstellungsmerkmal besitzen, einen klaren Wert für die Kunden liefern und eine Technologie entwickeln, die gut von den Kunden adaptiert werden kann.

Hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung hilft das Formulieren von Suchfeldern top-down. Diese Suchfelder sollten idealerweise zu einem Teil an das operative Geschäft anschließen und zu einem anderen Teil die angrenzenden Innovationsfelder und damit mögliche Erweiterungen des operativen Geschäftes abbilden. Die Definition von Suchfeldern hilft zum einen, Klarheit im eigenen Unternehmen zu bekommen, in welchen Gebieten investiert werden soll, zum anderen ist es auch wichtig, den Investitionsfokus extern klar zu kommunizieren. Weiterhin muss auch Klarheit innerhalb des eigenen operativen Geschäftes sein, welche Ergebnisse von den Investments erwartet werden können – in strategischer wie auch in finanzieller Hinsicht.

In welcher Region sollte investiert werden?

Als strategischer Investor ist es wichtig, mit den Start-Ups, in die man investiert hat, auch aktiv zu arbeiten, was eine gewisse räumliche Nähe voraussetzt, da es nicht praktikabel ist, Start-Ups ausschließlich per Telefon oder Video zu unterstützen. Ein Investor muss bei den Start-Ups gewisse Dinge persönlich anschauen und besprechen können. Daher ist eine gewisse räumliche Nähe wichtig – zumindest sollten Mitarbeiter in der entsprechenden Region zur Verfügung stehen, damit beispielsweise Start-Ups in den USA oder China nicht aus Europa betreut werden müssen.

Die Entscheidung, in ein Start-Up zu investieren, ist maßgeblich vom Management des Start-Ups beeinflusst. Letztlich investiert man immer in Menschen. Wenn diese Menschen eines Start-Ups nicht überzeugen können, dann sollte ein Investment auch nicht infrage kommen. Das Beurteilen des Managements ist oft auch eine kulturelle Frage, daher sollte sichergestellt werden, dass man auch Zugang zur Kultur des Start-Ups hat. Für Europäer beispielsweise würde sich eine Beurteilung von Start-Ups in China als schwierig herausstellen. Es kann deshalb sinnvoll sein, zunächst in der Heimatregion anzufangen und dann das Team nach und nach in andere Regionen zu erweitern.

Mit wem möchte man gemeinsam investieren?

Sicherlich kann man als alleiniger Investor in ein Start-Up investieren, was den Umständen entsprechend sinnvoll sein kann. Allerdings sollte man sich darüber bewusst sein, dass man selbst als Investor auch nur einen bestimmten Beitrag zur Förderung des Start-Ups bringen kann. Oft sind aber noch weitere Fähigkeiten zur erfolgreichen Entwicklung eines Start-Ups notwendig. Diese weiteren Fähigkeiten können durch gemeinsame Investitionsaktivitäten mit anderen CVC erlangt werden. Es muss sichergestellt werden, dass sich die co-investierenden Corporate Venture Capitals auch tatsächlich inhaltlich ergänzen und nicht in direkter Konkurrenz zu einander stehen. Gute Start-Ups achten auch selbst darauf, keine miteinander konkurrierenden Investoren zu haben. Denkbar sind auch Co-Investments mit einem finanziellen Venture Capital, da die zu erwartenden Perspektiven, Kenntnisse und Schwerpunkte komplementär zu denen der Corporate Venture Capitals sind. So kann es z. B. eine große Bereicherung sein, ein finanzielles Venture Capital als Co-Investor zu haben, um die finanziellen Aspekte stärker zu beleuchten oder auf deren extensive Netzwerke zugreifen zu können.

Wer auch immer der Co-Investor ist, es ist sehr wichtig, dass daraus keine Interessenskonflikte beim Start-Up oder den Investoren entstehen.

Welchen Reifegrad sollen die Start-Ups haben, in die man investieren möchte?

Das ist eine schwierige Frage, die von Fall zu Fall untersucht werden muss und die auch jeder für sich selbst beantworten muss. Man unterscheidet hier zwischen den folgenden Phasen eines Start-Ups (Abb. 5):

- Seed Investment (frühe Anschubfinanzierung)
- Development (die eigentliche Entwicklung einer Technologie oder eines Produktes)
- Scaling (Technologie oder Produkt sind entwickelt und man beginnt mit der Kommerzialisierung)
- Late Stage (spätes Stadium, das Start-Up hat bereits Geschäft und ist nun dabei, dieses hochzufahren)

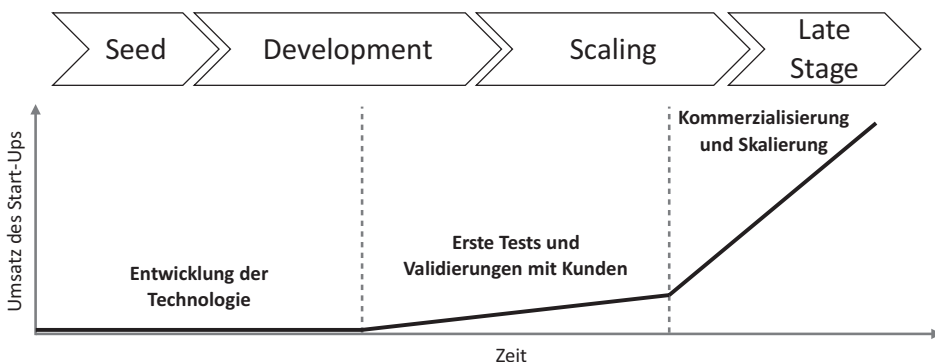


Abb. 5 Vier wesentliche Phasen einer Start-Up-Entwicklung

Grundsätzlich gilt: Je früher investiert wird, umso größer ist das finanzielle Risiko. Seed Investitionen sind sehr risikobehaftet. Viele Start-Ups kommen nicht über dieses Stadium hinaus. Late Stage-Investitionen haben kein sehr großes Risiko mehr. Das Problem besteht nur darin, dass es hier nicht viele Start-Ups gibt. Große Unternehmen tendieren immer mehr dazu, Start-Ups zu akquirieren, sobald die technische Entwicklung abgeschlossen ist, aber noch bevor das Start-Up die Technologie oder das Produkt skaliert hat. Das führt dann dazu, dass viele Start-Ups dieses späte Stadium (Late Stage) gar nicht mehr erleben.

So bleiben also Start-Ups, die bereits mitten in der technischen Entwicklung stehen und Start-Ups, die gerade mit der Kommerzialisierung begonnen haben, als sinnvolle und realistische Investitionsmöglichkeiten übrig. Dabei ist es schwierig, diese Stadien formal mit Investitionsrunden zu korrelieren. Die Investitionsrunden sind in der Regel Seed, A-Runde, B-Runde etc. Allerdings können zwei Start-Ups, die jeweils in einer A-Runde Geld einsammeln, inhaltlich und technisch sehr unterschiedlich weit fortgeschritten sein. Daher ist das Fokussieren auf bestimmte Investmentrunden nur bedingt sinnvoll.

Aufbauend auf diesem Verständnis investiert Henkel Adhesive Technologies in Start-Ups, deren Kommerzialisierung innerhalb der nächsten zwei Jahre in Reichweite ist. Wenn es sich um eine Technologie handelt, deren erfolgreiche Entwicklung von essenzieller Bedeutung für das Unternehmen wäre, dann wird auch ausnahmsweise in Start-Ups in einer frühen Phase investiert.

4.5 CVC-Investments: ein Geben und Nehmen

Wenn große Unternehmen in Start-Ups investieren, gehen damit auf beiden Seiten Erwartungshaltungen einher. Wie oben beschrieben, sollte es nicht nur um das finanzielle Investment, sondern auch um eine strategische Partnerschaft gehen. Wenn es „nur“ um das Geld geht, bieten sich für Start-Ups effizientere Kanäle an als Corporate Venture Capital-Investments.

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Stakeholder mit ihren jeweiligen Interessen skizziert.

Die Erwartungshaltung der Unternehmen In der Regel geht es hier um das Erreichen der strategischen Investment-Ziele: Diese können insbesondere Lernerfahrungen bezüglich neuer Märkte, Technologien und Geschäftsmodelle sowie Zugang zu neuen Technologien sein. Wie vorne schon ausgeführt, geht es hier insbesondere um den Zugang zu Technologien, die ein Unternehmen nicht selbst entwickeln kann.

Die Erwartungshaltung der Start-Ups Das Start-Up erhofft sich von einem Corporate Venture Capital-Investment strategische Hilfe. Das kann der *Zugang zu Kunden* sein, der zeitintensiv und meist aufwendig ist. In der Regel dauert das Aufbauen einer breiten Kundenbasis sehr lange und ist teilweise kompliziert und aufwendig. Ein Start-Up profitiert in diesem Fall durch den Zugang der Kundenbasis des Investors. Allein bei Henkel Adhesive Technologies sind dies über 130.000 direkte Kunden, die im operativen Geschäft von ungefähr 6500 Mitarbeitern technisch und kommerziell betreut werden.

Das kann die *Verwendung der Marke* sein. Oft sind die Start-Ups als Marke – zumindest zunächst – nicht sehr bekannt. Da kann die Verwendung einer bekannten, etablierten und renommierten Marke bei der Ansprache von Kunden sehr hilfreich sein. Manche große Firmen scheuen sich vor Geschäften mit Start-Ups, da sie befürchten, diese könnten zu gegebener Zeit verschwinden und damit zugleich die technische Entwicklung mit diesen Start-Ups. Das würde dann den Verlust des Aufwandes bedeuten, den ein Kunde in die Zusammenarbeit mit einem Start-Up investiert hat. Hier kann die Marke des Investors als Signal gelten, dass hinter dem Start-Up ein großes Unternehmen steht und das Start-Up nicht ohne Weiteres insolvent gehen wird.

Das kann der *Zugang zu neuen Regionen* sein. Der Sprung von Europa in die USA oder nach Asien ist für Start-Ups nicht immer leicht. Da hilft es oft, die Unterstützung des Investors zu bekommen. Möglicherweise möchte ein Start-Up aus Deutschland auch in China Fuß fassen. Da kann es enorm hilfreich sein, wenn das investierte Unternehmen bereits einen Standort in China hat, an dem das Start-Up erstmals ein Büro bekommen kann, bevor es in China auf eigenen Beinen steht.

Dies kann wiederum der *Zugang zu technischen Möglichkeiten* sein. Start-Ups haben zumeist begrenzte technische Möglichkeiten. Hier können die investierten Unternehmen die helfende Hand sein, z. B. mit analytischem Gerät oder mit anwendungstechnischen Tests. Das ist auch insbesondere deswegen relevant, weil große Unternehmen in ihren anwendungstechnischen Labors die Anwendungen ihrer Kunden simulieren. Das Start-Up kann so also die Produkte realitätsnah testen bevor es sie beim Kunden vorstellt.

Das kann auch *Beratung* sein. Start-Ups stehen immer relativ am Anfang einer Entwicklung und manchmal ist es das erste Mal, dass die Gründer ein Start-Up ins Leben gerufen haben. Dann kann es an Markt- oder Anwendungseinsichten oder auch an der nötigen Professionalität fehlen. Investierte Unternehmen tun im eigenen Interesse gut daran, „ihre“ Start-Ups zu coachen und sie mit Rat und Tat zu unterstützen. Letztlich erhöht man damit die Erfolgswahrscheinlichkeit eines Start-Ups und damit die potenzielle Rendite des Investments.

Jedes Start-Up und jedes Unternehmen ist anders. Deshalb muss situativ entschieden werden, welche Unterstützung für ein Start-Up notwendig und hilfreich ist. In jedem Fall sollte jedoch eine gewisse Distanz zwischen Unternehmen und Start-Up eingehalten werden, damit die Eigenständigkeit der Start-Ups gewährleistet ist. Wenn beide zu nah aneinanderrücken, kann das für das Start-Up fatal sein und in der Folge auch für das Unternehmen, das aus dem Start-Up keinen Nutzen mehr ziehen kann. Es muss immer die Eigenständigkeit des Start-Ups gewährleistet sein.

5 Das Leben nach dem Investment

Nach dem Investment geht die Arbeit erst richtig los. Denn dann geht es darum, das einzulösen, was man als strategischer Investor versprochen hat und dem Start-Up zu helfen, sich erfolgreich zu entwickeln. Eine spannende Frage ist, wie eng man dabei mit dem Start-Up arbeiten sollte. Die Antwort auf diese Frage gestaltet sich schwierig.

Zum einen muss man so eng mit dem Start-Up arbeiten, dass man als Unternehmen die beabsichtigte Lernerfahrung erfolgreich umsetzen kann und sicherstellen kann, dass das Start-Up bekommt, was es benötigt, um erfolgreich zu werden. Gleichzeitig sollte man auch nicht zu viele Schnittstellen mit dem Start-Up aufbauen und nicht zu viele Akteure direkt mit dem Start-Up interagieren lassen, weil das Start-Up sonst zu sehr von seiner eigentlichen Aufgabe – nämlich neue Technologien und Produkte zu entwickeln – abgelenkt wird. Bei Henkel haben sich die folgenden zwei Schnittstellen zwischen dem Unternehmen und den Start-Ups bewährt: eine Schnittstelle zum Corporate Venture Capital-Team und eine zum operativen Geschäft (Abb. 6).

Zum anderen ist es aber auch wichtig, dem Start-Up möglichst viel Freiraum zu lassen und es weitestgehend „alleine zu lassen“, damit es sich ungestört/unbeeinflusst entwickeln kann und nicht durch Corporate-Prozesse beeinträchtigt wird.

Es gilt somit der Grundsatz: so nah wie nötig, so weit weg wie möglich. Die Umarmung eines Start-Ups durch ein Unternehmen ist prinzipiell nichts Schlechtes. Aber zu enge Umarmungen können auch erdrücken.

Aber die Unterstützung von Start-Ups ist nur eine Aufgabe von Corporate Venture Capital. Es ging in diesem Beitrag oft um die Lernerfahrung, die ein Unternehmen aus der Zusammenarbeit mit einem Start-Up zieht. Es ist auch Aufgabe von Corporate Venture Capital, dafür zu sorgen, dass die breite Organisation eines Unternehmens ebenfalls davon profitiert und ebenfalls lernen kann. Es geht darum, diese Lernerfahrungen in die Organisation aktiv zu transportieren.

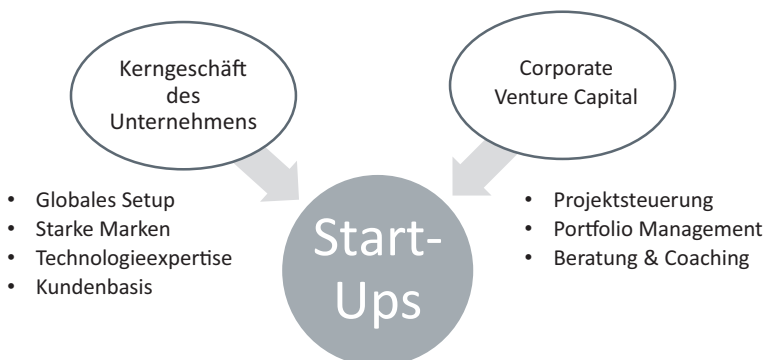


Abb. 6 Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Start-Ups

Henkel Adhesive Technologies hat hier drei verschiedene Ansätze gewählt:

- Eine interaktive digitale Kommunikationsplattform, über die sowohl das CVC-Team als auch andere Mitarbeiter mögliche, von ihnen als aussichtsreich betrachtete Start-Ups und Technologien sowie Markteinblicke und relevante Veranstaltungen strukturiert einbringen können. Alle Einträge in der Plattform können von anderen Mitarbeitern kommentiert werden. Auf diese Weise entsteht ein fruchtbarer Dialog, den man dann in Gesprächen weiter vertiefen kann.
- Einen Portfolio-Tag, an dem relevante Start-Ups eingeladen werden, in die investiert wurde oder mit denen man zusammenarbeitet. Zum einen präsentieren sich diese Start-Ups hier den Mitarbeitern des Unternehmens und zum anderen können die Mitarbeiter hier mit den Start-Ups verschiedene Trends, Technologien, Anwendungen etc. diskutieren.
- Ein stringentes Projekt-Portfolio-Management, mit dem die Kooperationen mit den Start-Ups transparent werden und – wie bereits beschrieben – die Projekte mit den Start-Ups gesteuert werden.

Natürlich weiß jedes Unternehmen selbst am besten, wie ein solcher Wissenstransfer am besten gestaltet werden kann und wie die Mitarbeiter am besten eingebunden werden sollten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass dieser Wissenstransfer aktiv betrieben werden muss. Wenn lediglich Daten und Dateien auf Sharepoints abgelegt werden und man darauf vertraut, dass sich die Mitarbeiter ihre relevanten Informationen selbst daraus ziehen, wird man dieses Ziel nicht erreichen.

6 Fazit

Corporate Venture Capital ist für ein Unternehmen ein wichtiger Zugang zu Innovation. Es ermöglicht den Zugang zu neuen Märkten, Technologien und Geschäftsmodellen, die man selber als Unternehmen nicht entwickeln kann. Verglichen mit Akquisitionen oder eigenen Forschungsentwicklungen sind CVC-Investitionen günstiger bzw. mit weniger Risiko behaftet und erlauben einen guten Einblick in solche neuen Märkte, Technologien und Geschäftsmodelle. Um erfolgreich zu sein, sollte man unbedingt folgende Punkte beachten und entsprechend der eigenen Unternehmenskultur ausprägen:

- Klare Ziele, die man mit Corporate Venture Capital für das eigene Unternehmen erreichen will
- Klarer Investmentfokus
- Diversifiziertes Team
- Professioneller Investment-Prozess

Ein Unternehmen kann nur dann wirklich von einem Corporate Venture Capital profitieren, wenn die Organisation eines Unternehmens lernt. Dafür ist es unerlässlich,

dass man geeignete Maßnahmen trifft, die Mitarbeiter eines Unternehmens an den Lernerfahrungen aus der Beziehung zu Start-Ups bezüglich Märkten und Technologien teilhaben lässt. Diese Maßnahmen müssen unbedingt zur Unternehmenskultur passen und die Mitarbeiter eines Unternehmens aktiv ansprechen, ansonsten werden sie nicht fangen.

Je offener die Innovationskultur eines Unternehmens ist und je klarer man nach außen auftritt, desto besser wird man die Vorteile und den Nutzen von Corporate Venture Capital für das Unternehmen realisieren können.

Literatur

Achleitner, AK (2019) Gablers Wirtschaftslexikon. <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/corporate-venture-capital-28832/version-252456>

CBInsights (2018) The 2018 global CVC report. https://fintek.pl/wp-content/uploads/2019/02/CB-Insights_CVC-Report-2018.pdf

Gaule A (2017) Purpose to performance: innovative new value chains. Gallery Books, New York

Senor D, Singer S (2011) Start-up nation: the story of Israel's economic miracle. Twelve, New York



Dr. Paolo Bavaj leitet das Corporate Venturing bei Henkel Adhesive Technologies. Dort geht es um Investitionen und Kooperationen mit Start-Ups im materialwissenschaftlichen Bereich sowie den damit verbundenen digitalen Geschäftsmodellen. Er kam im Dezember 2010 in den Geschäftsbereich Adhesive Technologies der Henkel AG & Co. KGaA als Corporate Director, verantwortlich für Strategy und Business Development. Im April 2013 wurde er Leiter des New Business Development, verantwortlich für die Identifizierung und das Evaluieren von neuen innovativen Geschäftsideen mittels Foresight Management, Scouting, Start-Up Screenings, Venturing und Incubation. Davor arbeitete er seit 1996 bei Celanese Chemicals, wo er in der Produktion, dem New Business Development und im Verkauf in den USA beschäftigt war. Er leitete dann die globale Forschung und das globale New Business Development für die Business Line Specialties bei Celanese Chemicals. Dann leitete er das globale Glasfaser-Geschäft und das Europäische Geschäft für Textile and Engineering Fabrics bei Celanese Emulsions. Dr. Paolo Bavaj hält einen Dokortitel der RWTH Aachen in Technischer Chemie.

Bewertung von Innovationsprojekten in VUCA Welt

Sabine Landwehr-Zloch und Marcus Vossen

Zusammenfassung

Die digitale Transformation verändert grundlegend die Rahmenbedingungen und Parameter für forschende Unternehmen der chemischen Industrie. Zum einen eröffnen digitale Technologien neue Geschäftsmodelle und Innovationsmöglichkeiten. Zum anderen stellt der Übergang in ein zunehmend komplexer werdendes Umfeld – der „VUCA Welt“ – (zu Deutsch: volatil, unsicher, komplex und mehrdeutig) neue Herausforderungen an die wirtschaftliche Bewertung und Auswahl von Innovationsideen. Der vorliegende Beitrag stellt am Beispiel der BASF dar, wie Innovationsprojekte vor dem Hintergrund der skizzierten Herausforderungen angemessen bewertet werden können. Zunächst werden in Abschnitt zwei klassisch eingesetzte Bewertungsverfahren wie der Net Present Value (NPV) oder der Expected Commercial Value (ECV) vorgestellt. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor der BASF ist das systematische Lernen aus vorangegangenen Projekten. Wie dies erfolgen kann wird in Abschnitt drei aufgezeigt. In Abschnitt vier werden innovative Bewertungsverfahren vorgestellt, die ergänzend zu den vorhandenen Verfahren eingesetzt werden können und den bewertungstechnischen Herausforderungen der VUCA Welt in besonderer Weise Rechnung tragen.

S. Landwehr-Zloch (✉)

Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe, Fachbereich Wirtschaft,
Karlsruhe, Deutschland

E-Mail: sabine.landwehr-zloch@dhbw-karlsruhe.de

M. Vossen

BASF SE, Ludwigshafen am Rhein, Deutschland

E-Mail: marcus.vossen@basf.com

1 Projektbewertung – Voraussetzung für die effektive Projektauswahl

Innovationen bestimmen die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit und damit die langfristige Existenz von Unternehmen am Markt. In wettbewerbsintensiven Branchen wie der chemischen und pharmazeutischen Industrie ist das Sicherstellen der Innovationsfähigkeit daher von zentraler Bedeutung. Naturgemäß sind Innovationen durch eine geringe Ex-ante-Erfolgswahrscheinlichkeit und gleichzeitig durch einen hohen Zeit- und Ressourcenaufwand gekennzeichnet. Für Innovationsprojekte der chemischen und pharmazeutischen Industrie gilt dies in besonderem Maße, da bereits erste Versuche in frühen Phasen mit hohen Kosten verbunden sein können.

In Zeiten zunehmender Kommoditisierung und Durchdringung der Branche mit digitalen Technologien steht das Innovations-Management in einem ohnehin anspruchsvollen Umfeld vor weiteren Herausforderungen: Bereichs- und unternehmensübergreifende Vernetzung infolge des digitalen Wandels haben dazu geführt, dass jene, die an den Innovationen beteiligt sind, verstärkt auch außerhalb bekannter Gebiete denken müssen, um marktfähige Innovationen hervorzubringen (Landwehr-Zloch 2018). Das Denken außerhalb bekannter Gebiete geht in der Regel einher mit einer steigenden Unsicherheit bezüglich zukünftiger Entwicklungen, zumal bisweilen die Gültigkeit angenommener Gesetzmäßigkeiten für die Prognose zukünftiger Entwicklungen zu hinterfragen ist (z. B. Annahmen über Wettbewerbsbarrieren, Zeitstabilitätshypothese, usw.).

Die verantwortlichen Entscheider stehen in diesem Kontext vor der Herausforderung, knappe Ressourcen (F&E Budgets, personelle Ressourcen u. a.) in diejenigen Innovationsvorhaben zu investieren, die den höchsten Wertbeitrag in Aussicht stellen. Damit wird die fundierte Bewertung von Projekten zu einer wesentlichen Voraussetzung für die effektive Projektauswahl.

Vor dem Hintergrund der skizzierten Merkmale von Innovationen und der aktuellen Herausforderungen bedeutet effektives Innovationsmanagement also, die kurz- und die langfristige Erfolgssituation des Unternehmens auszubalancieren. Dies umfasst zum einen, die werthaltigen Innovationsideen aus der Summe aller Projekte zu identifizieren und zielgerichtet zur Marktreife zu entwickeln. Zum anderen müssen Innovationsprojekte mit schlechten Prognosen möglichst früh erkannt und konsequent eingestellt werden (fail early, fail cheap) (ähnlich Zloch 2007).

Besonders in frühen Phasen der Chancenfindung ist der Weg zum konkreten Projekt jedoch noch weit und unsicher, die Bewertbarkeit meist begrenzt: So können bewertungsrelevante Größen wie zukünftige Umsätze, Kostenverläufe oder Cashflows oft nicht belastbar abgeschätzt werden, in manchen Fällen ist der zukünftige Markt noch gar nicht entwickelt.

Langlaufende Innovationsprojekte wie in der chemischen und pharmazeutischen Industrie sind typischerweise durch eine asymmetrische Zahlungsstruktur gekennzeichnet: (sicheren) Auszahlungen der näheren Zukunft stehen (ungewisse) Einzahlungen in der weiteren Zukunft gegenüber. Dynamische Bewertungsverfahren berücksichtigen diese unterschiedlichen Zahlungszeitpunkte (und damit den Zeitwert der Zahlungen) über Diskontierungsfaktoren und sind daher in Theorie und Praxis als geeignete Methode zur Innovationsprojektbewertung anerkannt.

Im nachfolgenden Abschnitt werden der Net Present Value und der risikoadjustierte Expected Commercial Value als praxisübliche Vertreter dynamischer Verfahren zur Bewertung von Innovationsprojekten vorgestellt.

2 Gängige Bewertungsmethoden am Beispiel der BASF SE

Seit etwa fünfzehn Jahren werden Forschungsprojekte bei BASF über einen dem Stage-Gate-Prozess angelehnten „Phase-Gate“-Ablauf gesteuert. Dieser Prozess, bei dem die unterschiedlichen Phasen der Produkt- oder Prozessentwicklung durch sog. „Gates“, also zeitliche Haltepunkte, getrennt sind, findet sich auch in vielen anderen Unternehmen der chemischen Industrie wieder.

Der Stage-Gate- oder Phase-Gate-Prozess eignet sich besonders zur Steuerung von Forschungsprogrammen, die eine große Anzahl von unterschiedlichen Projekten mit in Summe beträchtlichen Aufwendungen beinhalten. Allein bei BASF wurden im Jahr 2018 rund 3.000 Projekte in der Forschungspipeline bearbeitet. Die Investitionen in Forschung und Entwicklung betrugen in den Jahren 2014–2018 durchschnittlich etwa 1,9 Mrd. € pro Jahr (Abb. 1 und 2).

Das Management von so vielen Projekten erfordert eine vergleichbare und konsistente Bewertung der Einzelprojekte, um einen effizienten Einsatz der vorhandenen Ressourcen sicherzustellen. Dabei kann es in den unterschiedlichen Unternehmensbereichen durchaus unterschiedliche Einzelkriterien geben, die am Geschäft der Einheit ausgerichtet sind.

Im Folgenden soll anhand des Unternehmensbereichs „Intermediates“ der BASF erläutert werden, welche Steuerungs- und Bewertungsmethoden bei Forschungsprojekten zum Einsatz kommen können. Der Bereich Intermediates nimmt im BASF-Produktions-„Verbund“ eine zentrale Position ein, da hier Rohstoffe der BASF-Petrochemie eingesetzt werden und zu Zwischenprodukten umgewandelt werden, die sowohl an kundennahe Bereiche – z. B. Pflanzenschutz, Coatings, Kunststoffe usw. – als auch an externe Kunden verkauft werden.

Der Service, den die zentralen Forschungseinheiten für den Bereich „Intermediates“ erbringen, umfasst daher die Entwicklung von neuen Produkten und neuen

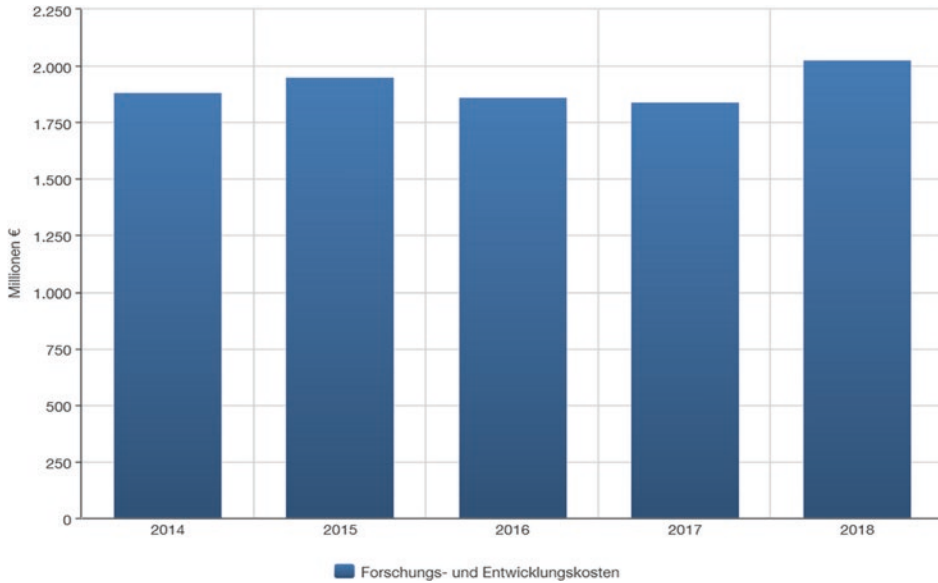


Abb. 1 Forschungs- und Entwicklungskosten



Abb. 2 Innovation

Anwendungen für bereits bestehende Produkte bis hin zur Optimierung bestehender Produktionsprozesse oder Entwicklung radikal neuer Herstellungsverfahren.

Die Steuerung des Forschungsportfolios findet im Unternehmensbereich statt und hier werden auch die Entscheidungen über einzelne Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Phase Gate-Prozess getroffen.



Abb. 3 Phase-Gate-Prozess der BASF

Zu jedem Gate findet ein Projekt-Review statt, an dem der „Gatekeeper“ – i.e. der verantwortliche Manager im Prozess – den Projektfortschritt prüft und bei Erfolg den Start in die nächste Phase und das damit verbundene Budget freigibt (Abb. 3).

Alle Projektideen, die in der „Opportunity Fields-Phase“ genannten Suchphase eine positive Bewertung bekommen und ein Forschungsbudget erhalten sollen, werden schrittweise durch die Phasen „Business Case“, „Lab“, „Pilot“ und „Launch“ geleitet. Das Ziel am Ende der Launch Phase ist es, ein neues oder verbessertes Produkt in den Markt zu bringen, eine Prozessoptimierung in der Produktion zu implementieren oder sogar eine komplett neue Chemieanlage mit innovativem Herstellverfahren anzufahren. Unabhängig vom Ziel des Vorhabens steigt an jedem der sechs Gates, die die unterschiedlichen Projektbearbeitungsphasen trennen, der Anspruch an die Informationstiefe zum Projekt.

Opportunity Fields Phase Hier werden Projektideen unterschiedlicher Herkunft zusammengetragen und in einem Screening auf grundsätzliche Relevanz für das Unternehmen geprüft. Quellen für neue Ideen sind Kundengespräche oder -anfragen, Wettbewerbs- oder Marktanalysen, interne oder externe Workshops, Ideenkampagnen oder Ideen von Mitarbeitern aus Vertrieb, Marketing, Produktion und Forschung. Mittlerweile haben sich für diese Phase verschiedene web basierte Software-Anwendungen zum Ideenmanagement etabliert, in denen eine erste Bewertung auch online gemacht werden kann.

Business Case Phase In der Business Case Phase wird noch mit relativ groben Annahmen an einem grundsätzlichen Konzept zur Lösung einer Produkt- oder Prozessidee gearbeitet; Arbeiten in dieser Phase beschränken sich auf Marktstudien, erste Patent- und Literaturrecherchen sowie ggf. erste orientierende Versuche zur grundsätzlichen Machbarkeit einer chemischen Synthese im Labormaßstab. Der finanzielle Aufwand in dieser Phase ist üblicherweise gering – verglichen mit dem Budget des Gesamtprojektes.

Lab Phase Zum Start der Lab Phase, in der üblicherweise die neuen Projekte auf Machbarkeit im Labor untersucht werden und auch die Forschungskosten ansteigen, ist eine erste wirtschaftliche Bewertung des Projektes verpflichtend. Zu diesem „Gate 3“ genannten Zeitpunkt wird die erste wichtige unternehmerische Entscheidung getroffen: Ist ein Investment in dieses Forschungsprojekt finanziell attraktiv und verspricht das Projekt einen entsprechenden Gewinn? Um diese Frage zu klären, müssen nicht nur zu den

technischen sowie produktions- und marktorientierten Aspekten Antworten bzw. Grundannahmen vorhanden sein, es sind auch Abschätzungen zu Forschungskosten, Dauer des Projektes und notwendigen Investitionen zur Umsetzung des Projektes notwendig.

Pilot Phase Zeigen sich im Labor gute Ergebnisse, die auf eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes schließen lassen, dann gibt der Gatekeeper mit dem Gate 4 die Pilot Phase frei. Hier findet in der Regel der erste Scale-up-Schritt statt, mit dem gezeigt werden soll, dass das neue Produkt auch in größerem Maßstab profitabel herstellbar ist, bzw. der neue Prozess auch unter Produktionsbedingungen dauerhaft funktionieren kann. Dazu kommen auch z. B. Versuche zur Untersuchung von Korrosion am verwendeten Reaktormaterial, Lebensdauer von Katalysatoren, Analyse von Stoffkreisläufen in der Produktion und vieles mehr. Ebenfalls in dieser Phase werden z. B. Produktmuster an Zielkunden übergeben, um zu untersuchen, ob ein neues Produkt in der geplanten Anwendung die gewünschte Performance zeigt.

Launch Phase In der Neuproduktentwicklung findet in dieser Phase das Scale-up auf die Produktionskapazität statt. Parallel dazu findet die Finalisierung des Marketing- und Vertriebsplans, Brand-Management und Kundenkommunikationsplans statt. Bei Forschungsprojekten mit Schwerpunkt Prozessentwicklung läuft in der Launch Phase der Bau bzw. Umbau der Produktionsanlage, die von der Forschung durch Maßnahmen zum Troubleshooting unterstützt wird.

Ob ein Projekt wirtschaftlich attraktiv ist, wird bei BASF in einem branchenüblichen Ansatz durch Ermittlung des Nettobarwertes („Net Present Value“ = NPV) bestimmt. In diesem Berechnungsverfahren werden alle relevanten Ausgaben (Forschungskosten, Launchkosten, fixe und variable Herstellkosten, Abschreibung von Investitionsgütern usw.) mit den zu erwartenden Einnahmen (Erlöse von neuen oder verbesserten Produkten, Einsparungen im Herstellverfahren, Erweiterung von Produktionskapazitäten usw.) verglichen. Üblich bei diesem Verfahren ist ein Betrachtungszeitraum, der mit dem Beginn des Projektes startet und zehn bis fünfzehn Jahre nach geplantem Abschluss des Forschungsprojektes bzw. den ersten Einnahmen aus dem Projekt endet. Der Nettobarwert „NPV“ wird bestimmt durch die Differenz von Einnahmen und Ausgaben, welche für jedes Jahr der Projektbetrachtung ermittelt und mit einem Diskontierungssatz abgezinst werden. Der Diskontierungssatz entspricht dabei dem Mindestanspruch, den das Unternehmen an die Projektverzinsung stellt.

Ein positiver NPV-Wert deutet auf einen wirtschaftlich sinnvollen Business Case hin. Dabei gilt, je größer der NPV, desto attraktiver ist das Projekt.

Zusätzlich zum NPV wird jedem Projekt eine weitere Kennzahl zugeordnet: Der abgeschätzte kommerzielle Wert – „Expected Commercial Value“ (ECV) berücksichtigt auch die Realisierungswahrscheinlichkeit eines Projektes. Diese kann – stark abhängig von der Art und dem Neuheitsgrad des Projektes – zwischen <10 und >90 % schwanken. Während der NPV nur das Ergebnis des Business Case im Basisfall (i.e. Erfolgsfall)

aufzeigt, wird beim ECV der kommerzielle Nutzen unter Berücksichtigung des Misserfolgswahrscheinlichkeitswertes berücksichtigt. Hierzu werden jedem Projektjahr bis zum Launch des Projektes Wahrscheinlichkeitswerte zugeordnet. Jeder Projektphase kann so eine „Überlebenschance“ gegeben werden, die dem individuellen Risiko der darin durchgeführten Forschungsarbeiten entspricht. Alle Ausgaben und Einnahmen im Projekt werden dann mit der Eintrittswahrscheinlichkeit gewichtet, sodass der ECV in der Regel deutlich kleiner ist als der NPV. Ein negativer ECV deutet darauf hin, dass ein Projekt – unter statistischer Berücksichtigung aller damit verbundenen Risiken – keinen positiven wirtschaftlichen Beitrag liefert.

Diese Kennzahl hat den Vorteil, dass sich auch Forschungsaktivitäten mit unterschiedlich großem Projektrisiko miteinander vergleichen lassen. Das ist speziell bei der Portfoliosteuerung von Projektgruppen wichtig, in denen man eine ausgewogene Mischung aus potenziell hochwirtschaftlichen, aber riskanten Projekten („high risk – high return“) und moderat wirtschaftlichen, aber risikoarmen Projekten („low risk – low return“) erzielen will.

Die Herkunft des ECV aus der Statistik ist gleichzeitig auch ein Nachteil dieser Kennzahl. Da der ECV die Summe aller risikogewichteten NPVs im (positiven) Erfolgs- und der (negativen) Misserfolgswahrscheinlichkeiten darstellt, beschreibt dieser Wert keinen tatsächlich eintretenden Fall, sondern lediglich einen gewichteten Durchschnittswert von wirtschaftlichen „Business Cases“.

Beide Kennzahlen (NPV und ECV) werden üblicherweise über unternehmensspezifische Rechenprogramme ermittelt, die nach der „Discounted Cashflow-Methode“ arbeiten. Dieses Rechenprogramm wird einheitlich für alle Projekte genutzt, um eine Vergleichbarkeit der NPV- oder bzw. ECV-Berechnungen zu erhalten.

Die Bewertung von Forschungsprojekten umfasst also grundsätzlich zwei Aspekte:

1. Ist der Business Case im Basisfall wirtschaftlich attraktiv ($NPV > 0$)?
2. Wie groß sind die mit dem Basisfall verknüpften Risiken („Probability of Success“) und gibt es ggf. ebenfalls positive Alternativ-Szenarien, die zu einem positiven erwartungsgewichteten Erwartungswert führen ($ECV > 0$)?

Trotz aller Aktualität und Sorgfalt bei der Erstellung des Business Cases und der daraus abgeleiteten Kennzahlen, zeigt sich in der Realität häufig eine deutliche Abweichung von den prognostizierten Werten – und das sowohl auf der Ausgaben- als auch auf der Einnahmenseite. Dies liegt nicht zuletzt begründet in der Schwierigkeit der Vorhersage von Umsatz und Kosten von Projekten, die noch in der Forschungsphase mit ihren unzähligen Unsicherheiten stecken.

Nichtdestotrotz ist es erforderlich, die Rechnung für jedes Projekt regelmäßig zu aktualisieren, um neue Erkenntnisse aus Forschung, Produktion oder Marktumfeld berücksichtigen zu können. Ein Update nach sechs Monaten bzw. an jedem neuen Gate erscheint hier eine sinnvolle Zeitspanne zu sein.

Auch bei erfolglosen Projekten ist es wichtig, ein drohendes Scheitern möglichst früh zu erkennen, um weiteren personellen und finanziellen Aufwand zu minimieren. Das Motto „fail early – fail cheap“ ist hier durchaus berechtigt, um Ressourcen möglichst in erfolgversprechenden Projekten einzusetzen.

3 Lernen aus Projekten – das Erfolgsmodell der BASF SE

Für eine realistische wirtschaftliche Bewertung von Innovationsprojekten ist es sinnvoll, Erfahrungen aus bereits erfolgreich abgeschlossenen oder vorzeitig eingestellten Projekten einfließen zu lassen. Diese Erfahrungen lassen sich gut im Rahmen von „Projekt-Debriefings“ gewinnen, sofern dies explizit im Innovationsmanagement verankert ist und in einem angemessenen Rahmen stattfindet. Bewährt haben sich moderierte Debriefings mit dem gesamten Projekt-Team, in denen Erfolgs- und Misserfolgswirkungen in allen Projektdimensionen offen diskutiert und bewertet werden. Das oberste Ziel jedes Debriefings sollte es immer sein, Fehler zu identifizieren, die in zukünftigen Projekten zu vermeiden sind, bzw. Erfolgsfaktoren zu finden, die sich auf andere Projekte übertragen lassen. Eine Fehlerkultur, die einen offenen Umgang mit negativen oder kritischen Erfahrungen unterstützt, ist die dazu natürlich eine Grundvoraussetzung.

Im Bereich „Intermediates“ findet ein Debriefing grundsätzlich bei allen Projekten statt, die erfolgreich waren oder in der Laborphase oder zu einem späteren Zeitpunkt erfolglos geschlossen wurden. Das Debriefing mit dem Projekt-Team wird überwiegend als „Live-Meeting“ durchgeführt. Die wesentlichen (neuen) Erfahrungen und Erkenntnisse werden protokolliert, um sie in späteren Projekten zu nutzen. Forschungsprojekte werden in diesem Unternehmensbereich grundsätzlich erst nach erfolgtem Debriefing geschlossen, was die Motivation erhöht, das Debriefing zeitnah nach Projektende durchzuführen.

Diskussionspunkte im Debriefing

Die wesentlichen Diskussionspunkte, die im Debriefing-Meeting angesprochen werden, sind:

- Bewertung des Projekterfolges
- Technologischer Erfolg (Wurden die technischen Ziele erreicht?)
- Wirtschaftlicher Erfolg (Wurden oder werden in Zukunft die wirtschaftlichen Ziele erreicht?)
- Inwiefern weicht die aktuelle Erwartung an den Business Case von der ursprünglichen Erwartung zu Beginn des Projektes ab?
- Erfolgskriterien (Was waren die Treiber für den Erfolg des Projektes?)
- Gründe für das Scheitern (bei erfolglosen Projekten)
- Marktanalyse und Risikobewertung

- Wie war die Qualität der Marktanalyse (Marktwachstum, Wettbewerber)?
- Qualität der wirtschaftlichen Annahmen (Investment, Produktionskosten, Preise)?
- Risikobewertung (War die Risikoeinschätzung realistisch? Gab es geeignete Rückfallpositionen?)
- Wert der Forschungsergebnisse für andere Projekte (Know-how-Gewinn, Entwicklung von neuen Technologien, Benchmarks, generiertes IP, Sicherheitskonzepte oder Datennutzung für bestehende Produktion)
- Erfolgsfaktoren für das Projektmanagement

Abgeleitete Erfolgsfaktoren für zukünftige Projekte

Abgeleitet aus den Debriefings lassen sich folgende Faktoren festhalten, die für den Projekterfolg kritisch sind und die damit auch für die Bewertung von Forschungsprojekten bedeutsam sind:

- Strategischer Fit: Passt das Projekt zur Ausrichtung der geplanten Geschäftsentwicklung?
- Wirtschaftlichkeit: Sind die wirtschaftlichen Kennzahlen robust genug, um in einem rauerem Marktumfeld zu bestehen?
- Kundenorientierung: Löst das Projekt relevante Probleme beim Kunden (Stärke der Unique Value Proposition – „UVP“)? Gibt es ein starkes Commitment des Kunden zum Projekt oder zum Produkt?
- Marktorientierung: Ist der Markt schon vorhanden? Gibt es das gleiche oder ein ähnliches Produkt bereits am Markt (me-too-Lösung)? Muss der Markt erst entwickelt werden?
- Timing: Ist der Markt reif für die neue Technologie oder das neue Produkt? Ist die Neuentwicklung schnell genug im Vergleich zur Konkurrenz?
- Anlagenverfügbarkeit: Passt das Projekt zu den vorhandenen Produktionsanlagen oder muss investiert werden (Umbau, Neuanlage oder Erweiterung)? Kann ggf. vorübergehend über einen Lohnfertiger („Toller“) produziert werden?
- Technologieverfügbarkeit: Sind die notwendigen Technologien zur Herstellung des neuen Produktes im Unternehmen verfügbar? Wie groß ist der eigene technologische Vorsprung?
- Nachhaltigkeit: Inwiefern passt das Forschungsthema zu den Unternehmenszielen im Bereich der Nachhaltigkeit?
- Intellectual Property: Gibt es Einschränkungen durch Patente Dritter (Produkt-, Prozess oder Anwendungspatente)? Kann das Forschungsgebiet durch eigene Patente geschützt werden?

Alle mess- oder bewertbaren Faktoren lassen sich durch geeignete, meist qualitative Verfahren (z. B. Scoringmodelle, Spiderweb-Diagramme oder Ähnliches) visualisieren und zusammenfassen. Damit ist ein Abgleich der Attraktivität eines realen Projektes im Vergleich zum „Wunschprojekt“ oder zu anderen Projekten im Portfolio möglich.

Dabei ist zu beachten, dass sich einzelne Faktoren in kurzer Zeit deutlich verändern können – sowohl was die Einschätzung der eigenen Projektperformance als auch die des Projektumfeldes betrifft. Das trifft nicht nur auf die wirtschaftlichen Kennzahlen (NPV, ECV etc.) zu, sondern insbesondere auch auf die anderen Bewertungskriterien.

4 Ausgewählte Bewertungsmethoden für die VUCA Welt

Die „VUCA World“, zu Deutsch die volatile, unsichere, komplexe und mehrdeutige Welt, ist eine gute Beschreibung dafür, wie sich der Kontext, in dem Chemieunternehmen operieren und strategische Entscheidungen treffen, ändert und zukünftig ändern wird.¹ Dieser VUCA Kontext führt dazu, dass die wertmäßigen Konsequenzen heute getroffener Entscheidungen (z. B. wir investieren in Projektidee A und verwerfen dafür Projektidee B) von einer Fülle an Faktoren abhängen, die zum großen Teil auch außerhalb der Beeinflussbarkeit von Unternehmen liegen und in ihren Auswirkungen zum Zeitpunkt der Auswahlentscheidung nicht vollumfänglich bekannt sind.

Deterministische Verfahren wie der NPV und der ECV, die einen sicheren Bewertungskontext voraussetzen (z. B. beschreibbare bzw. bewertbare Märkte mit Kundenstrukturen und Absatzmengen, realistische Eintrittswahrscheinlichkeiten für bestimmte Szenarien etc.) können dieses neue Ausmaß an Ungewissheit in der VUCA Welt jedoch nicht zutreffend abbilden. Folglich sind sie alleine immer weniger als belastbare Grundlage für Projektauswahlentscheidungen geeignet. Sinnvoll bleiben sie aber weiterhin, „zwingen“ sie doch den Entscheider zum Zeitpunkt der Projektauswahl, sich mit den wertmäßigen Konsequenzen und den zentralen Determinanten des zukünftigen Projekterfolges auseinander zu setzen. Ein weiterer Vorteil ist, dass Projekte mit unterschiedlichen Laufzeiten und Risikostrukturen miteinander vergleichbar gemacht werden und somit eine Gesamtschau des Innovationsportfolios (Portfolioanalyse) möglich wird.

Um den skizzierten Herausforderungen des VUCA Kontextes in der Projektbewertung Rechnung zu tragen, werden nachfolgend ausgewählte Methoden und Analysen vorgestellt, die auf dem Grundkonzept der NPV- bzw. Kapitalbarwertmethode aufbauen und die Bewertung eines Projektes breiter und damit belastbarer machen. Einschränkend ist an dieser Stelle aber festzuhalten, dass nicht die korrekte Bewertungsmethode die Herausforderungen der VUCA Welt löst, sondern die Fähigkeit, agil, d. h. durch schnelle/flexible Vor- und Rückkopplungen innerhalb von Projekten und Portfolios, auf bewertungsrelevante Änderungen zu reagieren bzw. vorausdenkend zu agieren.² Die nachfolgenden

¹Der Begriff VUCA wurde bereits Ende der 80-er Jahre durch die US-amerikanische Militärakademie geprägt. Vgl. Barber (1992, S. 4 ff.).

²Der Begriff Agilität ist derzeit in aller Munde und wird besonders häufig im Zusammenhang mit Digitalisierung und der VUCA Welt verwendet. Im vorliegenden Beitrag wird Agilität mehr als Managementphilosophie denn als strikte Methode interpretiert. Ähnliche Sichtweisen finden sich z. B. bei Lucht (2019).

Methoden können hier helfen, den Blick der Projektverantwortlichen auf die relevanten „Bewertungstreiber“ zu lenken und diese im Projektverkauf (im Sinne eines Frühwarnsystems) besonders im Auge zu behalten.

4.1 Anpassung der bestehenden Verfahren

4.1.1 Denken in Szenarien und Sensitivitätsanalysen

Sensitivitätsanalysen (auch Methode der kritischen Werte genannt) sind eine praktikable Methode, um zu prüfen, wie stabil sich das Projektergebnis bei Veränderung einzelner Inputparameter verhält. Im Wesentlichen kann mit Sensitivitätsanalysen beantwortet werden, wie weit bewertungsrelevante Größen (z. B. Absatzmengen und Preise, geschätzte Herstellungskosten, Kosten für Forschung und Entwicklung oder die Time to Market) von ihrem ursprünglichen Wertansatz abweichen dürfen, ohne dass die Zielgröße (z. B. der NPV) einen festgelegten Wert unterschreitet bzw. negativ wird (Perridon und Steiner 1999).

Zu diesem Zweck löst man die NPV Formel nach der Variablen auf, die als besonders unsicher angesehen werden, während man die anderen Parameter in der Betrachtung konstant hält. Der kritische Wert dieser Variable (z. B. Absatzmenge) ist jeweils derjenige Wert, bei dem der NPV gleich null wird. Je weiter die prognostizierten Absatzmengen über dem kritischen Wert liegen, desto sicherer ist die Wirtschaftlichkeit der Investition bezüglich dieser Größe.

Neben der Kenntnis von kritischen Werten liefert die Sensitivitätsanalyse Anhaltspunkte, welche Größen ausschlaggebend für die Robustheit der Projektbewertung sind und deshalb im Projektverlauf besonders sorgfältig überwacht werden sollten. Ist der Projekterfolg z. B. vorrangig davon abhängig, dass die Kosten für eine Investition in eine neue Anlage für ein neues Produkt eingehalten werden, so lassen sich bereits bei der Verfahrensausarbeitung in der Pilot Phase Kill-Kriterien definieren, die für einen erfolgreichen Projektabschluss einzuhalten sind. Hier können auch Learning Outcomes bzw. Ergebnisse aus den Debriefings einfließen, z. B. indem typische Muster in Parameterentwicklungen identifiziert werden. Genauso lassen sich Erfolgskriterien definieren, wenn das Projekt beispielsweise sehr sensitiv auf die verkaufte Menge eines neuen Produktes reagiert. In diesem Fall sollte untersucht werden, inwiefern das neue Produkt im Wettbewerb mit anderen Produkten einen möglichst hohen Marktanteil erzielen kann. Hier bekommen Aspekte wie die Stärke der Unique Value Proposition, eine breite Anwendbarkeit des Produktes, Preisvorteile gegenüber Konkurrenzprodukten, breite Kundenbasis usw. eine besondere Bedeutung für den Erfolg.

Einschränkend ist an dieser Stelle festzuhalten, dass die isolierte Variation einzelner Parameter in der Regel nicht der Realität entspricht, da meist Wechselwirkungen zwischen den Inputvariablen bestehen (z. B. gehen mit einer längeren Time-to-market häufig auch höhere Entwicklungskosten einher). Die gleichzeitige Untersuchung von

Veränderungen der Werte zweier oder mehrerer Größen ist zwar grundsätzlich möglich, führt aber schnell zu Interpretationsschwierigkeiten. Weitere Nachteile sind darin zu sehen, dass über die Wahrscheinlichkeit von Abweichungen keine Aussagen getroffen werden.

4.1.2 Business Case Szenarien und Monte Carlo Simulation

Eine zusätzliche Möglichkeit, den VUCA Kontext zu berücksichtigen, ist das Erstellen von unterschiedlichen Szenarien für den Business Case. So lässt sich in der Wirtschaftlichkeitsbewertung durch Variation aller Inputfaktoren (z. B. Forschungskosten, Investitionen, Rohstoffkosten und -mengen, andere fixe und variable Herstellkosten) und Output-Faktoren (z. B. Absatzvolumen und Preise) sowie Rahmenbedingungen, die den Launchzeitpunkt beeinflussen (Dauer der Forschung, Aufbau neuer Produktionskapazitäten, Produktregistrierung) berechnen, welche dieser Parameter den größten Einfluss auf die Zielgröße, hier den NPV des Innovationsprojektes, haben.

Dieser auf unterschiedlichen Szenarien basierende Bewertungsansatz kann mithilfe der (methodisch anspruchsvollen und deshalb in der Praxis noch kaum verbreiteten) Monte Carlo Simulation erweitert werden. Es handelt sich dabei um eine Art von Sensitivitäts- bzw. Wahrscheinlichkeitsanalyse, die das Variieren aller Parameter im Bewertungsmodell gleichzeitig erlaubt (Perridon und Steiner 1999). Wesentlicher Bestandteil einer Monte-Carlo-Simulation sind die Wahrscheinlichkeitstheorie und die Statistik. Mithilfe der Monte-Carlo-Simulation werden Stichproben (Samples) der Parameter auf zufällige Art generiert. Da das zugrunde liegende Bewertungsmodell deterministischer Natur ist, wird aus den so gewonnenen Parameterverteilungen (z. B. Forschungskosten, Investitionen, Rohstoffkosten und -mengen, andere fixe und variable Herstellkosten) über das Ursache-Wirkungsgeflecht die zugehörige Zielgröße (NPV) eindeutig bestimmt. Durch ständige Wiederholung dieses Prozesses wird somit eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der zu erwartenden Zielgröße ermittelt.

Mithilfe der gewonnenen Wahrscheinlichkeitsverteilung können Risikoanalysen vorgenommen und Wahrscheinlichkeitsaussagen über die zu Zielgröße (hier: den NPV) getroffen werden. So kann z. B. ermittelt werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit der NPV eines Innovationsprojektes einen bestimmten Wert (z. B. null) nicht unterschreiten wird.

Im Vergleich zu den unter Abschn. 4.1.1 vorgestellten Sensitivitätsanalysen ist die Monte Carlo Simulation zwar deutlich aufwendiger, bietet jedoch gerade in Entscheidungssituationen, in denen eine hohe Bewertungsunsicherheit bzw. ein komplett neuartiger Kontext vorliegt einige Vorteile, da sie Wahrscheinlichkeitsaussagen über das Eintreten eines bestimmten Wertbeitrags (NPV) ermöglicht. Gerade im Fall von radikalen Prozessinnovationen, komplett neuen Produkten oder neuen Geschäftsmodellen, für die relevante Parameter noch nicht bekannt sind (z. B. Absatzmärkte existieren noch nicht), kann eine zufallsbasierte Ermittlung des Wertbeitrags eine zusätzliche Entscheidungsgrundlage bieten.

4.2 Ergänzung um qualitative Verfahren

4.2.1 Mehrdimensionale Beurteilung durch Scoringmodelle

Scoringmodelle zählen zu den qualitativen Bewertungsverfahren und lassen sich nutzen, um relevante Aspekte, die nicht unmittelbar in Geldeinheiten quantifiziert werden können (z. B. strategische Ziele, Nachhaltigkeitsziele), angemessen in der Projektbewertung zu berücksichtigen. Die Bewertung und Auswahl von Innovationsprojekten kann dadurch auf eine breitere Basis gestellt werden.

Es existieren in der Praxis zahlreiche Ausprägungen von Scoringmodellen, deren methodisches Vorgehen jedoch immer gleich ist. In Scoringmodellen erfolgt die Bewertung von Handlungsalternativen (z. B. verschiedenen Innovationsprojekten) anhand von qualitativen und/oder quantitativen Kriterien. Das Ausmaß der Kriterien-erfüllung wird mit dimensionslosen Punktwerten beurteilt. Durch Summenbildung über alle Kriterien zu einem Gesamtpunktwert bzw. Score können verschiedene Handlungsalternativen hinsichtlich ihrer Zielerreichung beurteilt und miteinander verglichen werden (ähnlich Zuber 2009).

Wenngleich dieses Verfahren intuitiv nachvollziehbar und unkompliziert in der Anwendung ist, so ist es wichtig, sich auch über dessen Grenzen bewusst zu sein. So können mehrere Handlungsalternativen nur in eine ordinale Rangfolge gebracht werden, metrische Aussagen (z. B. um wieviel besser das Projekt A als Projekt B ist) sind jedoch nicht möglich. Weiter birgt die Bewertung von Handlungsalternativen mit Punktwerten die Gefahr von Subjektivität und von Manipulation. Dies kann jedoch dadurch abgemildert werden, dass die Projekte transparent in einer Gruppe bewertet und diskutiert werden.

4.2.2 Die Multifaktoren-Analyse der BASF SE

Eine spezielle Variante des Scoringmodells, die bei BASF zum Einsatz kommt, ist die „Multifaktoren-Analyse“: In dieser Analyse wird jedes Projekt anhand von relevanten Kriterien bzw. Faktoren mit vordefinierten Ausprägungen beurteilt und in Form einer Matrix dargestellt (Abb. 4). Die Analyse umfasst dabei sowohl quantitative als auch qualitative Faktoren.

Quantifizierbare Faktoren entstammen meist der Wirtschaftlichkeitsrechnung. Anwendbar sind zum Beispiel geplante Forschungskosten, maximal erreichbarer Umsatz bzw. Einsparpotenzial, Projekterfolgswahrscheinlichkeit, NPV, benötigtes Investitionskapital („Capex“).

Qualitative Faktoren ergeben sich häufig aus der Struktur des aktuellen Geschäfts (Kunden, Produktportfolio, Industrieschwerpunkte), bzw. der aktuellen Produktionslandschaft (verfügbare Produktionsanlagen und -auslastung, vorhandene Technologie, Rohstoffversorgung etc.) sowie aus dem strategischen Zielbild des Geschäftsbereiches oder Unternehmens (angestrebtes Umsatz- oder Ergebniswachstum, regionale Entwicklung, neue Geschäftsfelder, Nachhaltigkeit etc.).

Qualitative Faktoren	Ausprägungen
[Kunde:]	[1 = Key Account] [2 = Größerer Kunde, bzw. Kunde mit längerfristiger Lieferbeziehung] [3 = Kleiner Kunde bzw. Kunde, der nur nach tiefstem Preis kauft]
[Industrie:]	[1 = strategische Fokusindustrie, Wachstumstreiber] [2 = aktuelles Kerngeschäft mit beschränktem Wachstum] [3 = opportunistische Aktivitäten außerhalb der Strategie]
[Technologie:]	[1 = Geschützte Technologie (Alleinstellungsmerkmal)] [2 = Technologievorsprung vorhanden] [3 = Standardtechnologie, hoher Wettbewerb, kommerziell verfügbar]
[[Rohstoffe:]	[1 = Einzigartiger Zugang zu Rohstoffquelle vorhanden] [2 = Rohstoff gut verfügbar (liquider Markt)] [3 = Zugang zu Rohstoff ist begrenzt]
[Produktionsanlagen:]	[1 = vorhandene Anlagen mit freier Kapazität] [2 = Produktion möglich mit geringen Anpassungen vorhandener Anlagen] [3 = Produktionsanlage muss neu gebaut werden]
[Nachhaltigkeit:]	[1 = großer Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen des Unternehmens] [2 = Verbesserung der aktuellen NachhaltigkeitsPerformance] [3 = keine Verbesserung]
Quantitative Faktoren	Ausprägungen
[Forschungskosten] [Spitzenumsatz] (bzw. Einsparpotential)] [Capex] [Net Present Value]	[Kriterien sind geschäfts- bzw. unternehmensspezifisch und sollten] [eine Diskriminierung der Einzelprojekte ermöglichen] [1 = geringe Kosten / Ausgaben bzw. hoher Ertrag / NPV] [2 = mittlere Kosten / Ausgaben bzw. mittlerer Ertrag / NPV] [3 = hohe Kosten / Ausgaben bzw. geringer Ertrag / NPV]
[Erfolgswahrscheinlichkeit]	[1 = >75%] [2 = 25 - 75%] [3 = < 25%]
[Launchzeitpunkt]	[1 = 0 bis 2 Jahre] [2 = > 2 bis 5 Jahre] [3 = > 5 Jahre]

Die Stärke der Multifaktorenanalyse liegt vor allem in der differenzierten Betrachtung und Charakterisierung einzelner Projekte sowie in der damit verbundenen Möglichkeit, deren Stärken- und Schwächenprofil anhand von qualitativen und quantitativen Faktoren gleichermaßen zu erfassen. Auf eine Ermittlung von Gesamtpunktwerten oder Total Scores, wie es im Grundmodell meist vorgesehen ist, wird bei BASF jedoch bewusst verzichtet, da dies zu Fehlinterpretationen (z. B. metrische Aussagen) verleiten könnte.

Multifaktoren-Analyse												
	Qualitative Faktoren						Quantitative Faktoren					
	Kunde	Industrie	Technologie	Rohstoffe	Produktionsanlagen	Nachhaltigkeit	Forschungskosten in Euro	Spitzenumsatz (bzw. Einsparpotenzial) in Euro	Capex in Euro	Net Present Value in Euro	Erfolgswahrscheinlichkeit in %	Launchzeitpunkt in Jahren
Projekt 1	1	1	3	2	2	1	3	1	2	1	3	3
Projekt 2	2	2	1	2	3	2	2	2	3	3	2	2
Projekt 3	3	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2
Projekt 4	2	2	2	2	2	2	1	3	1	2	1	1

Abb. 4 Beispiel für Multifaktorenanalyse bei BASF

Zur besseren Visualisierung der Projektunterschiede lassen sich ausgewählte Faktoren in einer zweidimensionalen Grafik auftragen, wie es hier beispielhaft für die Kriterien Erfolgswahrscheinlichkeit und Launchzeitpunkt bzw. Launchjahr vorgenommen wurde. Durch diese Gesamtschau aller Projekte anhand von ausgewählten Faktoren wird eine systematische Portfoliosteuerung möglich. So kann z. B. untersucht werden, inwiefern die strategischen Ziele der Firma BASF mit dem vorhandenen Projektmix erreichbar sind (Abb. 5).

Wie weiter oben beschrieben unterliegen Innovationsprojekte in der skizzierten VUCA Welt einer bestimmten Dynamik. Deshalb ist es geboten, die Ergebnisse der Multifaktorenanalyse regelmäßig auf Aktualität zu prüfen und bei Bedarf anzupassen. Dies erfolgt im Rahmen von regelmäßigen Projekt-Reviews. Auch wenn bestimmte Aktivitäten in der Entwicklung agil ablaufen können, ist die Zeit bis zur Erzeugung

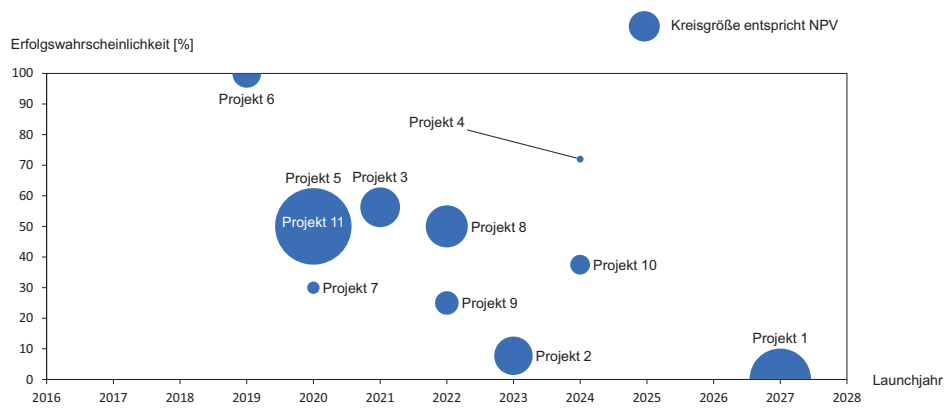


Abb. 5 Portfolioübersicht

neuer, bewertungsrelevanter Erkenntnisse durch Arbeit im Labor, in Miniplants und mithilfe von Versuchen in laufenden Produktionsbetrieben ungleich länger als in anderen Branchen wie z. B. der Software-Entwicklung. Projektreviews, die einmal im Monat oder Quartal stattfinden, sind daher ein geeigneter zeitlicher Rhythmus, um Projekte effektiv und effizient zu steuern.

5 Fazit und Ausblick

Die Bewertung und Steuerung von Projekten stellt Projektleiter im heutigen dynamischen Industrieumfeld vor große Herausforderungen. Neben erstklassigen Markt-, Kunden-, Chemie- und Verfahrenkenntnissen und umfassender Projektmanagement-Erfahrung ist zunehmend ein hohes Maß an Soft Skills und wirtschaftlichem Denken gefordert.

Auch die Weiterentwicklung und zunehmende Spezialisierung der Forschungsdisziplinen (z. B. Analytik, Synthesemethoden, Verfahrensentwicklung, Toxikologie und nicht zuletzt Digitalisierung der Forschung) erfordert von Projektleitern ein hohes Maß an Beurteilungskompetenz.

Für die Bewertung von einzelnen Forschungsprojekten ist es daher hilfreich, neue, ganzheitliche Verfahren zu nutzen, die alle Projektaspekte und deren Einfluss auf den Projekterfolg berücksichtigen.

Ebenso bei der Bewertung von Projektportfolios reicht eine einfache Auflistung aller Forschungsprojekte nach ihrem Net Present Value nicht mehr aus, um eine Entscheidung zu treffen, welche Projekte in der Forschung tatsächlich bearbeitet werden sollten. Lange Entwicklungs- und Investitionszyklen bei gleichzeitig schnell veränderten Marktbedingungen führen dazu, dass der NPV von Projekten schnell zum „Moving Target“ wird und als alleiniges Kriterium ungeeignet erscheint.

Scoringmodelle bzw. Multifaktoren-Analysen mit quantitativen und qualitativen Faktoren lassen sich nutzen, um die Bewertung und Auswahl von Projekten auf eine breitere Basis zu stellen und strategische Aspekte besser zu berücksichtigen.

Literatur

- Barber HF (1992) Developing strategic leadership: the US army war college experience. *J Manage Dev* 11(6):4–12
- Lucht D (2019) Theorie und Management komplexer Projekte. Springer, Wiesbaden
- Landwehr-Zloch S (2018) F&E Mitarbeiter wertorientiert führen. *Control Manage Rev* 62(3):46–51
- Perridon L, Steiner M (1999) Finanzwirtschaft der Unternehmung, 10. Aufl. Vahlen, München
- Zloch S (2007) Wertorientiertes Management der pharmazeutischen Produktentwicklung. Springer, Wiesbaden
- Zuber P (2009) Innovationsmanagement in der Biotechnologie: Nachhaltigkeit als Leitbild einer entwicklungsbegleitenden Evaluierung. Springer, Wiesbaden



Prof. Dr. Sabine Landwehr-Zloch ist Professorin für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Controlling an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Karlsruhe. Nach ihrem Studium der Betriebswirtschaftslehre und anschließender Promotion an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg arbeitete Sabine Landwehr-Zloch mehrere Jahre im Innovationsmanagement der BASF SE. Sabine Landwehr-Zloch forscht auf den Gebieten des Innovationsmanagements mit Schwerpunkt auf den spezifischen Fragestellungen der chemischen Industrie und auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit. Sie ist Autorin verschiedener einschlägiger Publikationen und Mitherausgeberin dieses Buches.



Dr. Marcus Vossen leitet seit 2009 das Innovationsmanagement im Unternehmensbereich Intermediates bei BASF und beschäftigt sich mit dort mit den Themen Projektmanagement, Innovationsprozesse, Forschungscontrolling, Ideenmanagement und IP-Management. Er absolvierte sein Studium der Chemie in Düsseldorf, wo er auch in Organischer Chemie promovierte. Im Rahmen seiner mittlerweile über 25-jährigen Karriere bei BASF sammelte er Erfahrung in unterschiedlichsten Tätigkeitsgebieten von der Wirkstoffsuchforschung, Verfahrensentwicklung, strategischer Planung und Kapitalmarktkommunikation bis zum globalen Marketing. Aktuelle Schwerpunkte seiner Arbeit im Innovationsmanagement sind Bewertung und Steuerung von Forschungsprojekten und -portfolios, Weiterentwicklung von Projekt- und Ideen-Managementsoftware sowie Digitalisierung.

Die große Herausforderung: Messung des „Return on Innovation“

Wolfgang Kleemiss

What gets measured gets managed.

Zusammenfassung

Innovationen sind kein Selbstzweck, sondern sollen mittel- bis langfristig zu wirtschaftlichem Erfolg führen. Aufgrund des zeitlichen Versatzes zwischen der „Invention“ und einer eventuell erfolgreichen wirtschaftlichen Realisierung sowie der nicht gegebenen eindeutigen Kausalität zwischen beidem, benötigt man für eine aussagekräftige und nachvollziehbare Rentabilitätsmessung von Innovationen klare Konventionen und Begriffsbestimmungen. Als ein mögliches Maß für den „Innovationserfolg“ hat sich in der chemischen Industrie der Umsatz mit Produkten, die nicht älter sind als fünf Jahre (5YIC=5 Year’s Innovation Contribution), und die jährliche Kosteneinsparung durch neue Prozesse (1YIP=1 Year’s Innovation Profit) als pragmatische Basis erwiesen, wobei man auch Umsätze durch neue Dienstleistungen, bzw. Geschäftsmodelle berücksichtigen sollte. Die Ermittlung der „Innovationsrentabilität“ bedeutet im Grunde genommen, dass man den „Innovationserfolg“ dem damit verbundenen Aufwand gegenüberstellt. Eine simple Kenngröße für die jährliche „Innovationsrentabilität“ eines Unternehmens wäre der Quotient aus der Summe des Ergebnisses aus dem 5YIC und den jährlichen Prozesskosteneinsparungen (1YIP) in dem betreffenden Jahr und den Kosten für Forschung & Entwicklung (F&E) in diesem Jahr in Prozent (%). Eine solche

W. Kleemiss (✉)
Evonik Industries AG, FD-O-Innovation Excellence,
Hanau-Wolfgang, Deutschland
E-Mail: wolfgang.kleemiss@evonik.com

Betrachtung wäre allerdings zu kurz gedacht und würde den langen Produktlebenszyklen in der Chemischen Industrie nicht gerecht werden. Es besteht demnach also die Herausforderung, einerseits die von vielen – aber nicht allen – chemischen Firmen verwendete Größe des 5YIC, bzw. 1YIP für Berechnungen des „absoluten Innovationserfolgs“ zu benutzen und andererseits, der längeren Innovationswirkung von Produkten, Prozessen und Dienstleistungen innerhalb der chemischen Industrie Rechnung zu tragen. Eine valide Aussage zur Innovationsrentabilität in der „Top-down Betrachtung“ innerhalb der chemischen Industrie liefert der interne Zinsfuß einer 10-jährigen „Zahlungs-Reihe“, resultierend aus den Differenzen der anteiligen jährlichen 5YIC+1YIP-Ergebnisbeiträge und den entsprechenden F&E-Ausgaben, wobei die nicht zu vernachlässigenden Innovationsbeiträge über das fünfte Jahr hinaus bis zum Jahr 10 durch Extrapolation abgeschätzt werden.

1 Einleitung

Als der Franzose Paul Cornu (1881–1944), ein Fahrradmechaniker aus einem kleinen Ort in der Normandie, am 13. November 1907 seinen „V-förmigen Rahmen mit zwei gegenläufigen Drehflügeln und einem 24 PS starken Motor“ vorstellte, war das für die Dorfgemeinschaft eine willkommene Ablenkung von ihrem gewohnten Alltag.

„Das fliegende Fahrrad erreichte etwa eine Flugzeit von 20 s und eine Flughöhe von etwa 30 cm – es war der erste freie Hubschrauberflug. Cornu war einer jener Tüftler, Erfinder und Visionäre, mit denen die Geschichte der Luftfahrt begann. Der erste Helikopter erwies sich jedoch als nicht steuerbar und Cornu gab das Projekt wenig später auf. Der Durchbruch der Hubschrauberkonstruktion ließ noch Jahrzehnte auf sich warten“ (Brockhaus 2013).

Im Rückblick hätte man Cornu damals mit Preisen überhäufen müssen, wenn man bedenkt, wie allgegenwärtig für uns Hubschrauber heute sind. Nur war die Zeit noch lange nicht reif für eine solche „disruptive Innovation“. Einerseits war der Markt auch für die kühnsten Visionäre nicht absehbar. Andererseits bedurfte es noch unzähliger iterativer Produktverbesserungen bis zur erfolgreichen Produkteinführung. Dieses Beispiel zeigt die Tragik der Innovation: Trägt die ursprüngliche Erfindung, wie in diesem prominenten Fall, erst Jahrzehnte später Früchte, dann kann man sich oft an die meist bescheidenen, aber doch bahnbrechenden Anfänge gar nicht mehr erinnern.

Innovation ist ein „großes Wort“ und wird in vielen „Sonntagsreden“ über wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen gerne verwendet. Der lateinische Begriff „innovare“ heißt erneuern und steht per se für Aufbruch und Dynamik. Im Unterschied zur Grundlagenforschung an den Universitäten, bei der „neues Wissen“ generiert und in Form von wissenschaftlichen Artikeln und Vorträgen veröffentlicht, bzw. dokumentiert wird, hat die Industrie verständlicherweise den Anspruch, das „Neue“ nicht als Selbstzweck zu feiern, sondern in der Form der angewandten Forschung und Entwicklung aus dem „Neuen“ mittelfristigen bis langfristigen wirtschaftlichen Erfolg abzuleiten.

Innovationspreise werden trotzdem häufig in sehr früher Phase vergeben, bevor also das „Neue“ überhaupt den Beweis angetreten haben kann, dass es zu wirtschaftlichem Erfolg führen wird. Die Bewertung der Innovationshöhe hängt auch stark davon ab, ob die Bewertenden eher die Technologie- oder die Anwendungsperspektive wählen. Wenn etwas technologisch bahnbrechend ist, muss das noch lange nicht bedeuten, dass eine praktische Anwendung unmittelbar abzusehen wäre (wie im Fall von Paul Cornu im Jahre 1907). Andererseits kann man über eine disruptive Anwendung zwar spekulieren, wenn die dafür notwendige Technologie oder das Geschäftsmodell nicht abzusehen sind, steht die postulierte Innovation jedoch auf tönernen Füßen.

Entscheidend für die Schwierigkeit bei der Bewertung von Innovationen ist also der zeitliche Versatz zwischen „Invention“ und eventuell erfolgreicher wirtschaftlicher Realisierung der „Entdeckung“, die je nach Industrie einige Monate bis zu mehreren Jahren (wie üblicherweise in der chemischen Industrie) dauern kann. Die Angelegenheit wird dadurch noch verworrener, dass **nach** einer erfolgreichen wirtschaftlichen Realisierung der „Innovation“ Zweifler den direkten ursächlichen Zusammenhang mit der ursprünglichen „Invention“, die in der Regel schon Jahre zurückliegt, in Abrede stellen können. Die Erfahrung lehrt ja auch, dass der Weg von der „Invention“ bis zum wirtschaftlichen Erfolg nicht linear verläuft. Sondern über eine Vielzahl von Rückkoppelungsschleifen, Falsifizierungen oder Verifizierungen von immer wieder entsprechend modifizierten Arbeitshypothesen sowie eventuellen Umwegen mit Höhen und Tiefen stellt sich der Erfolg dann irgendwann ein – oder eben auch nicht (je früher man feststellt, dass der ursprüngliche, übergeordnete Plan nicht realisierbar ist, desto rascher kann man die Ressourcen auf neue gegebenenfalls gewinnbringendere Felder setzen). Insofern besteht professionelles Projektmanagement hauptsächlich darin, dem unweg-samen „Chaos der Unvorhersehbarkeit“ mit Stringenz und guter Planung zu begegnen (getreu der Devise Dwight D. Eisenhowers), „plans are worthless, but planning is everything“ (Eisenhower 1957).

Bei aller Komplexität, das „Innovationsgeschehen“ zu überschauen, zu kontrollieren und zu bewerten, bleibt nichtsdestotrotz das verständliche Bedürfnis von Unternehmenslenkern, den Erfolg von Innovationen in der Industrie mittel- und langfristig zu erfassen. Aufwand für Innovation ist eine Investition in die Zukunft und der Erfolg von Investitionen wird finanzmathematisch anhand des „internen Zinsfußes“ bewertet. Im Folgenden soll vorgestellt werden, wie man sich auf diese Weise der Bewertung von Innovationen speziell in der chemischen Industrie nähern kann.

2 Wichtige Konventionen im Innovationsmanagement

Bevor man sich Gedanken zur „internen Verzinsung“ (Franke und Hax 2009) von Innovationen im Allgemeinen und in der chemischen Industrie im Speziellen macht, sollte man sich vorab über einige zentrale Begriffe im Bereich des „Innovations-managements“ klarwerden. Diese sprachliche Klarstellung ist spätestens dann wichtig,

wenn es um die Abgrenzung bzw. Zuordnung von Kosten und Erträgen geht, die mit Innovationen verbunden sind.

Das *Innovationsergebnis* („*Outcome*“) (Moeller et al. 2011) leitet sich aus dem Jahresumsatz, der direkt auf das „neue Produkt“, die „neue Dienstleistung“ oder das „neue Geschäftsmodell“ zurückzuführen ist, ab („Rückspiegelbetrachtung“). Aus dem „*Neuprodukt*“-Umsatz erhält man das zugehörige *Innovationsergebnis* durch Umrechnung mit einer durchschnittlichen oder produktspezifischen Gewinnmarge. Die Bandbreite dessen, was unter den Begriff des „Neuproduktes“ subsumiert werden kann, sollte dabei weit gefasst werden. So sollten neben dem klassischen Neuprodukt (aus Sicht der eigenen Firma) auch Anwendungen bestehender Produkte auf neuen Märkten oder neuartig hergestellte Produkte (z. B. zur Verbesserung der Nachhaltigkeit) berücksichtigt werden, da mit ihnen in der Regel ebenfalls Innovationsaufwand einhergeht. Dabei kann man sich an der Logik von Nagji und Tuff (2011) orientieren, die unter Modifikation der klassischen „Ansoff-Matrix“ (Ansoff 1965) zwischen inkrementeller, angrenzender und transformationaler Innovation unterscheiden.

Neben dem skizzierten Innovationsergebnis durch Neuprodukte ist auch das *Innovationsergebnis aus Prozessverbesserungen* zu ermitteln. Dieses besteht einfach in der jährlichen Prozesskosteneinsparung. Durch Addition der beiden Ergebnisanteile erhält man das *Gesamtergebnis der Innovation*, das den *Innovationskosten* („*Input*“) gegenübergestellt werden kann.

Natürlich könnte man an dieser Stelle einwenden, dass der oben genannte „*Outcome*“ so nicht erschöpfend beschrieben sei. Vielmehr stelle auch die Kundenzufriedenheit, die Zufriedenheit der eigenen Mitarbeiter, Fortschritte bei ökologisch verträglichen Verfahren oder Produkten in der eigenen Firma oder beim Kunden, oder andere monetär eher schwer zu bewertende Ergebnisse einen wichtigen „*Outcome*“ einer Firma dar. Vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Diskussion zur Verantwortung speziell der chemischen Industrie für die Gesellschaft und Umwelt, wäre solch ein Einwand sehr valide. Hier soll jedoch als erster Ansatz die „klassische“ betriebswirtschaftliche Perspektive eingenommen werden. Das gilt auch für die Allokation der Kosten.

In Abgrenzung zum „*Outcome*“ werden nach Möller et al. (2011) das zukünftige Wertversprechen der Innovationspipeline (Net Present Value, bzw. Expected Commercial Value), die Anzahl von neuen Produkten und Prozessen sowie die Anzahl von Patenten und der generelle Zuwachs von Wissen als „*Output*“ bezeichnet.

Bei der Definition der *Innovationskosten* („*Input*“) tritt eine erste Herausforderung in Bezug auf eine einheitliche Begriffsbildung auf. Im einfachsten Fall, der Neu-Produktentwicklung, setzt man die Innovationskosten mit den Kosten für Forschung und Entwicklung gleich. Diese Festlegung läuft allerdings dem modernen und auch nachvollziehbaren Innovationsverständnis zu wider. Denn Innovation ist mehr als Forschung und Entwicklung (F&E), denn sie beinhaltet vor allem auch die Cross-funktionale Interaktion von F&E mit dem „Marketing & Sales“, mittleren und höheren Management, Controlling, Produktion etc. Es wird außerdem offensichtlich, dass bei

Innovationen im Bereich von Dienstleistungen oder Geschäftsmodellen die dazugehörigen Kosten eher nicht in der „Forschung und Entwicklung“ entstehen.

Was die Gesamtbetrachtung noch komplizierter macht, ist die Tatsache, dass auch nicht der gesamte Aufwand im Bereich „Forschung & Entwicklung“ wirklich der Innovation zuzuschreiben ist, sondern Routinemaßnahmen, wie „REACH“-Anmeldungen, Produktionsunterstützung und Ähnliches, also alles Tätigkeiten ohne direkten Innovationsbezug, abdecken.

Dennoch zeigt die Erfahrung, dass diese „subtilen“ Unterscheidungen auf der Kostenseite selten gemacht werden und eine solch differenzierte Betrachtung und Aufschlüsselung einem potenziellen detaillierten Beratungsprojekt – mit entsprechendem Aufwand – vorbehalten bliebe.

Deshalb besteht der pragmatische Vorschlag darin, den Aufwand für Innovation mit den *Kosten für „Forschung & Entwicklung“* gleichzusetzen (in der legitimen Annahme, dass dieser zu hoch veranschlagte Wert ungefähr den zusätzlichen Aufwand mit abdeckt, der in anderen F&E-fernen Bereichen entsteht).

3 Typische Lebenszyklen von Chemieprodukten

Ab wann ist ein „*Neues Produkt*“ (bzw. eine Dienstleistung, Geschäftsmodell, etc.) **nicht mehr neu?**

Man könnte argumentieren, dass solange sich ein Produkt im Markt befindet, Innovationsaufwand nötig ist und daher das „Produkt“ auch als neu zu betrachten ist. Würde diese notwendige, häufig auch als inkrementell bezeichnete Innovation nicht geleistet, könnten potenzielle Wettbewerber sehr schnell die Innovationslücke schließen. Auf mittlere, vielleicht auch schon kurze Sicht würde der eigene Umsatz mit diesem Produkt einbrechen. Wenn man dieser Argumentation streng folgt, würde ein „Neues Produkt“ erst dann aufhören „neu“ zu sein, wenn der Produktlebenszyklus beendet, also das Produkt vom Markt genommen worden ist. Allerdings haben in der chemischen Industrie (vor allem im B2B-Geschäft) die Produkte häufig Lebenszyklen von 15 bis 25 Jahren, oder mehr.

Wenn Produkte ein Alter von mehr als 10 Jahren erreicht haben (auch wenn sie im Laufe der Zeit immer wieder inkrementell optimiert und für die spezifischen Marktanforderungen angepasst worden sind), lässt sich die Neuheit solcher Produkte Dritten gegenüber jedoch nur schlecht vertreten. Der **„Umsatz mit Produkten, die nicht älter sind als 5 Jahre“ (5YIC = 5 Year's Innovation Contribution)** wird in vielen Firmen innerhalb der chemischen Industrie als „Richtgröße“ für Innovationsstärke eines Unternehmens verwendet. Diese Größe, der 5YIC, limitiert nun die durchschnittliche Neuheitsdauer von chemischen Produkten auf nur 5 Jahre.

Im nächsten Abschnitt wird ersichtlich, was das für die „interne Verzinsung“ von Innovation in der chemischen Industrie bedeutet.

4 Berechnungszeitraum und Kalkulationsbasis für den „Return on Innovation“

Die simpelste Berechnung der jährlichen „Innovationsrentabilität“ eines Unternehmens besteht darin, dass man den Quotienten aus der Summe des Ergebnisses (bzw. Deckungsbeitrag, Bruttoergebnis oder EBIT) aus dem **5YIC** und den jährlichen Prozesskosteneinsparungen (**1YIP**) in dem betreffenden Jahr und den Kosten für Forschung & Entwicklung in diesem Jahr in % ermittelt. Dieser Prozentsatz gibt den Anteil des eingesetzten F&E-Aufwands wieder, der in dem Jahr als Innovationsergebnis wieder „eingespielt“ wurde.

Diese Kenngröße (Jährliche Innovationsrentabilität auf der Basis von **5YIC** und **1YIP** in diesem Jahr) ist einfach zu erheben und kann durchaus für den Vergleich von unterschiedlichen Geschäften innerhalb einer Branche herangezogen werden (Glaß 2016).

Die Aussagekraft dieser absoluten Kenngröße für den tatsächlichen Innovationserfolg eines Geschäfts lässt jedoch stark zu wünschen übrig. Sie würde das interne Controlling einer Firma auch nicht zufriedenstellen, denn in den meisten Fällen innerhalb der chemischen Industrie würde dieser Wert weit unterhalb von 100 % liegen. Oberflächlich betrachtet würde also der irreführende Eindruck entstehen, dass sich Forschung & Entwicklung nicht auszahlen.

Diesen Schluss zu ziehen, wäre fatal für viele Geschäfte. Denn der 5-Jahreszeitraum, wie er im „5YIC“ zugrunde gelegt ist, ist zu kurz, um dem tatsächlichen Innovationserfolg von Produkten und Dienstleistungen in der chemischen Industrie gerecht zu werden. Wie weiter oben schon ausgeführt, liegen übliche Produktlebenszyklen ja bei 15 bis 25 Jahren.

Es besteht nun die Herausforderung, einerseits die in vielen Firmen etablierte Größe des 5YIC für Berechnungen des „absoluten Innovationserfolgs“ zu benutzen und andererseits, der längeren „Innovationswirkung“ von Produkten und Dienstleistungen innerhalb der chemischen Industrie Rechnung zu tragen.

Der zeitliche Versatz zwischen Entdeckung und erfolgreicher Realisierung wurde in der Einleitung schon angesprochen. Hier bietet die Berechnung des internen Zinsfußes einer jährlichen Abfolge von Einzahlungsüberschüssen über einen zu benennenden Zeitraum eine gute Möglichkeit zur Ermittlung einer validen Kenngröße, die man auch als Vergleichsgröße innerhalb einer Branche verwenden kann.

5 Return on Innovation auf Basis vom Neu-Produkt-Umsatz und jährlichen Prozesskosteneinsparungen

Im Folgenden wird ein Vorschlag für die „interne Verzinsung“ von Innovation gegeben, der keinen Anspruch auf Absolutheit erhebt, sondern eine Möglichkeit darstellt, valide Werte zu ermitteln, die im Chemie-Geschäft plausibel begründet werden können.

Zunächst ermittelt man „Top-down“ die Ergebnisbeiträge aus Innovation für einen Zeitraum von 10 Jahren. Als Bezugszeitpunkt wählt man das aktuelle Jahr und die zugehörige Summe aus 5YIC-Ergebnis und 1YIP in diesem Jahr. In den vier vorhergehenden Jahren (**Retrospektion**) werden Anteile des **5YIC in dem betreffenden Jahr** (1/5, 2/5, 3/5 und 4/5) und der zugehörige 1YIP addiert. Analog werden in der **Projektion** 6/5, 7/5, bis schließlich 10/5 des jeweiligen 5YIC in dem betreffenden Jahr und ein projizierter 1YIP (z. B. um 2 % ansteigend ausgehend vom aktuellen Jahr) addiert. Auf diese Weise erhält man eine Zahlenreihe aus vier retrospektiven, einer aktuellen und 5 projizierten „Ergebnisbeiträgen“ (Abb. 1).

Bei dieser Logik wird unterstellt, dass die Wirkung von „Neuprodukt“-Innovationen über den Zeitraum von 5 Jahren hinausgeht (hier wird aus Gründen der Einfachheit keine „ramp-up“, bzw. „ramp-down“ Phase von Beiträgen aus Produktinnovationen berücksichtigt), während die jährlichen Prozesskosteneinsparungen nur jeweils ein Jahr wirken. Es liegt die legitime Annahme zugrunde, dass ein Prozesskostenvorteil relativ schnell vom Wettbewerb wieder aufgeholt werden kann, was in Einzelfällen sicherlich zu hinterfragen ist.

Durch Differenzbildung aus den jährlichen Summen aus xYIC+1YIP-Ergebnisbeiträgen und den F&E-Ausgaben in dem entsprechenden Jahr, wobei die F&E Ausgaben für die Projektion mit einem Anstieg von 4 % ausgehend vom aktuellen Jahr abgeschätzt werden (Abb. 2), erhält man eine Folge von 10 „Aus- bzw. „Einzahlungen“, für die man den internen Zinsfuß nach Franke und Hax (2009) ermittelt (Abb. 3).

Ein Vergleich der absoluten Verzinsung nach fünf, bzw. 10 Jahren mit der vom jeweiligen Unternehmen geforderten Mindestverzinsung gibt einen Eindruck davon, wie es um die „Performance“ der Innovation im Unternehmen bestellt ist.

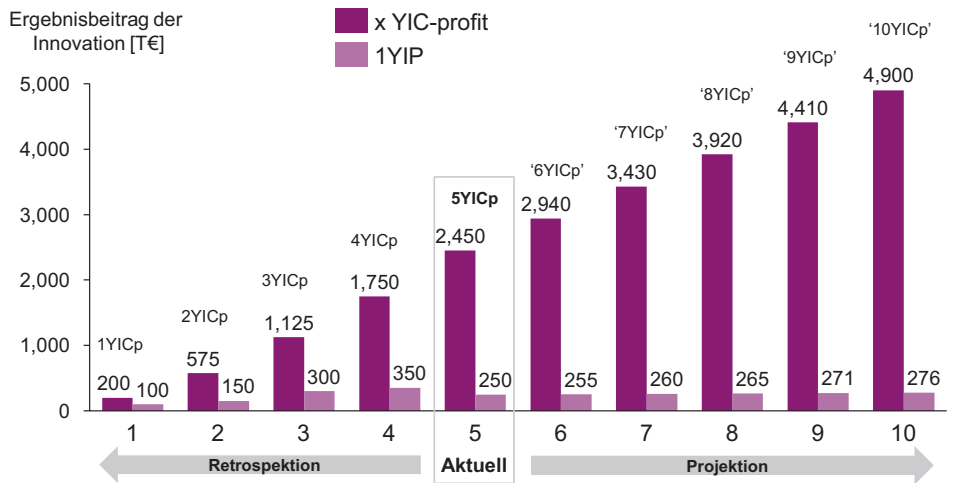


Abb. 1 Beispiel für jährliche Ergebnisbeiträge aus Innovation

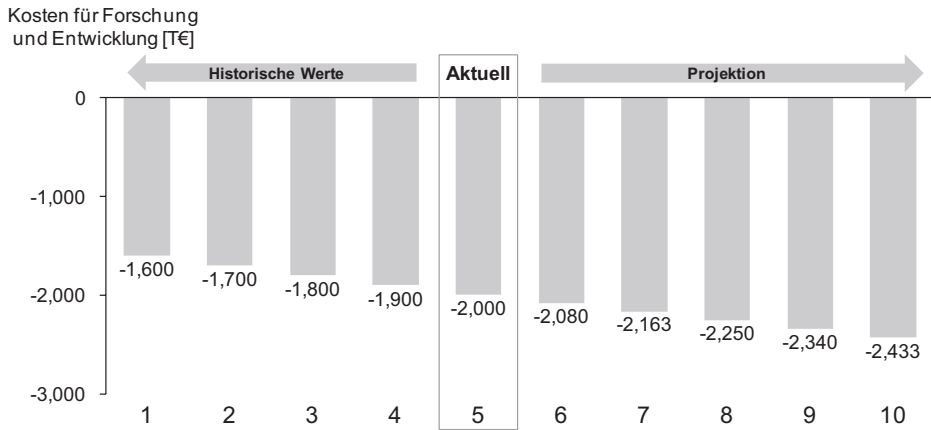


Abb. 2 Beispiel für jährliche Kosten für Forschung und Entwicklung

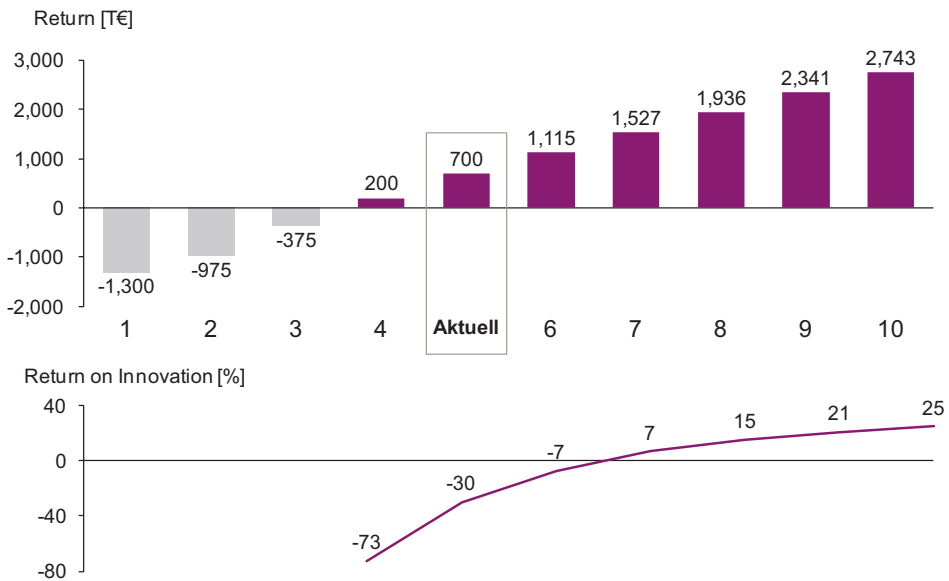


Abb. 3 Beispiel für Return on Innovation (interner Zinsfuß der Innovation)

„Top down“ Vergleiche auf der Basis von „5YIC“ und „1YIP“ sind ein guter Ausgangspunkt für eine wertgebende, eventuell auch kontroverse Diskussion über die Allokation von Kosten, Erträgen, Zeithorizonten von Innovationen, Gewinnmargen von neuen Produkten, Neuheit von Produkten oder auch unterschiedliche Innovationshöhe von neuen Produkten.

Miremadi et al. (2013) haben in einer „Bottom-up“ Analyse von 35 chemischen Innovationen die interne Verzinsung („internal rate of return“) von Innovationen als Funktion der Zuordnung in der Ansoff-Matrix (Ansoff 1965) für die chemische Industrie ermittelt. Dabei ergab sich für die Kommerzialisierung von neuen Produkten in neuen Märkten eine durchschnittliche interne Verzinsung von 8–12 %, während die entsprechenden Werte bei der inkrementellen Innovation (klassische Produktlinien-erweiterung) im Bereich von 18–23 % lagen. Wichtig ist bei dieser Betrachtung, dass bei der Produktlinien-erweiterung die jeweiligen Produkte naturgegeben schneller am Markt sind, was den höheren internen Zinsfuß erklärt.

6 Kommunikationskultur

6.1 Offenheit und Transparenz

Die Frage, ob sich der Aufwand für Innovation in einem Unternehmen rentiert, wird häufig sehr emotional geführt. Die Herausforderung für das Innovations-Management ist, die Überzeugung zu vermitteln, dass das „aktuelle Tun“ in der Zukunft „Früchte“ trägt (siehe Einleitung). Der Verweis auf die Anwendung von „Best Practices“ im Innovations-Management in Bezug auf Effektivität und Effizienz überzeugt da nur bedingt, da hiermit lediglich der Weg beschrieben wird und nicht das Resultat.

Das Innovationsmanagement kann sich nur durch das Schaffen von „Klarheit“, die auf validen Annahmen und Hypothesen basiert, dieser Herausforderung stellen. Die Erhebung von validen Daten für die Ermittlung des „Return on Innovation“ auf Unternehmensebene („Top down“) sowie Einzelprojekt- oder Projektportfolioebene („Bottom-up“) setzt ein solides Innovationscontrolling voraus, wie es in den meisten größeren Chemiefirmen vorhanden ist. Die Kosten- und Ertragsallokation ist essenziell. Dabei sollte die Interpretation der Daten möglichst vollständig und sich gegenseitig ausschließend, das heißt „mutually exclusive“ und „collectively exhaustive“ (MECE) sein. Das schafft die notwendige Transparenz für eine weitergehende Analyse. Ist diese Transparenz und damit Klarheit in einer gewissen 80/20-Logik **nicht** gewährleistet, steht die nachfolgende Interpretation auf wackeligen Füßen und öffnet Tür und Tor für jedwede Art der Relativierung.

Hat man sich auf die Datenbasis und Konventionen geeinigt, ist der Rest nur eine Rechenprozedur mit deren Hilfe man zu Prozentzahlen kommt, die man miteinander vergleichen kann.

6.2 Anerkennung von Innovation

In der Einleitung wurde schon auf die besondere Herausforderung der Anerkennung von Innovation hingewiesen, die auf den zeitlichen Versatz von „Invention“ und deren kommerzieller Realisierung zurückzuführen ist. Folgerichtig sollten Preise für

Innovationen also eigentlich erst nach der erfolgreichen und vor allem auch gewinnbringenden Einführung in den Markt vergeben werden. Dass dies nicht geschehen wird und auch nicht sollte, ist nachvollziehbar. Denn es ist grundsätzlich nichts dagegen einzuwenden, die häufig jungen Forscher/innen, bzw. Entrepreneure/innen mit Vorschusslorbeeren zu versehen. Denn das, was den Menschen antreibt, und natürlich auch die Wirtschaft ist die positive Zukunftserwartung.

7 Fazit

Die nachträgliche Bewertung des Innovationserfolgs in der Chemischen Industrie ist wie auch in anderen Industrien eine Herausforderung, da die kausalen Zusammenhänge zwischen dem „innovativen Tun“ und dem hieraus resultierenden Erfolg komplex sind.

Man kann sich dieser Herausforderung stellen, indem man unter Berücksichtigung klarer Konventionen den zeitversetzten Umsatz mit neuen Produkten sowie Kosteneinsparungen bei Prozessen als ein Maß für den Innovationserfolg verwendet und über eine Zeitspanne von z. B. 10 Jahren das so erhaltene Innovationsergebnis dem Innovationsaufwand gegenüberstellt.

Aus der so erhaltenen Zahlungsreihe lässt sich der interne Zinsfuß errechnen, der eine Aussage über den „Return on Innovation“ erlaubt.

Literatur

- Ansoff HI (1965) Checklist for competitive and competence profiles. In: Ansoff HI (Hrsg) Corporate Strategy. McGraw-Hill, New York, S 89–99
- Brockhaus Abenteuer Geschichte (2013) Menschen, Ereignisse, Epochen – von den Anfängen bis heute. Rolf Fischer, Harenberg
- Eisenhower D (1957) Remarks at the national defense executive reserve conference, November 14, 1957. <https://www.presidency.ucsb.edu/documents/remarks-the-national-defense-executive-reserve-conference>
- Franke G, Hax H (2009) Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, 6. Aufl. Springer, Berlin
- Glaß J (2016) Execon Partners GmbH: “Return on Innovation” – Workshop in Frankfurt a. M. am 07. Juli 2016
- Miremadi M, Musso C, Oxgaard J (2013) Chemical innovation – an investment for the ages. McKinsey on Chemicals 2:3–12
- Möller K, Menninger J, Robers, D (2011) Innovationscontrolling – Erfolgreiche Steuerung und Bewertung von Innovationen. Schäffer-Poeschel. Stuttgart
- Nagji B, Tuff G (2012) Managing your innovation portfolio. Havard Bus Rev 91:66–73



Dr. Wolfgang Kleemiß ist seit 2008 im Innovationsmanagement bei der Evonik Industries AG tätig. Sein Schwerpunkt liegt auf der Erarbeitung und kontinuierlichen Überprüfung der Innovationsstrategie von Evonik. Von 2003 bis 2008 hat er als Marketing Direktor den Bereich der Pharmavorprodukte für die Region Asien vertreten. Für die Geschäftsneuentwicklung der Degussa-Huels Japan war er in Tokyo von 1999 bis 2003 verantwortlich. Von 1990 bis 1999 arbeitete er als Gruppenleiter in der Forschung und Entwicklung für den Bereich Feinchemie der ehemaligen Hüls AG

Design moderner Innovationsorganisationen

Julia C. Kurtz

„No organization ever created an innovation. People innovate, not companies.“

Seth Godin

Zusammenfassung

Innovationsteams haben über die Zeit an ihrer Bedeutung nichts eingebüßt, ganz im Gegenteil. Sie sind als Funktion gereift und genießen in vielen Unternehmen eine hohe Bedeutung mit der entsprechenden Aufmerksamkeit – unterliegen aber auch den gleichen Ansprüchen an Effektivität und Effizienz wie andere operative Geschäftseinheiten. Ein Grundstein, diesen hohen Ansprüchen zu entsprechen ist der strukturelle Aufbau der Organisation selbst – eine Aufgabe, die in Organigrammen enden kann, dort aber nicht ihren Anfang haben sollte, obwohl dies oft so gelebt wird. Während es in der Vergangenheit gelebte Praxis war, die Strukturen entlang von Technologien zu bilden, hat sich dies in den letzten Jahren stark zugunsten einer Ausrichtung an Funktionen gewandelt. Dabei sind Strukturen und Aufbauregeln nicht (mehr) starr. An sie werden heute hohe Ansprüche nach Flexibilität und vielfältigen Kompetenzen gestellt. Wie bereits in der Pharmaindustrie, hat auch in der Chemieindustrie eine Transformation eingesetzt. Historisch wurde Innovation durch risikoaffine und optimistische Forscher vorangetrieben. Diese werden – zumindest an steuernder Stelle – oftmals durch risikoaversere Manager ersetzt, deren Fokus auf einem schnellen Return on Investment liegt. Aber ist das in diesem Bereich immer sinnvoll und richtig? Die großen ‚Chemietanker‘ sind oft schwerfällig. Auch wenn sie sich den großen Trends widmen, scheitern sie nicht selten an ihren starren Prozessen,

J. C. Kurtz (✉)

Henkel AG & Co. KGaA, Adhesives Industrials, Düsseldorf, Deutschland

E-Mail: julia.kurtz@henkel.com

an mangelnder Flexibilität und an mangelnder Risikobereitschaft. Der erwünschte schnelle Erfolg bleibt aus. Die notwendige Transformation besteht darin, die eigenen Ressourcen auf das Kerngeschäft zu fokussieren, den Teil des Portfolios, in dem das Unternehmen etabliert ist und dadurch schneller sein kann als jeder Newcomer und Quereinsteiger. Selbst größere Investitionen im Kerngeschäft führen dabei zu einem angemessenen Wertbeitrag. Für die begehrten Innovationsfelder neben und außerhalb des Kerngeschäftes, den sogenannten Adjacencies und neuen Geschäftsfeldern, sind jedoch andere Kompetenzen erforderlich und damit andere organisatorische Ansätze vonnöten. Hier macht es beispielsweise Sinn, mit kleineren Firmen und Forschungseinheiten zusammenzuarbeiten, die anders und agiler arbeiten können und die sich wiederum die globale Präsenz und den Kundenzugang der großen Chemieunternehmen zunutze machen können. Dieses Kapitel zeigt auf, wie man die Frage der geeigneten organisatorischen Struktur für Innovationsaktivitäten strategisch angehen kann.

1 „Was“ versus „Wie“ – Structure follows Strategy

Wie laufen Diskussionen zu organisatorischen Strukturen, deren Änderung und Neudesign typischerweise ab? Viel zu viele grundlegende Fakten werden vorausgesetzt und nicht gemeinschaftlich diskutiert – vor allem nicht infrage gestellt. In der Chemieindustrie gilt seit Anbeginn eine generelle Existenzberechtigung für die Zentralforschung. Selbstredend braucht man Chemiker, die neue Moleküle entwickeln. Es gibt üblicherweise einen Forschungsleiter, der Teil des Vorstandes ist, oder zumindest direkt an den CEO berichtet. Darunter wird dann die Inhouse-Forschung nach Technologiegruppen sortiert. Fraglich ist jedoch, ob dieser verbreitete Ansatz noch zeitgemäß und hinreichend ist. Dabei ist nicht die Relevanz der Forschung grundsätzlich zu hinterfragen. Sie muss sich jedoch weiterentwickeln und hat dies vielerorts bereits getan. Die Separierung der Forschung im Kerngeschäft von Aktivitäten in Nachbarbereichen ist mittlerweile üblich. Darüber hinaus wird die Kooperation mit anderen Partnern immer wichtiger (vgl. Kap. [Daten Management im Chemielabor](#)).

Das können verbundene Unternehmen sein, Universitäten und Forschungseinrichtungen, Start-ups und Venture Capital Funds. Die Steuerung dieser Kooperationen und das funktionsübergreifende Management von Einheiten, die sich neuer Geschäftsbereiche widmen, erfordert andere Kompetenzen als die der klassischen Zentralforschung. Das Leben in modernen Innovationsstrukturen fordert ein ausgeprägtes Maß an Flexibilität, Kreativität und Kooperation. Nur so können sich Chemieunternehmen aus ihrer Rolle des reinen Rohstofflieferanten hin zum Anbieter von Lösungen entwickeln.

Strukturelle Anpassungen erfolgen in der Praxis häufig dadurch, dass der Forschungsleiter – bildlich gesprochen – das vorhandene Organigramm erweitert oder auf einem weißen Blatt Papier neue „Boxen“ malt. Ein ähnliches Vorgehen kann auch bei anderen Formen der Re- und Neuorganisation beobachtet werden. Anpassungen und marginale Änderungen statt Erschaffung von etwas Neuem sind meist das Resultat. Dieses führt jedoch nicht zwangsläufig auch zu neuen Ideen und Ergebnissteigerungen im gewünschten Ausmaß (Abb. 1).

Sinnvoller wäre es hingegen, wenn der Ausgangspunkt von strukturellen Anpassungen in der übergreifenden Vision eines Unternehmens gesucht wird.

Typische Fragen, die in diesem Zusammenhang gestellt und beantwortet werden müssen, können folgendermaßen lauten: Wer sind wir als Firma? Woher kommen wir? Was sind unsere Kernkompetenzen? Wo und wie wollen wir diese einsetzen? Wohin entwickeln sich unsere Märkte? Wohin können und wollen wir unsere Märkte und Unternehmen entwickeln?

Aus der Vision lässt sich eine Strategie ableiten für deren Umsetzung Innovation dann ein wichtiger Grundbaustein ist. Innovation ist dadurch Vehikel, aber nicht Selbstzweck. Die Innovationsstrategie ist dabei Teil der Unternehmensstrategie und leitet sich aus der Vision des Unternehmens ab. Sie umfasst nicht „nur“ die Entwicklung neuer Moleküle, sondern beinhaltet auch die Generierung von Innovationen hin zu neuen, grundlegenden Ansätzen. Ziel dieser Ansätze muss sein, dass die Herausforderungen der Kunden und Märkte adressiert werden können, z. B. durch neue Prozesse oder durch neue Geschäftsmodelle. Die Innovationsstrategie ist der Teil der Geschäftsstrategie, der sich dem Geschäft widmet, das es noch nicht gibt. Dieses Konzept ist nicht neu. Allerdings ist oft eine Diskrepanz zwischen theoretischer Abfolge und dem Vorgehen in der Praxis erkennbar.

Im ersten Teil dieses Buches standen die Innovationsstrategie und Innovationen außerhalb des Kerngeschäftes im Mittelpunkt der Betrachtungen. Diese beiden Bausteine sind die Basis, auf der die weiteren Überlegungen dazu aufgebaut werden können, was – und erst einmal nicht wie – etwas Innovatives erreicht werden kann. Unterschieden werden soll dabei zwischen Überlegungen zu Aktivitäten im Kerngeschäft und solchen außerhalb der aktuellen Reichweite eines Unternehmens.

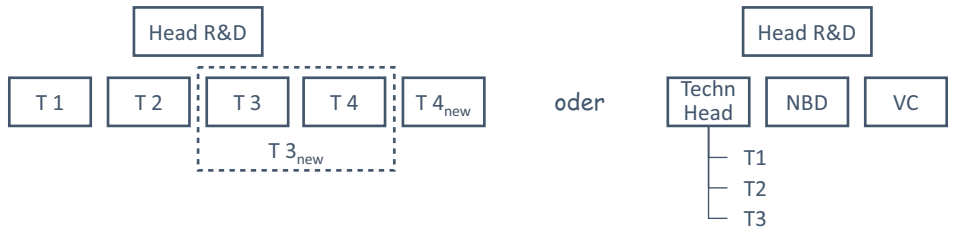


Abb. 1 Definition der Innovationsorganisation bisher – Adaption oder „blank sheet of paper“ (T=Technologie, NBD=New Business Development, VC=Venture Capital). (Quelle: eigene Darstellung)

2 Innovation im Kerngeschäft

Aufbauend auf der Unternehmensstrategie, der sich daraus ableitenden Innovationsstrategie aus den ersten Kapiteln und der ‚Innovation Ambition Matrix‘ (Nagji und Tuff 2012), empfiehlt es sich, zwischen Innovation für das Kerngeschäft und Innovation für angrenzende und neue Geschäfte (Adjacencies, New Business) zu unterscheiden. Dabei definiert sich das Kerngeschäft als der Bereich für das Unternehmen bestehender Produktfelder („How to win“) in bekannten und existierenden Märkten („Where to play“). Entfernt man sich in einer der beiden Dimensionen, oder beiden, hin zu angrenzenden Produkten oder angrenzenden Märkten, so redet man von Adjacencies. Begibt man sich in den Bereich vollkommen neuer Produkte und/oder Märkte spricht man von New Business. In beiden Bereichen, dem Kerngeschäft sowie im Bereich angrenzender und neuer Geschäftsideen, muss eine Analyse vorausgehen, die aufzeigt, wie Innovation im jeweiligen Bereich die Erreichung der Ambitionen und Ziele des Unternehmens unterstützt.

Erst wenn die inhaltlichen Komponenten klar definiert sind (Zieldefinition) kann dazu übergegangen werden dies in eine Organisationsstruktur zu übersetzen.

Wie bereits erwähnt, kann historisch häufig beobachtet werden, dass von einer Aufbauorganisation ausgegangen und darauf aufbauend, die Ablauforganisation definiert wird. Erst werden die notwendigen Stellen festgelegt und wer an wen berichtet („Boxen“), somit Weisungs- und Entscheidungsbefugnisse definiert. Erst danach werden konkrete Aufgaben und Aktivitäten bestimmt, z. B., wie zusammengearbeitet werden soll und wie Informationen und ggf. Materialien von einem zum anderen weitergegeben werden. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass es sinnvoller ist, diese Reihenfolge umzukehren, also die prozessualen Fragen den strukturellen voranzustellen.

2.1 Zieldefinition: Was wollen wir erreichen?

Im Kerngeschäft ist es entscheidend den bestehenden Kunden zuzuhören, um auf neue Bedarfe und Verbesserungswünsche eingehen zu können. Gerade etablierte Unternehmen haben eine breite Basis und ein gutes Netzwerk in den Kundenindustrien sowie eine langjährige Marktkennntnis, teilweise über Jahrzehnte, aufgebaut. Dies sollte jedoch nicht zu Trägheit aus falsch verstandener Stärke verleiten. Neue Trends müssen aufmerksam beobachtet und idealerweise proaktiv getrieben werden. Innovation ist in diesem Bereich typischerweise inkrementell und in nur ganz seltenen Fällen bahnbrechend neu. Oft ist ein signifikanter Anteil die Adaption bestehender Produkte, die Anpassung von Lösungen an Kundenwünsche und eine Weiterentwicklung des bestehenden Portfolios.

Wenn das bestehende Technologie-Portfolio holistisch betrachten werden soll, macht es Sinn, dies entlang von zwei Fragen zu tun. Die erste beschäftigt sich damit, auf welche bestehenden Technologien gesetzt werden soll. Die zweite bewertet, welche

fehlenden Technologien hinzugefügt werden müssen. Eine klare Priorisierung ist von immensem Vorteil, da nur so später Ressourcen adäquat allokiert werden können.

Fragen, die sich ein Unternehmen in diesem Kontext stellen muss, sind z. B.: Wollen wir uns auf wenige Kernprodukte fokussieren, die den Bedarf und den Kosten des Großteils des Marktes entsprechen? Oder wollen wir kundenspezifisch Produkte (re-) designen und anpassen? Je kundenspezifischer sich das Unternehmen positionieren will, desto relevanter ist die Anbindung der Innovationsaktivitäten an die operativen Marketing- und Vertriebsseinheiten.

Die relevanten Aktivitäten können von den Unternehmens- und Innovationszielen abgeleitet werden. Dabei ist es wichtig nicht nur Prioritäten sinnvoll zu setzen, sondern auch zu definieren, welche Themenbereiche nicht adressiert werden sollen. Es muss entschieden werden, ob Forschungsaktivitäten entlang von Technologien oder Anwendungsbereichen organisiert werden sollen. Für alle Aktivitäten kann entschieden werden, ob diese in-house geleistet werden sollen und welcher Anteil in Zusammenarbeit z. B. mit Kunden geschieht. Anforderungen, Ziele und Kriterien den Erfolg zu messen, müssen entlang der verschiedenen Aktivitäten definiert werden.

Auf Basis der vorangegangenen Überlegungen lässt sich systematisch der erforderliche Bedarf an personellen, finanziellen und anderen Ressourcen ableiten. Dabei macht es Sinn, intern und extern Parallelen zu ziehen, um die richtigen Produktivitäts-KPIs anzulegen.

2.2 Struktur: Wie organisieren wir uns?

Aufbauend auf der Zieldefinition und der Ableitung aller erforderlichen Ressourcen (wie viele werden von welcher Sorte benötigt) kann im nächsten Schritt deren effektive Organisation beschlossen werden.

Dabei ist zwischen Zentralisierung und Dezentralisierung (z. B. in Form von regionalen oder lokalen Strukturen) zu wählen und die jeweils damit verbundenen Vor- und Nachteile sind zu prüfen. Auch Querverbindungen zwischen den Ressourcen sollten berücksichtigt werden. Oft spielt dabei auch eine Rolle, ob Business Units (BUs) dieselben Technologien nutzen. Diese und andere Prinzipien, wie z. B. eine Mindestgröße für Teams, müssen anfänglich festgelegt werden (Abb. 2).

Ein Vorteil der zentralen Forschung ist ein Abkoppeln von schnelllebigen Trends in den BUs. Der Druck kurzfristig Umsatz und Profit zu generieren ist geringer. Aber die Entfernung zum Kunden ist größer, sodass die Gefahr steigt, an den Bedürfnissen der Kunden und Märkte vorbei zu entwickeln. Während die Kommunikation und der Austausch innerhalb der Innovationsgruppe gefördert und verstärkt werden, findet gleichzeitig eine Differenzierung hinsichtlich des operativen Geschäfts statt.

Häufig sind Chemieunternehmen stark differenziert im Hinblick auf ihre Kunden, Märkte und Anwendungen. Diese Granularität treibt nicht nur Überlegungen zur Organisation des Unternehmens an sich, sondern auch die Strukturen der



Abb. 2 Organische R&D Optionen für Forschung im Kerngeschäft (Beispiele). (Quelle: eigene Darstellung)

Innovationsabteilung(en). Die Detailstruktur einer F&E-Abteilung – unabhängig davon, ob sie zentral oder per BU gesteuert wird – kann sich entlang verschiedener Kategorien organisieren. Während der Fokus grundsätzlich zunehmend in Richtung Anwendungen und Kundenmärkte geht, bleibt die F&E-Struktur vielerorts an Technologien gebunden. Ein Kompromiss kann gefunden werden, wenn die Abteilungen entlang von BUs operieren, sich aber innerhalb dieser entlang von Technologien aufstellen. Darüber hinaus kann eine regionale Komponente eine Rolle spielen, sodass landes- oder regions-spezifische Anforderungen kundennah adressiert werden können.

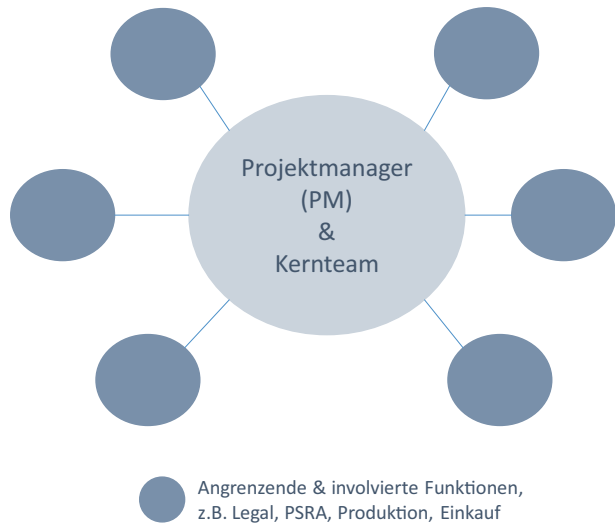
Geschäftsnahe Entwicklungen werden dabei idealerweise in Einheiten innerhalb der Business Units verortet. Dort herrscht die notwendige Nähe zu den Kunden und zu weiteren Funktionen, die idealerweise frühzeitig in Entwicklungsprozesse eingebunden werden. Unabhängig davon, wie diese Einheiten benannt werden, handelt es sich typischerweise um inkrementelle Verbesserungen. Aber auch bahnbrechende neue Entwicklungen können hier entstehen, wenn z. B. neue chemische Ansätze entwickelt werden, um bestehende Herausforderungen besser oder günstiger adressieren zu können.

Die Projekte, die hier bearbeitet werden, laufen typischerweise durch einen Stage-Gate-Prozess, der innerhalb der BU, aber auch zentral gemanagt werden kann. Wichtig ist, dass die jeweiligen Projektteams durch professionelle Projektleiter unterstützt werden und die Teams sich aus klassischen Forschern, aber auch aus Mitarbeitern anderer Funktionen zusammensetzen. Dazu können Ingenieure, sowie Mitarbeiter aus den Bereichen technischer Sales, Sales, Business Development, Marketing, Produktion, Product Safety & Regulatory Affairs (PSRA)/Produktsicherheit, IT, Legal und Einkauf gehören, je nachdem was für das jeweilige Produkt relevant ist. Nicht alle Teammitglieder sind gleichermaßen eingebunden. Daher ist das Projektmanagement umso wichtiger und koordiniert cross-funktional alle Aufgaben (Abb. 3).

Wenn diese funktional übergreifenden Teams gut gesteuert werden, die richtigen Ziele und die richtige Incentivierung haben und den Freiraum – innerhalb klar definierter Grenzen – autark zu arbeiten, kann kurzfristig Wert für das Unternehmen geschaffen werden.

Aber durch diese inkrementelle Forschung wird der Umsatz nur inkrementell erhöht, manchmal auch nur erhalten. Die großen neuen Ideen entstehen teilweise in der Diskussion mit Kunden, aber auch durch die Auseinandersetzung mit den Trends der Zeit und einem klugen Link zu den Unternehmenskompetenzen.

Abb. 3 Beispiel Projektteam im Kerngeschäft. (Quelle: eigene Darstellung)



3 Innovation außerhalb des Kerngeschäfts

Chemie steckt in fast allen unseren täglichen Gebrauchsgegenständen. Wir haben damit bereits historisch bewiesen, dass sich die Chemieindustrie weiterentwickeln kann und immer wieder neue Anwendungsgebiete erschließt. Trotzdem wird der Ruf nach Innovation außerhalb der Kerngeschäfte immer lauter, da nur so den kürzeren Produktlebenszyklen und der intensivierten Wettbewerbssituation begegnet werden kann.

Als wesentliche Voraussetzung für langfristige Wettbewerbsfähigkeit sollte Innovationsmanagement weit oben auf der Agenda jedes CEOs stehen, der Marktführer sein oder bleiben will. Nur durch kontinuierliche Innovation können Wettbewerbsvorteile erreicht und ausgebaut werden. Den immerwährend hohen Ansprüchen an Umsatz- und Profitabilitätswachstum sowie Cash Flow kann nur entsprochen werden, wenn man den Sprung in neue Anwendungsbereiche wagt. Die Entwicklung neuer Geschäftsfelder, New Business Development (NBD), nimmt daher einen wichtigen Stellenwert ein.

Teil einer Innovationsstrategie muss es daher sein zu entscheiden, in welche angrenzenden oder komplett neuen Märkte vorgedrungen werden soll und wie die Ziele erreicht werden können.

3.1 Zieldefinition: Was wollen wir erreichen?

Die Kenntnis der eigenen Kompetenzen ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, zu verstehen, welche Möglichkeiten außerhalb des Kerngeschäftes bestehen. Pragmatisch lassen sich diese Kompetenzen in Kompetenzen direkter Natur und Kompetenzen

indirekter Natur unterteilen. Kompetenzen direkter Natur liegen vor, wenn ein Unternehmen Spezialist für bestimmte Technologien ist, zum Beispiel Stickstoffchemie, PU-Chemie oder Katalyse. Darüber hinaus liegen Kompetenzen indirekter Natur vor (Anwendungskompetenzen). Diese sind etwas schwerer zu definieren und beziehen sich darauf wie ein bestimmtes Ziel erreicht werden kann. Das kann zum Beispiel die Adsorption von Flüssigkeiten, elektrische Leitfähigkeit oder die Haftung zwischen zwei Materialien sein. Die zweite Gruppe an Kompetenzen hilft herauszufinden, was sich auf andere Bereiche übertragen lässt und welche Märkte als potenzialträchtig einzuschätzen sind.

Nach der Festlegung der zu erschließenden Märkte muss definiert werden, welche Aktivitäten notwendig sind und welche Kompetenzen dafür benötigt werden. Dies muss nicht, und sollte auch nicht, allein aus bestehenden Teams getrieben werden. Je nach Nähe bzw. Distanz zum bestehenden Geschäft gibt es die entsprechenden Kompetenzen (noch) nicht innerhalb des Unternehmens. Um die Innovationsstrategie zu erfüllen, gibt es eine Fülle an Optionen, aus denen gewählt werden kann. Dazu gehören die mittlerweile fast selbstverständlichen Einheiten von Scouting, Foresight, New Business Development, Incubation, Acceleration, Corporate Venture, strategische Partnerschaften, M&A aber auch Nachhaltigkeit. Diese haben unterschiedliche Zeithorizonte bis sie Wertbeitrag generieren.

Um den verschiedenen Forschungsaktivitäten gerecht zu werden, muss weit über das Forschungslabor hinausgedacht werden. Cross-funktionale Ansätze sind der Grundstein für jede Entwicklung, die einen merklichen Anteil am Geschäftswachstum treiben will. Dies setzt Kooperation innerhalb des Unternehmens und über seine Grenzen hinweg voraus. Gleiches gilt für den Fokus der Innovationsprojekte, die über die Produktentwicklung hinausgehen und neue Geschäftsmodelle umfasst. Wie auch im Kapitel zur Strategieentwicklung erwähnt, wird es immer schwieriger in Eigeninitiative und ohne weitere Unterstützung große Projekte zu identifizieren und vor allem durchzuführen. Daher sind Partner entlang der Wertschöpfungskette willkommen, um gemeinschaftlich neuen Wert auch über chemische Produktentwicklungen hinaus zu kreieren.

Um die verschiedenen Ansätze und die komplexer werdende Innovationslandschaft zu koordinieren und zu steuern, ist es hilfreich, in dieser Einheit selbst ein Team zu haben, das diese Aufgabe übernimmt. Dies kann vom Innovationsleiter übernommen werden oder er kann durch eine Einzelperson (oft Executive Assistant) oder ein kleines, schlagkräftiges (Strategie-)Team unterstützt werden. Abhängig von der Größe des Unternehmens bietet sich ein kleines Team an, das auch die wichtige Aufgabe übernimmt, die Strategieentwicklung zu begleiten und das Portfolio an Projekten immer wieder kritisch zu hinterfragen.

Trotz aller Herausforderungen neue Ideen zu kreieren, ist die Liste an Optionen häufig länger als die Möglichkeit zu deren ernsthafter Umsetzung. Daher ist eine sorgfältige Priorisierung der Long List auf die Top 5–10 Ideen zu empfehlen. Auf der anderen Seite liegt die Erfolgsquote von Projekten, die die Kreativität und Risikobereitschaft herausfordern bestenfalls bei 5–10 %, sodass eine kritische Menge an Projekten

verfolgt werden muss, um unter Berücksichtigung der Abbruchquoten einen relevanten Wertbeitrag zu erzielen.

Wichtig ist also für ein Unternehmen, über seine Strategie zu definieren, wo es „mitspielen“ will, welche Aufgaben entstehen und welche Kompetenzen dafür benötigt werden.

3.2 Struktur: Wie organisieren wir uns?

Mit dem Wissen was im Bereich angrenzender und neuer Geschäftsbereiche erreicht werden soll, kann abgeschätzt werden, welche Ressourcen in welchem Umfang benötigt werden. Erst danach macht es Sinn zu überlegen, wie diese organisiert werden können, um die bestmögliche Effektivität zu erreichen.

Abhängig von der kritischen Größe eines Unternehmens und den geplanten Forschungseinheiten, gibt es die Option diese zentral zu organisieren um ein möglichst hohes Maß an Austausch, Kreativität und Schlagkraft zu generieren. Auf der anderen Seite birgt dies die Gefahr zu weit weg von einer operativen Implementierung zu sein. Alternativ können neue Geschäftsideen in den Business Units angesiedelt sein, in deren Bereich sie am ehesten passen, mit dem Vorteil nah am operativen Geschäft zu sein und bestehende Ressourcen eventuell besser nutzen zu können. Hierbei sind sie aber dem Risiko ausgesetzt, sich zu sehr durch bestehende Strukturen und Denkweisen beeinflussen zu lassen. Oft fehlt hierfür auch die kritische Masse. Jede Innovationsorganisation sollten unternehmensspezifisch sein und auf die speziellen Bedürfnisse, Ziele und Restriktionen des Unternehmens eingehen.

Zentrale Einheiten können klein und schlagkräftig oder auch sehr umfassend sein. Dabei sind industrieweit die einzelnen Bestandteile sehr ähnlich. Oft werden verschiedene Begriffe synonym verwandt. Auf Basis einer soliden Strategieentwicklung werden im Scouting, Foresight oder Ideation spezifische Ideen generiert und in Einheiten wie New Business Development (NBD) oder Inkubatoren weiterentwickelt (Abb. 4).

Es kann durchaus auch eine Mischung der Strukturen zentral und innerhalb von BU stattfinden und für neue Geschäftsideen von Fall zu Fall entschieden werden, wo diese verortet werden. Für alle Ideen, die mehrere BUs tangieren, ist es ratsam, Teams aus diesen BUs zu besetzen, aber nicht in einer von ihnen zu verankern.

Ein Beispiel für einen Hub neuer und disruptiver Innovationen ist die Creavis von Evonik am Standort Marl. Die Gruppe mit Campus-Charakter wurde bereits vor über 20 Jahren in den 90ern als Gegenentwurf zur Zentralforschung gegründet. Hier können sich junge Akademiker und gestandene Experten aus dem Business disruptiven, neuen Ideen widmen. Die dort entstehenden Projekthäuser werden oft in enger Interaktion mit dem etablierten Business geführt, um den Markteintritt der Innovationen zu erleichtern. Diese haben ein festes Budget und klare finanzielle Anforderungen.

Eine weitere Entscheidung besteht darin, ob Innovationsaktivitäten global an einem Standort gebündelt werden, oft im Headquarter, oder ob regionale Hubs etabliert

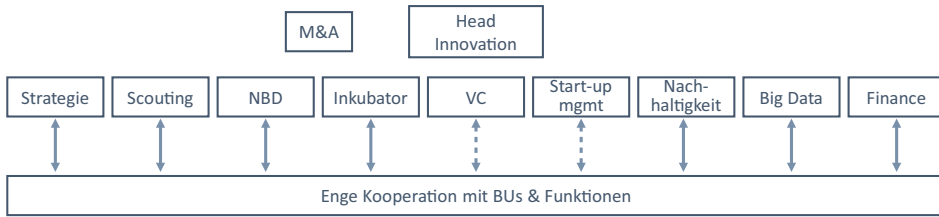


Abb. 4 Organische Optionen für Innovationsaktivitäten außerhalb des Kerngeschäfts

werden. Letzteres ist natürlich aufwendiger und kostspieliger, hat aber den Vorteil, dass diese in Regionen aufgebaut werden können, in denen man sich mit anderen, Gleichgesinnten austauschen kann. Wir müssen mittlerweile dafür nicht mehr bis ins Silicon Valley oder nach Tel Aviv schauen, sondern haben diese vor unserer eigenen Haustür; Berlin (Berlin Valley), München (Isar Valley, wenn auch vornehmlich für IT und Mikroelektronik) und London sind bekannte Beispiele, aber auch in NRW und Hamburg werden fleißig Start-ups gegründet. Dies setzt sich weltweit fort. Idealerweise gibt es global verschiedene Hubs, die in einer Umgebung arbeiten, die den offenen Austausch, die Geschwindigkeit der Ideengeneration, die Analyse und auch das Wiederverwerfen fördert. Aber auch wenn es neben der zentralen Hauptorganisation regionale Subteams gibt, ist es sinnvoll diese durch globale Expertenteams zusammenzuhalten oder sogar formal-organisatorisch zu verbinden. Die regionalen Teams müssen und sollen nicht eine exakte Kopie der globalen Organisation sein, sondern die lokal relevanten Funktionen der Innovationsgruppe beinhalten. Konkret heißt das, dass lokale oder regionale Teams eigenständig arbeiten, ausgewählte Bereiche abdecken und nicht in die Regionen, sondern in die globale Struktur reporten. So kann die Zusammenarbeit durch gemeinsame Prozesse, Spielregeln und Ziele optimiert werden (Abb. 5).

Die einzelnen Funktionen wie beispielsweise Foresight/Scouting oder auch M&A können nicht nur zentral in einer globalen Einheit aufgehängt sein oder in regionalen Hubs, sie können je nach Größe des Unternehmens auch als Teil von Projekten innerhalb des Projektes adressiert werden.

Neben den eher intern fokussierten Aktivitäten gibt es weitere mit externem Fokus. Die verschiedenen Aktivitäten mit Externen müssen organisatorisch in der Innovationsabteilung gebündelt werden, sodass der Austausch ausreichend gemanagt werden kann. Teilweise wird dies in den Projektteams so umgesetzt, wenn die Kooperationen nah genug an eigenen Forschungsaktivitäten sind. Ideen-Hubs, die weiter weg oder noch weitestgehend autark sind, müssen aber ebenfalls koordiniert werden und auch diese Kompetenzen müssen eingeplant werden. Für diesen Bereich werden vor allem cross-funktionale Brückenbauer benötigt, die bereichs- und hierarchieübergreifend arbeiten können und „Linchpins“ sind (Godin 2010).

Ein Beispiel dafür, wie externe Ressourcen geführt und organisiert werden können, zeigt Budenheim beim Management von Start-ups. Die Teams sind anders als reguläre

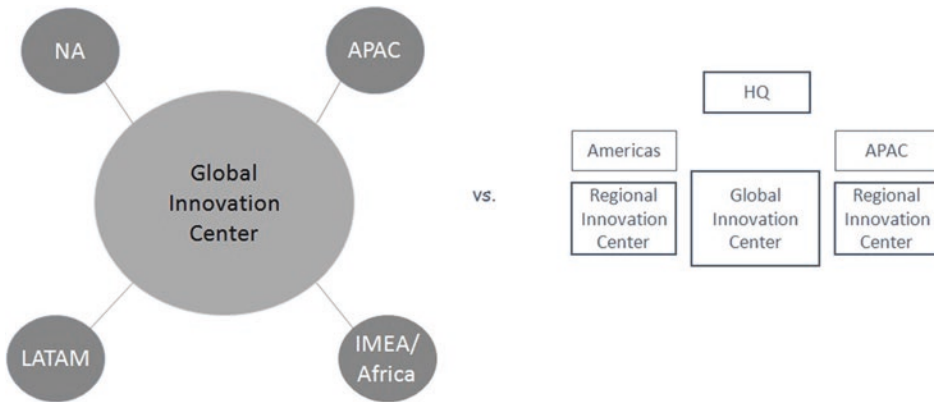


Abb. 5 Zentralistische Innovationsorganisation vs. regional unabhängigen Hubs. (Quelle: eigene Darstellung)

Innovationsprojekte durch alle Phasen hinweg ohne Hierarchieebenen organisiert. Ein Kernteam besteht typischerweise aus strategischer Marktforschung, Vertrieb, Technikern und Unternehmern mit einem relevanten eigenen Budget. Start-up-Mitarbeiter arbeiten in Vollzeit auf den Plattformen, haben aber eine organisatorische Absicherung, im zentralen Innovationsmanagement oder in ihrer ehemaligen Abteilung. Weitere Ressourcen können formal beantragt und in Vollzeit für mehrere Monate exklusiv ausgeliehen werden. Darüber hinaus erfahren die Projekte eine hohe informelle Unterstützung von Kollegen, die einen Beitrag leisten möchten. Der Fortschritt wird nicht anhand des üblichen Stage-Gate Prozesses gemanagt, sondern über einen eigens dafür aufgesetzten Prozess, der agiler ist und sich an design thinking orientiert. Kontrollierendes Gremium ist ein Managing Board aus Unternehmensleitung, Innovationsmanagement, externen Beratern und einer Business Unit.

Allgemein müssen für Projektideen die Strukturen so geschaffen werden, dass sie flexibel bleiben. Ein Projekt läuft typischerweise nicht wegen der Aufbauorganisation gut oder schlecht, sondern aufgrund der Projektorganisation. Neue Projektideen müssen mit ausreichenden und dedizierten Ressourcen ausgestattet werden, die dann wiederum die Idee mit hoher Geschwindigkeit vorantreiben müssen. Nur so kann schnell entschieden werden, ob eine Idee es wert ist weiter verfolgt zu werden – mit den nötigen Ressourcen – oder ob man sich einem anderen Thema widmen sollte. Dafür ist eine gesunde Mischung aus Experten und Projektmanagement wichtig. Das Projektmanagement muss nicht themenspezifisch sein. Seine Aufgabe ist es, gemeinsam mit dem Team die Aufgaben zu definieren, auf Änderungen zu reagieren und einen vereinbarten Zeitplan zu managen. Die Experten sind für die Entwicklung und Kooperation mit internen und externen Partnern zuständig. Vor allem in der internen Zusammenarbeit mit bestehenden Geschäftseinheiten ist darauf zu achten, dass Mitarbeiter klar allokiert

werden und nicht „drei Hüte auf einmal“ tragen. Letzteres ist ein Garant dafür, dass die Priorität nicht auf dem Innovationsbereich liegt, oder die Aufgaben im Kerngeschäft vernachlässigt werden.

Weiterhin ist es wichtig, sich im Markt zu etablieren. Eine Akzeptanz dort kann nur über entsprechende interne Kompetenz geschehen, die aus den Geschäftsbereichen zugeordnet und dafür auch freigestellt wird. Oder aber über entsprechende Kooperationen oder Zukäufe. Nur mit einem schlagkräftigen Team und schneller Beweisführung kann das Vertrauen der konservativen Kunden der chemischen Industrie gewonnen werden.

Teams, die sich neuen Geschäftsbereichen annehmen, sind idealerweise funktionsübergreifend zusammengestellt. Das heißt, sie sind in der Lage eigenständig alle Bereiche abzudecken, inkl. Entwicklung, technischer Anpassung, Marketing und Sales. Nur so können Tests und Produktadaptionen schnell adressiert werden, ohne in der Warteschlange von bestehenden Geschäftsbereichen zu enden. Dadurch entstehen autarke Einheiten, oft New Business Development oder Inkubatoren genannt. Um trotzdem Synergieeffekte mit bestehendem Geschäft zu nutzen, können und sollten relevante Mitarbeiter aus diesen Teams vollumfänglich – und mit Rückkehrgarantie – auf vereinbarte Zeit ausgeliehen werden.

Weitere sehr wichtige Punkte sind die „Management Attention“ und die Steuerung. Wie sichtbar ist jeweils z. B. ein Inkubationsprojekt, an wen berichtet es und wie sind Entscheidungswege definiert. Die „Governance“ muss klar geregelt sein. Wichtigster Punkt ist die Frage, wer ultimativ die Verantwortung trägt.

Wie bei jedem großen Projekt ist es wichtig, dass das Team visible Unterstützung aus dem Senior Management hat, idealerweise aus dem Vorstand. Zu diesen Entscheidungsträgern muss es kurze Wege geben. Ziele müssen klar vereinbart sein, danach darf das Team mit viel Freiraum und Autonomie arbeiten. Das Team muss das Management angemessen und situativ in die relevanten Entscheidungen einbinden. Operative Aufgaben werden aber direkt vom Team gelöst ohne Einbindung des Senior Sponsors.

Die Projektstrukturen sind so flach wie nur möglich, sodass alle Teammitglieder mit ihren jeweiligen Kompetenzen nahtlos ineinandergreifen und alle Ideen Berücksichtigung finden.

Finanziell sollte ein klar definiertes Budget zur Verfügung stehen, über das auch verfügt werden kann. Eine Art „blank check“. Die Innovationsunternehmungen müssen unabhängig sein, denn nur in dieser Autonomie wird mit Ressourcen eigenverantwortlich umgegangen.

4 Starre Strukturen versus Agilität

In den vorangegangenen Ausführungen wurde gezeigt, wie Organisationsstrukturen definiert werden können. In einer sich immer schneller drehenden und verändernden Welt stellt sich die Frage, welche Implikationen dies für die effektive und effiziente

Organisation von Innovationsprojekten und Innovationseinheiten mit sich bringt. VUCA World – volatil, uncertain, complex und ambiguous – ist in aller Munde, aber was bedeutet es in Bezug auf eine Innovationsorganisation? Wie schnell kann und sollte sie sich verändern können?

4.1 Wie werden Projekte priorisiert?

Ein Kernbaustein ist das regelmäßige Überprüfen, Hinterfragen und Neupriorisieren der eigenen Optionen. Dafür ist es notwendig ein Mindestmaß an Informationen zu haben, auf deren Basis eine Priorisierung stattfinden kann. Typische Kriterien zur Beurteilung von Geschäftseinheiten sind Wachstum und Profitabilität. Diese können genauso für die Beurteilung und den Vergleich verschiedener Innovationsoptionen herangezogen werden. Idealerweise werden diese durch die Umsatzgröße und das Risiko ergänzt. Während die anderen Faktoren quantitativ sind, muss das Risiko aus qualitativen Kriterien abgeleitet werden. Es spielt dabei eine Rolle, wie gut die eigenen Kompetenzen sind, die angewendet werden sollen, wie hoch Investitionen sind, ob es einen Marktzugang gibt, wie volatil der Markt ist und weiteren Faktoren, die je nach Unternehmen und Markt unterschiedlich sind. Daraus entsteht eine Matrix, die einen schnellen ersten Eindruck gibt, wie werthaltig die identifizierten Innovationsoptionen sind und wie sie im Vergleich zueinander hinsichtlich Zeit und Ressourcenbedarf zu bewerten sind (Abb. 6).

Für die priorisierten Optionen werden im Anschluss detaillierte Projektpläne entwickelt und entsprechende Teams zusammengestellt. Wichtig ist aber auch, Projekte

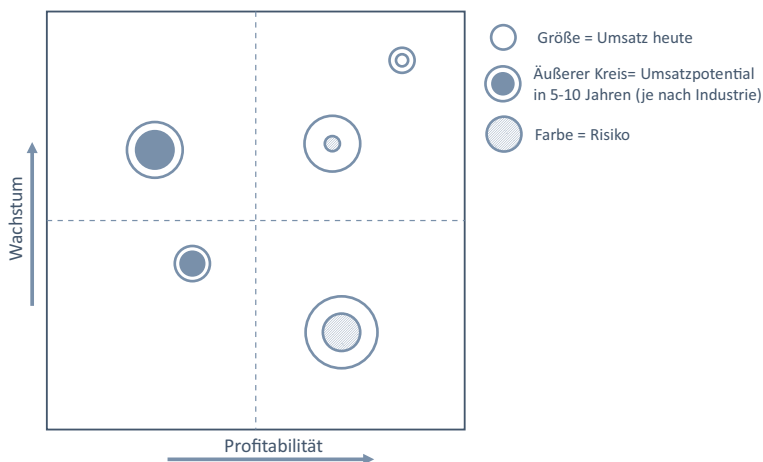


Abb. 6 Bewertung von Innovationsoptionen. (Quelle: eigene Darstellung)
aktiv zu stoppen, die sich nicht rentieren.

4.2 Flexibilität der Teamstrukturen

Da es sinnvoll ist Strukturen nicht in Stein zu meißeln, immer wieder auf Ressourcen des Kerngeschäfts zurückgegriffen werden muss und diese gegebenenfalls als dedizierte Teammitglieder ausgeliehen werden können, ist es wichtig, in den geschaffenen Strukturen flexibel zu bleiben. Im Kerngeschäft kann dies anhand von flexiblen Projektmanagern geschehen, die vielfältig eingesetzt werden können. In zentralen Innovationsabteilungen ist dies genauso wichtig, um flexibel auf neue Trends und Ideen reagieren zu können. Das setzt nicht nur eine Start-up-Kultur voraus, sondern auch die Kompetenz die Brücke in den Rest des Unternehmens zu bilden, das typischerweise und richtigerweise eine abweichende Kultur innehat. Dies soll nicht heißen, dass ein genereller Start-up-Mindset unwichtig ist, aber die Ausprägung muss im bestehenden Geschäft eine andere sein.

Die Flexibilität von Teams wird dadurch gefördert, dass ein starkes Projektmanagement etabliert wird. Dies kann in Form eines PMOs (Project Management Offices) sein. Am Ende ist wichtig, dass es einen Pool an inhaltlich flexiblen Projektmanagern gibt, die sich darauf verstehen nicht zu tief – aber ausreichend tief – in die Details eines Projektes einzusteigen und die Klaviatur des Projektmanagements beherrschen. Sie sind diejenigen, die gemeinsam mit dem Team- und den Management-Sponsoren die Ziele und Meilensteine festlegen und diese rigoros verfolgen.

4.3 Sizeable team

Unabhängig davon, ob es um Aktivitäten im Kerngeschäft oder außerhalb desselben geht, werden ausreichende Ressourcen benötigt, um einen Unterschied zu machen. Homöopathische Investitionen führen immer auch nur zu unterdurchschnittlichen Änderungen und somit zu sehr kleinen Erfolgen. Dies soll nicht heißen, dass ein kleines und schlagkräftiges Team nicht sehr erfolgreich sein kann. Allerdings müssen auch dort die Ressourcen adäquat an die Ziele angepasst sein. Die Investitionsquote sollte im Vergleich zum Wettbewerb überdurchschnittlich sein, um eine führende Position zu erreichen oder zu halten.

Eine Firma, die dies verinnerlicht hat, ist Altana. Sie betrachtet Innovation als bedeutendes Alleinstellungsmerkmal und investiert überdurchschnittlich in Forschung und Entwicklung. Mit einer Quote von 7 % des Umsatzes als Investition für Forschung und Entwicklung liegt sie damit weit über dem Industriedurchschnitt (Altana 2019).

Innovationen werden nicht nur auf der kreativen Seite durch die Entwicklung neuer und disruptiver Ideen gewonnen, sondern auch durch die Allokation der richtigen Sorte und der richtigen Menge von Ressourcen. Oft wird über die Relevanz von Innovation gesprochen, aber die Konsequenz einer adäquaten Investition in Teams und Anlagen, sowie ein Fokus des Managements auf die relevanten Projekte wird nicht immer gelebt (Cohen et al. 2019).

4.4 Wer ist der beste Owner

Ähnlich der Verlagerung der Forschungsaktivitäten in der Pharmabranche über die letzten Jahrzehnte weg von den großen, konsolidierten Pharmariesen hin zu kleinen, flexiblen und effizienteren Firmen sehen wir erste Ansätze auch in der Chemieindustrie. Der KPI RoI hat über die letzten Jahre an immer größerer Bedeutung gewonnen. Wie viel Ressource Mensch und Geld ergibt wie viel Umsatz und Gewinn? Die Frage, der sich Unternehmen stellen müssen, ist, wann sie geeignet sind, die besten Lösungen zu finden und wann sie dies outsourcen sollten. Dieses Abgeben der eigentlichen Arbeit variabilisiert die Kosten und führt somit zu besseren Finanzkennzahlen. Dadurch wird das eigene Risiko minimiert, das Unternehmen wird berechenbarer, genießt einen zuverlässigeren Aktienkurs und kann seine Interessenvertreter besser managen. Allerdings werden dazu Teams benötigt, die Portfolios an Kooperationen und kleinen Firmen managen und managen können.

Die Pharmabranche hat es vorgemacht (Hunter 2014). Dort wird überdurchschnittlich in Akquisitionen, Lizenzen und Partnerschaften investiert. Start-ups sind – nicht nur dort – zum neuen Hype geworden, mit dem Leitgedanken „you cannot disrupt yourself“. Eine neue notwendige Kernkompetenz ist es, die nächste Disruption zu erkennen.

5 Struktur – Prozesse – Mindset

Neben klaren und flexiblen Strukturen sind Prozesse wichtig. Damit ist nicht das Micro-management aller Einzeltätigkeiten gemeint, sondern die Art und Weise, wie Entscheidungen getroffen werden. Die Aufbauorganisation ist heute dabei weniger wichtig als die Ablauforganisation, aus der die Strukturen abgeleitet werden. Rollen sowie Verantwortlichkeiten und Entscheidungsprozesse müssen klar definiert werden.

Dabei sollten die einzelnen Teams weitestgehend autark arbeiten und über ein definiertes Budget frei verfügen können. Das Team, vor allem die Projektleiter, müssen ihre Ziele klar vor Augen haben und das richtige Maß an Tatkraft und Dringlichkeit mitbringen. Sie müssen nicht nur die abteilungsinternen Prozesse verstehen, sondern auch die der Gesamtorganisation, um diese zur Erreichung ihrer Ziele nutzen zu können. Flache Hierarchien und Strukturen helfen dem Team, oft scheitern diese aber an den starren und hierarchischen Entscheidungen des restlichen Unternehmens. Daher ist es wichtig, dass zwischen Entscheidungen unterschieden wird, die das Team selbst treffen kann und solchen, die außerhalb des Teams getroffen werden. Für letztere muss klar geregelt sein, wer die Entscheider sind. Idealerweise gibt es parallel dazu Unterstützer im Management, die dem Team beratend und richtungsweisend zur Seite stehen. Flache Strukturen müssen durch starke Führungspersönlichkeiten komplementiert werden.

Von vornherein muss der Erfolg durch klar definierte Ziele beschrieben werden, hinter denen das Management steht. Das betrifft nicht nur Umsatz- und Profitabilitätsziele,

sondern auch prozessuale Zwischenschritte. Gibt es einen klar definierten Business Plan? Wie schnell können Minimum Viable Products gelauncht werden? Wie schnell wird ein Projekt abgebrochen, wenn es dafür reif ist? Wie offen und ehrlich gehen Teams und Entscheider miteinander um?

Um diese Themen erfolgreich zu adressieren, ist es wichtig, eine Kultur zu fördern, in der die Mitarbeiter angehalten werden zu experimentieren, sich und neue Lösungen auszuprobieren. „Fail fast“ ist wichtige Prämisse, genauso wie die Tatsache das Return von Risiko kommt. Wer Risiken vermeidet, wird später auch auf den ggf. größeren Lohn verzichten müssen. Ein sehr wirkungsvolles Konzept dazu kommt von Gary P. Pisano, der von der „Harten Wahrheit der Innovationskulturen“ spricht (Pisano 2019). Pisano formuliert, dass es leichte und viel gehypte Verhaltensweisen für eine erfolgreiche Innovationskultur gibt, diese aber nur eine Seite der Medaille sind. Sie müssen im Gleichgewicht mit härteren und weniger attraktiven Verhalten stehen. Toleranz für Fehler braucht auch eine Intoleranz von Inkompetenz. Die Bereitwilligkeit zu experimentieren benötigt rigorose Disziplin. Ein offener Austausch, bei dem jeder seinen Beitrag leisten darf, verlangt brutale Offenheit. Zusammenarbeit muss mit persönlicher Einzelverantwortung ausbalanciert werden. Risikoreiche Ideen dürfen verfolgt werden – und scheitern – solange ein außergewöhnlich starkes Team herausragende Arbeit leistet. Inakzeptabel in diesem Zusammenhang sind durchschnittliche Fähigkeiten, nachlässige Denkprozesse, eine schlechte Arbeitseinstellung und ein schwaches Management. Gewonnene Erkenntnisse und nicht die Fehler dürfen zelebriert werden. Wenn aussichtslose Projekte diszipliniert abgebrochen werden, ist es nicht risikoreich neue Themen aufzunehmen. Am Ende zieht die freundliche, nette Organisation den Kürzeren gegenüber der unumwunden ehrlichen und offenen Organisation, die geradeheraus Kritik übt und akzeptiert und dadurch nicht immer perfekt höflich, aber umso mehr respektvoll ist.

Diese Verhaltensweisen können und müssen vorgelebt werden. Unterstützt werden können sie durch die richtige Incentivierung. Viel zu oft sind die Teams dazu angehalten ihr Projekt zum Erfolg zu führen, oft koste es was es wolle. Vor allem kostet es am Ende Zeit, Geld und menschliche Ressourcen. Nicht immer führt es auch zum gewünschten Umsatzerfolg. Teams kämpfen zu lange einen bereits verlorenen Kampf. Daher ist es wichtig, jeden einzelnen dazu anzuhalten und dazu zu motivieren einzelne Projekte immer wieder infrage zu stellen und nicht dafür abzustrafen, ein Projekt mit sehr geringen Erfolgsaussichten durch ein anderes, sinnvolleres zu ersetzen. Beispielhaft hat es Roviant vorgemacht (Ramaswamy und Banta 2017). Es belohnt Mitarbeiter, die ihr Projekt stoppen wollen und sichert ihnen eine alternative Stelle im Unternehmensverbund zu, sollte ihr Projekt tatsächlich abgebrochen werden. Darüber hinaus sucht Roviant aktiv nach neuen Mitarbeitern von außen, die neue Wege gehen wollen und aus diversen Funktionen kommen, inkl. Finance, Consulting, Technologie, Universitäten und politischen Kampagnen. Den potenziellen „Culture Clash“ adressiert Roviant proaktiv mit verschiedenen Programmen zum Onboarding und zur Unterstützung für einen taktvollen Austritt, sollte die Kultur nach einer 3-Monatsfrist nicht passen.

Ein Exit aus der Innovationsabteilung muss aber nicht zwangsläufig ein Exit aus dem Unternehmen sein, sondern kann und darf der Schritt (zurück) ins laufende Geschäft sein. Wichtig ist, dass auch hierfür der Prozess definiert ist und die richtigen Mitarbeiter mit dem passenden Mindset an den richtigen Stellen ihren Wertbeitrag leisten können.

6 Fazit

Der erste und wichtigste Punkt ist nicht chemie- und nicht innovationsspezifisch. Es geht immer darum zu überlegen, was das übergeordnete Ziel ist, welche Aktivitäten auf dem Weg dorthin relevant sind und wer mit welchen Kompetenzen dafür gebraucht wird. Erst wenn diese Fragen beantwortet sind, dürfen „Boxen gemalt“ werden, sprich, erst dann darf die Struktur definiert werden. In den meisten Fällen ergibt sie sich zu diesem Zeitpunkt von selbst.

Bei der Definition der Aufbauorganisation der Innovation ist es sinnvoll, zwischen Kerngeschäft und neuen Geschäftsbereichen außerhalb des Kerngeschäfts zu unterscheiden. Während Innovationsstrukturen für das Kerngeschäft oft sinnvoll innerhalb der bestehenden Geschäftseinheiten verortet werden, profitieren Aktivitäten für neue Bereiche von Strukturen, die separat organisiert werden. Dies kann zentral, aber auch dezentral geschehen, abhängig vor allem von Marktstrukturen und Kundennähe. Die Kompetenzen, die auf der Basis des Kerngeschäfts existieren, sind die Brücke zwischen den Teams des Tagesgeschäfts und den Innovationsteams mit dem Fokus auf neue Geschäftsideen.

Innovationsspezifisch und in besonderem Maße relevant für die Chemieindustrie ist die Flexibilität, die etabliert, bzw. beibehalten werden muss, damit Ressourcen, und im Fall des Organisationsaufbaus, sind damit vor allem die Mitarbeiter gemeint, flexibel und vielfältig eingesetzt werden können. Teams sollten alle relevanten Kompetenzen beinhalten. Strukturen sind idealerweise sehr flach und die Teams arbeiten auf Augenhöhe miteinander. Sie profitieren von einem offenen und kritischen Austausch und einer Kultur, in der jeder Einzelne Verantwortung übernimmt. Ausreichende Ressourcen sind für die Teams notwendig, damit sie fokussiert und mit Herzblut neue Themen entwickeln können und die Freiheit haben, Entscheidungen zu treffen.

Ein Kernerfolgsfaktor ist der klare Zuspruch des Senior Managements für die einzelnen Aktivitäten der Innovationsgruppe bei gleichzeitiger Wahrung der Autonomie der Teams. Ohne den Rückhalt der oberen Führungsebene bekommen große Projekte nicht das nötige Standing und die notwendige Geschwindigkeit, um die hohen Anforderungen an neues Wachstum zu erfüllen. Dies ist vor allem dann möglich, wenn es eine klare Priorisierung von Opportunitäten gibt und somit eine überschaubare Anzahl von Projekten fokussiert vorangetrieben wird, sodass die Schlagkraft der Ressourcen nicht durch zu viele und konträre Anforderungen verwässert wird.

Ein stringentes Projektmanagement ist ebenso wichtig wie der Aufbau der richtigen Expertise in jedem Team. Entscheidungskriterien müssen klar definiert sein, um an vorbestimmten Punkten Entscheidungen über ein weiteres go/no-go treffen zu können. Am

Ende muss jedes Projekt und jede Aktivität von einer klaren Value Proposition und einem klaren Business Case getragen werden, wobei der zeitliche Hintergrund sehr unterschiedlich sein darf.

Literatur

- Altana (2019) <https://www.altana.de/innovation/innovationsverstaendnis.html>. Zugegriffen: 17. Dez. 2019
- Cohen D, Quinn B, Roth E (2019) The innovation commitment. McKinsey Quarterly, S 1–11. <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/the-innovation-commitment>
- Godin S (2010) Linchpin: are you indispensable?. Piatkus, London
- Hunter J (2014) Collaboration for Innovation is the new Mantra for the Pharmaceutical Industry, DDW <https://www.ddw-online.com/business/p217613-collaboration-for-innovation-is-the-new-mantra-for-the-pharmaceutical-industry.html>. Zugegriffen: 17. Dez. 2019
- Nagji B, Tuff G (2012) Managing your innovation portfolio. Harvard Business Review, May: 1–12
- Pisano G (2019) The hard truth about innovation cultures, Harvard Business Review January-February, S 62–71
- Ramaswamy V, Banta K (2017) This pharma company stays innovative by doing two things. Harvard Business Review. <https://hbr.org/2017/03/this-pharma-company-stays-innovative-by-doing-two-things>. Zugegriffen: 17. Dez. 2019



Dr. Julia-C. Kurtz verantwortet das Geschäft mit globalen Kunden in den Industriebereichen Medical, Filtration, Appliances, Heavy Equipment und Cables & Connectors bei Henkel Adhesive Technologies. Sie arbeitet seit 2014 in strategischen und operativen Rollen bei Henkel und hat dort organisatorische Reorganisationen und Transformationen begleitet, globale Geschäftsentwicklungsprojekte geleitet und große globale Kunden in der Automobilindustrie betreut. Sie ist promovierte Chemikerin mit internationaler Erfahrung in der Unternehmensberatung bei Boston Consulting Group sowie der chemischen Industrie. Sie hat bei der Süd-Chemie und der ASK Chemicals im Corporate Development gearbeitet und dort Strategieentwicklung, Innovations-, Investitions- und M&A Projekte begleitet und geleitet.

Der Innovationsprozess im digitalen Zeitalter

Gideon Rath

Zusammenfassung

In der chemischen Industrie ist der Veränderungsdruck durch Digitalisierung im Kontext von Entwicklungsprozessen nicht so hoch wie in anderen Branchen. Deshalb ändern sich Unternehmen in der chemischen Industrie im Durchschnitt später als in anderen Branchen. Aber auch hier halten agile Vorgehensweisen Einzug und werden sich insbesondere bei der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen stark durchsetzen. Entwicklungsaufgaben, die näher am Kerngeschäft eines Unternehmens liegen, sind weniger komplex und können nach gut gemanagten Stage-Gate-Prozessen abgearbeitet werden. Elemente aus agilen Methoden wie Selbstmanagement von Teams, Kundenzentrierung und Entwicklung mit digitalen Tools werden aber auch hier Einzug halten und mehr und mehr Standard werden.

1 Entwicklung von Innovationsprozessen – ein historischer Abriss

Trotz einer langen Tradition und viel Erfahrung mit großen und auch umwälzenden Innovationen in der Chemie, ist nicht mehr klar, welches der beste Weg ist, um zu erfolgreichen Innovationen zu gelangen. Die bisherige Vorstellung darüber, welcher Weg zu Innovationen führt, ist im Wandel begriffen.

G. Rath (✉)
Darmstadt, Deutschland
E-Mail: gideon.rath@web.de

Aus einer historischen Perspektive heraus betrachtet, haben sich die Entwicklungsabläufe innerhalb der chemischen Industrie ähnlich entwickelt. Zu Beginn sind es oft einzelne Personen oder kleine Teams gewesen, die in neuen, autarken Einheiten die Entwicklung vorantrieben. Entscheidungen im Entwicklungsprozess wurden im direkten Gespräch getroffen. Oft lag die Entwicklung und Unternehmensleitung in ein- und derselben Hand.

Dafür ist auch Budenheim mit seiner Geschichte ein durchaus typisches Beispiel.

Die Chemische Fabrik Budenheim KG wurde 1908 von den zwei Unternehmern Jean Hensel und Ludwig Utz zur Produktion von Weinstein gegründet. Später kam die Herstellung von löslichem Kaffee dazu, was damals eine sehr innovative Technologie darstellte. Nach dem Zweiten Weltkrieg baute die damalige Firmenleitung die Produktion von Phosphatsalzen auf – eine zukunftsweisende Produktrichtung – und nahm damit aufkommende Bedürfnisse aus den Kundenkreisen auf. Mit der Entwicklung von neuen Prozessen und innovativen Anwendungen wuchs das Unternehmen in der Folge in neue Märkte und Regionen hinein.

Heute ist Budenheim ein global tätiges Unternehmen für Spezialchemie und bietet seine Produkte und Servicedienstleistungen in über 100 Ländern an. Rund 1200 Mitarbeiter arbeiten in Niederlassungen und Produktionseinheiten in Europa, Amerika und Asien. Das Portfolio gliedert sich in die Bereiche Life Science sowie Material Science und reicht von Lebensmittelzusatzstoffen über pharmazeutische Produkte bis hin zu hochfunktionalen technischen Anwendungen. Seit 1923 gehört das Unternehmen zur Oetker-Gruppe, die ihren Hauptsitz in Bielefeld hat.

Immer wieder waren Innovationen der Motor für weiteres Wachstum. Seit vielen Jahren werden Innovationen in Budenheim mit Innovationsprozessen gesteuert, die vom Definieren von Innovationsfeldern über das Ideenmanagement bis hin zur Vermarktung reichen.

Der folgende, entwicklungshistorische Pfad basiert auf branchenbezogenen Berichten und Erkenntnissen, z. B. aus unternehmensübergreifenden Innovationsworkshops in der chemischen Industrie, VCI Studien (2015, 2017) und bezieht Erfahrungen von Budenheim mit ein.

Der Beginn Nachdem historisch gesehen in der chemischen Industrie die Entwicklungstätigkeit zu Beginn von einzelnen Personen oder kleinen Teams gestartet werden, halten die gewohnten Wege der Absprachen und Entscheidungen durchaus noch einige Zeit, auch wenn die Organisationen wachsen. Es ist klar, wer bei welchem Schritt mit einbezogen werden muss. Dieses Wissen wird bei linearem Wachstum auch an neue Personen weitergegeben.

Entwicklungsprozesse behalten noch länger ihren informellen Charakter als z. B. Produktionsprozesse. Das liegt an ihrem dynamischen Charakter, da sich Entwicklungsverläufe nur bedingt vorhersagen lassen. Weiter lassen sich Qualität und Ergebnis von Entwicklungen schwerer messen als Produktionsergebnisse. Ein Entwicklungsprojekt, dass während der Entwicklung fehlschlägt, ist weniger sichtbar im Unternehmen als ein

Produkt, das auf dem Markt „floppt“ oder eine Fehlproduktion, die erkennbar technische Mängel aufweist.

Darüber hinaus hängen Entwicklungserfolg und Unternehmenserfolg nicht immer direkt zusammen. Solch ein direkter Zusammenhang wird bei einschlägigen Beispielen von technischen Durchbrüchen auf dem Markt oft erst im Nachhinein konstruiert.

Weiteres Wachstum und Professionalisierung der Organisation Mit weiterem Wachstum, größeren Budgets und fortschreitender Zeit nimmt die Formalisierung zu und Entscheidungsrechte werden an Rollen und Hierarchieebenen gebunden. Die Aufgaben der Entwicklung differenzieren sich und werden Funktionen und Abteilungen zugewiesen.

Je nach historischem Zeitabschnitt wird der Entwicklungsprozess im Computer oder – noch früher – handschriftlich beschrieben und auf Papier dokumentiert. Das ist dann die Blütezeit der papierbasierten Prozessdarstellungen, ganz gleich, ob manuell skizziert, gedruckt oder per Computer erstellt. Typische Darstellungen der Prozesse erfolgt durch Flussdiagramme mit Entscheidungs-Rauten, Wenn-Dann-Pfeilen und Arbeits-Rechtecken.

Diese Prozesse haben meist den Charakter von Stage-Gate-Prozessen¹, auch wenn sie nicht so genannt werden. Die Beschreibung der Prozesse erfolgt separat von der Arbeit in diesen Prozessen. Arbeitsanweisungen, Global Operation Procedures (GOP's) bilden die Vorschriften; Formulare und Protokolle dokumentieren die Ergebnisse und Entscheidungen von einzelnen Entwicklungsschritten.

Je jünger das Entstehungsdatum solcher Prozesse ist, desto eher verlagert sich auch die komplette Dokumentation der Projekte von der Papierform in digitale Systeme. Die Ergebnisse der Entwicklungen werden nicht mehr in handschriftlichen Laborjournalen, sondern in Datenbanken festgehalten. Entscheidungen und Freigaben werden in digitalen Workflows dokumentiert.

Es entstehen computerbasierte lokale Systeme von Anweisungen und Formularen, in denen viele Prozesse gemanagt werden, unter anderem auch Innovationen. Diese Arbeitsweise war sehr beliebt zur Blütezeit von dokumentenorientierten Datenbanksystemen wie Lotus Notes. Umfangreiche Prozesse wurden in Firmen mit solcher Software individuell erstellt. Zum Teil waren die Abläufe hochintegriert, beinhalteten Workflows, Datenbanken, Dokumentenverwaltungen und umfassten verschiedene Abteilungen und Themenfelder. Aber diese Systeme waren stets individuelle Entwicklungen (Customer Solutions).

¹Ein Stage-Gate-Prozess ist eine strukturierte Abfolge von einzelnen Entwicklungsphasen (Stages), an deren Übergängen (Gates) die Erfüllung von Phasenzielen geprüft und über die Fortführung oder Beendigung von Innovationsprojekten entschieden wird. Stage-Gate wurde von R. Cooper entwickelt (Cooper 2011).

Typischerweise sind die Treiber für die Weiterentwicklung dieser computerbasierten Systeme zentrale Innovations- oder Geschäftsentwicklungsabteilungen, weniger Forschungsabteilungen. Denn es geht nicht nur um Absprachen, wer welche Aufgabe ausführt und wie Substanzenanalysen effektiv gemanagt werden, sondern darum, wer Forschungsprojekte beauftragt und nächste Schritte freigibt. Ganz im Sinne eines Stage-Gate-Prozesses. Gibt es innerhalb der Organisation mehrere Geschäftseinheiten (Business Units) mit eigenen Innovations- oder Geschäftsentwicklungsabteilungen, so führt das oft zu mehreren unterschiedlichen unverbundenen Entwicklungsprozessen innerhalb eines Unternehmens.

Ganz gleich, wie unterschiedlich die Ausprägungen der einzelnen Prozesse sind, eins haben sie gemeinsam: Sie sind historisch gewachsen, haben sich verfestigt und gelten für eine längere Zeit. Eine typische Aussage dazu lautet: „So läuft das hier bei uns“.

Diese Prozesse unterscheiden immer zwischen Entscheider, also dem Anforderer, und den Ausführenden, meist den Projektmanagern und dem Team. Dabei gilt ein Vier-Augen-Prinzip, was als Garant für Kontrolle dient.

In vielen Fällen geraten diese selbstgebaute Systeme jedoch an ihre Grenzen. Interessanterweise nicht unbedingt bei ihrer Kernkompetenz, der Abbildung von Entwicklungsphasen und Entscheidungen, sondern bei der Darstellung des Gesamtgeschehens und der Auswertbarkeit für das leitende Management.

Hinzu kommt, dass die Kompatibilität mit anderen eingesetzten Systemen, z. B. ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning) wie SAP, entweder nicht gegeben ist, nur durch sehr hohen Aufwand sichergestellt werden kann oder die Wartung von eigenen Lösungen zunehmend ein Problem darstellt.

So bricht die Zeit der spezialisierten Softwaretools für Innovationsprozesse an. Deren Versprechen ist es, einerseits alle möglichen Innovationsprozesse abzubilden mit beliebig definierten Rollen im Prozess, und andererseits Analyse- und Steuerungstools für das Management in einer bisher nicht bekannten Tiefe und Qualität bereitzustellen. Diese neuen Funktionalitäten spielen eine große Rolle und wiegen schwerer, als das Bedürfnis jeder Firma möglichst wenig verschiedene Systeme zu verwenden. Nur so ist es zu erklären, dass sich lange viele Anbieter auf diesem Markt bewegen konnten und sich anders als bei ERP-Systemen keine klar dominierenden Systeme etablierten.

Eine 2017 durchgeführte Studie über Innovationssoftware in der produzierenden Industrie (Munck 2017). stellte fest, dass durchweg der Einsatz von Standard-Lösungen zurückgeht (inkl. Eigenentwicklungen). Stattdessen wächst der Einsatz von professionellen Innovationslösungen im F&E und Innovationsumfeld, wie in Abb. 1 ersichtlich ist.

Anders als z. B. bei SAP, das in großen Unternehmen oft das leitende ERP-System ist, bleiben die spezialisierten Softwaretools typischerweise beschränkt auf Unternehmenseinheiten und entsprechen den Vorlieben der leitenden Manager. Sie werden mit ihnen auch an- oder abgeschafft.

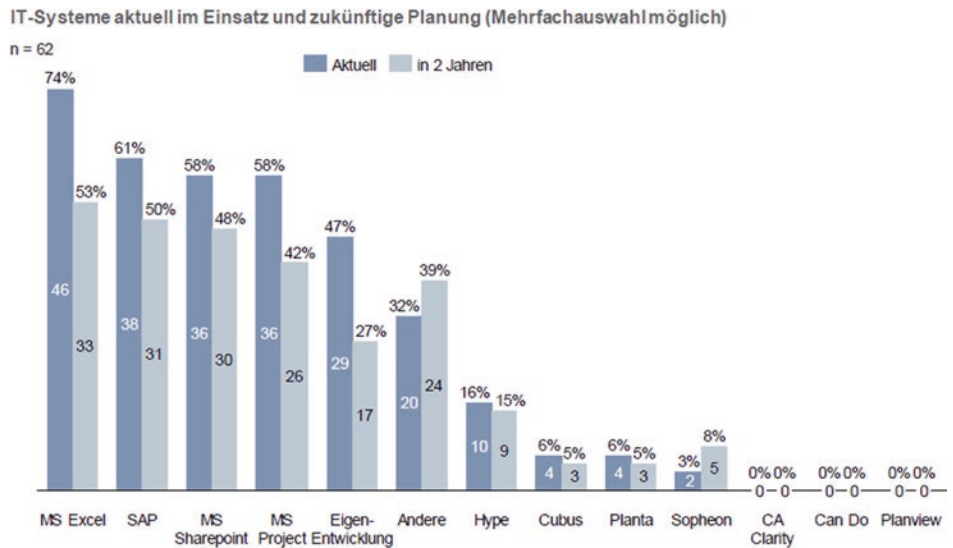


Abb. 1 IT-Systeme aktuell im Einsatz und zukünftige Planung (Mehrfachauswahl möglich). (Quelle: Munck 2017, S. 13)

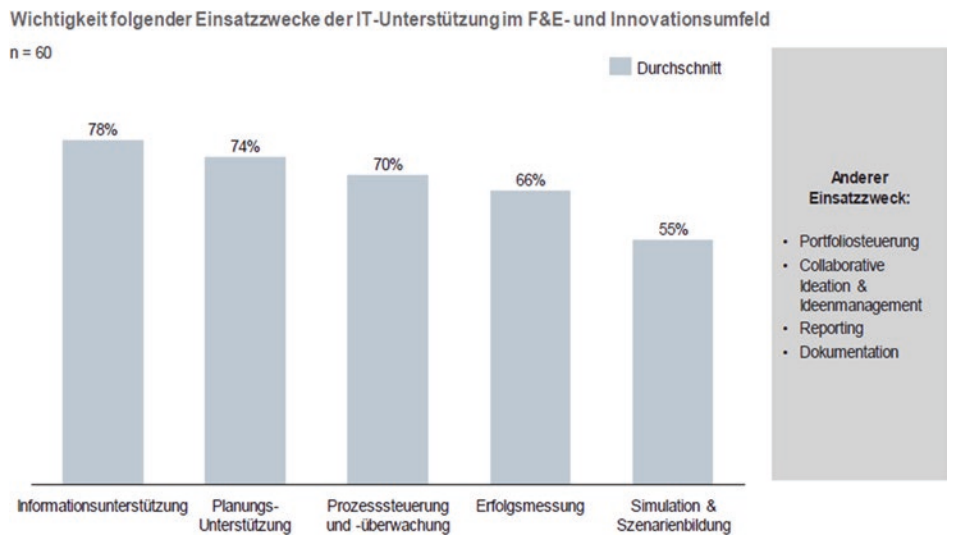


Abb. 2 Wichtigkeit folgender Einsatzzwecke der IT-Unterstützung im F&E- und Innovationsumfeld. (Quelle: Munck 2017, S. 16)

Dabei können einige Softwarepakete durchaus in sehr großen und komplexen Umgebungen eingesetzt werden. Entwickelt wurden sie z. T. in der Automobil- und

IT-Industrie und sind etabliert in globalen Konzernen mit mehreren tausend Anwendern.

In der erwähnten Studie wird auch eine Auswertung über die Motivation zum Einsatz von IT-gestützten Innovationssystemen gezeigt. Darin folgt auf die ersten vier naheliegenden Wünsche zur Unterstützung von Information, Planung, Überwachung und Erfolgsmessung der Zweck der Simulation und Szenariobildung. Siehe Abb. 2.

Diese Möglichkeiten sind erst mit den Spezialprodukten in einer neuen Detailtiefe möglich geworden. Das entspricht den Wünschen der Manager, mithilfe von digitalen Tools Transparenz zu erhalten und strategische Planungen und Szenarien durchspielen zu können. Konsequenterweise wird bei den Produkten in der letzten Zeit die Portfolioanalyse und auch die Portfoliosteuerung in Form von Szenariotechniken verstärkt weiterentwickelt.

Es ist festzustellen, dass Innovationsprozesse in der chemischen Industrie aus prozesstechnischer Sicht schon stark digitalisiert sind. Der Stage-Gate-Prozess mit dem schematischen Wechsel von Stage und Entscheidungsgate eignet sich hierfür gut.

In jüngster Zeit ist weiterhin zu beobachten, dass spezialisierte Innovations-Softwaretools und firmenweite Standardlösungen (z. B. ERP- oder CRM-Systeme) aufeinander zuwachsen. Mit anderen Worten: alle Anbieter wachsen über die angestammten Bereiche hinaus und agieren auf anderen Gebieten. Spezialisierte Softwaretools drängen in den generellen Management Bereich mit detaillierten strategischen Management Tools und sind damit auch für andere Prozesse als Innovationsprozesse geeignet. Die großen ERP-Systeme wiederum bieten zunehmend auch Lösungen für Innovationsmanagementsysteme an. Aktuell lässt sich noch keine belastbare Einschätzung geben, welcher Ansatz sich durchsetzen wird.

Ein gesondert zu betrachtendes Thema ist die Gestaltung der frühen Phase des Innovationsprozesses. Dabei geht es um die Frage, wie Ideen gesammelt werden, die dann zu Projekten im Prozess entschieden werden. Bei Cooper (2011, S. 191) heißt diese Phase²: „Discovery: Idea Generation“ und gehört zum „Fuzzy Front-end“ des Entwicklungsprozesses.

Die Digitalisierung hat hier viele neue Möglichkeiten eröffnet, Ideen systematisch und auf einer nie vorher gekannten Breite zu sammeln. Das Spektrum reicht dabei von der digitalen Einreichung von Ideen oder Befragung von Experten innerhalb der Firma, über internetbasierte Portale für Ideenkampagnen bis zur Verwendung von großen Experten-Netzwerken, die von externen Anbietern zur Verfügung gestellt werden. Diese offenen Ansätze der Ideensammlung werden unter „Open Innovation“ subsumiert.

Hier gibt es eine Vielzahl von digitalen Lösungen, die sich immer noch sehr dynamisch weiterentwickeln. Auch die chemische Industrie bedient sich solcher digitalen Tools mit verschiedener Intensität. Dieses Sonderthema soll hier allerdings nicht weiter vertieft werden.³

²Im Deutschen wird für einen Abschnitt das Wort Phase statt Stage benutzt. In diesem Artikel wird „Stage“ und „Phase“ synonym verwendet.

³Beispielhaft sei hingewiesen auf die Übersicht von Zhu und Leker (2014).

2 Herausforderungen im Kontext von Innovationsprozessen

2.1 Der richtige Grad an Freiheit und Verbindlichkeit

Die konkrete Ausgestaltung von Innovationsprozessen muss sich immer wieder herausfordernder Kritik stellen. Dazu gehört die Diskussion um die Verbindlichkeit des Prozesses und darüber, wie viel Freiheit er zulassen soll. Dabei ist der Grad an Freiheit ein subjektives Empfinden. So kann der gleiche Prozess von einer Personengruppe als zu starr und bürokratisch wahrgenommen werden, während andere ihn als zu frei und beliebig bewerten. Diese Diskussion sollte nicht als belanglos abgetan und als lästiges Übel auf die leichte Schulter genommen werden. Beides kann zum Untergang eines gelebten Prozesses führen: Zu große Starrheit und zu große Freiheit. Wenn ein Prozess zu starr und bürokratisch aufgesetzt ist und der Druck immer höher wird, werden immer mehr Personen versuchen, den Prozess abzukürzen und zu umgehen. Wie bei einem Staudamm sucht sich das Wasser dann Wege um die Begrenzungen bzw. die Staumauer herum. Wenn eine Mehrheit von Projekten sich andere Wege sucht, wird der Prozess wirkungslos. So wurde von Fällen in der Chemie berichtet, bei der 80 % aller Projekte am offiziellen Stage-Gate-Prozess vorbeilaufen.

Gibt es hingegen zu viele Freiheiten und Ausnahmen, kann das zu Unklarheiten und Streit führen oder zu einer Beliebigkeit, bei der der Prozess nicht mehr ernst genommen und bald als überflüssig abgeschafft wird.

Leider ist immer wieder zu beobachten, dass auch die „richtige“ Balance auf die Dauer ein instabiles Gleichgewicht ist. Selbst Systeme mit einem klaren Rahmen sind nicht gefeit gegen laute Forderungen nach immer mehr zusätzlichen Regeln und dem dann folgenden administrativen Wildwuchs. In der Folge werden Systeme so überreglementiert aufgestellt, dass sie durch Umgehung des Prozesses dann in der Bedeutungslosigkeit verschwinden.

In Budenheim wurde vom Management immer klar kommuniziert, dass Innovationsprojekte nur dann Finanzen und Ressourcen bekommen, wenn sie durch die formalen Gates gegangen sind. Damit gab es einen gewissen Druck, den Prozess zu durchlaufen. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die Prozessbeschreibung ursprünglich in einer internen Projektgruppe zusammen mit einem Berater entworfen wurde, bevor nach einer Innovationssoftware gesucht wurde. Dadurch war klar, dass die einzuhaltenden Schritte und Formalien aus den eigenen Reihen stammten und nicht von außen übergestülpt wurden. Dieses Wissen geriet jedoch rasch in Vergessenheit und es gab Beschwerden über „das System“, obwohl es doch selbst entworfen worden war. Sehr eindrücklich war die Begebenheit, als sich ein Projektmanager bei den Prozessverantwortlichen beschwerte über die vermeintlich vielen Fragen und Formalien, die pro Stage beantwortet werden mussten. Er wurde dann daran erinnert, dass er selbst in der Projektgruppe den Prozess mit entworfen habe und am Fragenkatalog aktiv beteiligt

gewesen sei. Er gab die bezeichnende Antwort, dass er damals in anderer Position Gestalter gewesen sei. Heute müsse er die Projekte selbst ausführen.

Um diesem Dilemma zwischen Starrheit und Flexibilität zu begegnen, unterscheiden die meisten Prozesse zwischen erforderlichen und optionalen Schritten. Es gibt verpflichtende Mindestanforderungen an Informationen und Ergebnissen (Deliverables) für die Gate-Übergänge. Bei Bedarf stehen schon weitere Parameter zur Verfügung. Einzelne Abteilungen können dann zusätzliche Prozesselemente für sich als verpflichtend erklären. Die Unterscheidung wird noch deutlicher, wenn die optionalen Elemente nur als begleitende Anhänge dargestellt werden.

Dies führt zu der wichtigen Unterscheidung zwischen dem regelhaften Gerüst eines Prozesses und der Art und Weise, wie er tatsächlich gelebt wird.

Orientiert sich die Diskussion bei einer Gate-Entscheidung eher an erfüllten Formalien oder an den Inhalten einer Innovation? Werden z. B. Elemente wie Scorecards eher als gesprächsstrukturierende Hilfsmittel eingesetzt oder ziehen sie sich als starres Bewertungsinstrument bei der Qualifizierung in Gates durch den Prozess? Wird zuerst nach dem Ergebnis des Business Case gefragt oder wird der errechnete Wert einer Innovation eher als Hinweis auf die Größe des Projekts gewertet?

Das ist dem Prozess und seiner Beschreibung nicht zu entnehmen, sondern Teil der gelebten Kultur. Oft trägt der Umgang damit mehr zum Gelingen und zur Performance von Projekten bei als der Prozess an sich. Schon zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen zeigen sich auch in der chemischen Industrie große Unterschiede darin, wie der Prozess gelebt wird.

Vor allem Stage-Gate-Prozesse können dazu verleiten, dass die Akteure nur von den Vorgängern fertig definierte und auszuführende Arbeitspakete im Prozess erwarten und genauso den Nachfolgern in den nächsten Stages abliefern, ohne den Prozess im Ganzen zu sehen. Stage-Gate kann auf diese Weise neue abteilungsübergreifende (Cross-funktionale) Lösungen verhindern und einschränkendes Silodenken verfestigen.

2.2 Definition von Innovationsprojekten

Der Rahmen für Innovationen stellt die nächste Herausforderung dar: Was wird als Innovationsprojekt geführt, was nicht?

Die Bandbreite ist groß; es ist theoretisch möglich, jede neue Produktionsrezeptur als Innovationsprojekt zu führen. Oder es werden lediglich solche Initiativen als Innovationsprojekte gezählt, die für ein Unternehmen radikal neu sind. Entscheidend ist dann für die Ausgestaltung eines oder mehrerer Prozesse, wo diejenigen Projekte geführt werden, die nicht unter die gewählte Definition fallen.

Ein sehr breites Verständnis von Innovation führt zu vielen und auch kleineren Projekten und damit zu einem guten Training im Umgang mit dem Prozess. Dieser kann sich recht schnell etablieren, sodass er dann mit hoher Kontinuität läuft.

Allerdings hat dieser Ansatz zwei gravierende Nachteile: Erstens, er entfernt sich vom Verständnis eines Projekts bei dem eine Veränderung zum Status Quo herbeigeführt wird, im Unterschied zum Routinehandeln des Alltagsgeschäfts⁴. Und, zweitens, er nimmt den Druck heraus, sich wirklich in neue Bereiche hinein zu bewegen. Man bleibt meist im Kernbereich des Unternehmens – sowohl bei Zielmärkten, als auch bei der verwendeten Technologie und beim Geschäftsmodell.

Erstaunlicherweise ist dieser Ansatz relativ weit verbreitet. Auf die Nachfrage, was denn in der Innovationsquote als „neu“ definiert wird, lautet oft die Antwort, dass eine neue SAP-Nummer die Grundlage für die Berechnung ist. Das schließt zumeist Rezepturänderungen oder neue Verpackungen mit ein.

In Budenheim hat sich eine einfache Kategorisierung bewährt: Entwicklungen müssen entweder ein neues Produkt (bzw. Dienstleistung) oder eine neue Anwendung oder beides betreffen, um als Innovation zu gelten und im Innovationsprozess geführt zu werden. Neue Geschäftsmodelle werden ebenfalls als Innovationen gezählt.

Damit sind Produktvariationen, Neuauflagen (Relaunches) oder neue Darreichungsformen keine Innovationsprojekte im Sinne des Entwicklungsprozesses. Kleine Verbesserungen im Kernbereich zählen nicht als Innovationen. Nicht einmal Neuerungen im Herstellungsprozess zählen dazu. Dabei können solche Verbesserungen zu großen Einsparungen und entscheidenden Wettbewerbsvorteilen führen. Aber Verbesserungen in der Produktion und der logistischen Kette (Supply Chain) werden in anderen Prozessen, z. B. im KVP (Kontinuierlicher Verbesserungsprozess) gehandhabt. Sie sind für den Kunden nicht unmittelbar sichtbar. Stattdessen werden nur neue Produkte (incl. Dienstleistungen) und neue Anwendungen als Innovationen wahrgenommen.

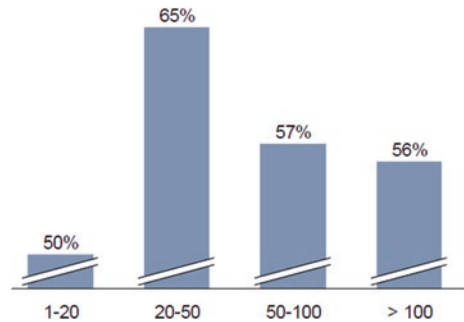
In der chemischen Industrie wird ebenfalls überwiegend eine enge Definition von Innovation verwendet und als Kriterium für Innovationsprojekte herangezogen. Dieses Verständnis von Innovation hat einen höheren Anspruch an den Neuheitsgrad und führt zur Konzentration auf wenige, aber größere Projekte.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die zuvor erwähnte Untersuchung von Munck: Die Zufriedenheit mit der Innovationsperformance stieg nicht einfach mit der Anzahl an parallel gemanagten Projekten, sondern erreichte ihr Maximum zwischen 20 und 50 Projekten. Bei einer höheren Anzahl nahm sie wieder ab. „Je mehr, desto besser“ muss daher nicht immer gelten (Munck 2017, S. 7). Siehe Abb. 3.

In die gleiche Richtung weisen die Ergebnisse der VCI Innovationsstudie (2015) im Bereich Schnelligkeit und Effizienz im Innovationsprozess. Am häufigsten wurde als internes Innovationshemmnis die zu hohe Anzahl an Projekten genannt (VCI 2015, S. 41).

⁴Das Deutsche Institut für Normung (DIN) definiert ein Projekt als „ein Vorhaben, das im Wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist“ (DIN 2009).

Abb. 3 Zufriedenheit der Innovationsperformance (in %) in Abhängigkeit von der Anzahl parallel laufender F&E Innovationsprojekte. (Quelle: Munck 2017, S. 7)



2.3 Verschiedene Perspektiven auf den Prozess: Managementperspektive und operative Perspektive

Die Erwartungen daran, was Innovationsprozesse leisten sollen, gehen weit auseinander. Zum Teil widersprechen sie sich sogar. Das hängt sehr von der Perspektive ab, mit der auf den Prozess geschaut wird: Die Erwartungen aus der Managementperspektive sind andere, als die aus der operativen Perspektive.

Das Management will Transparenz und Übersicht. Es geht um die Darstellung von Portfolios, der Wertigkeit der Projekte und der strategischen Dimension der Innovationen. Es möchte Analysen, Warnsysteme und Steuerungsmöglichkeiten. Von großem Interesse sind Systeme zum Durchspielen von Szenarien und die Möglichkeit zur Systemoptimierung: Wie kann man mit begrenzten Ressourcen viel Wert schaffen? Das Management will Ressourcen flexibel einsetzen und entsprechend Projekte situativ priorisieren und de-priorisieren können.

Ferner soll die Entwicklung sichtbar sein: Darstellung von Projekt- und Portfoliofortschritt, Verbesserungen oder Verschlechterungen gegenüber der Vergangenheit und gegenüber dem Plan.

Ein Problem zeichnet sich im Vorfeld ab: Je mehr und genauer etwas dargestellt und analysieren werden soll, desto mehr muss ein System mit Informationen und Daten gefüttert werden. Allerdings hat die Arbeit der Datenpflege in diesem Falle nicht der Nutznießer, das Management, sondern die operative Ebene. Hier müssen Aufwand und Nutzen im Verhältnis zueinanderstehen und der Nutzen für alle Beteiligten erkennbar sein.

Zudem ist es fast immer das Management, das die Investitionsentscheidung über den unterstützenden Systemen und Software trifft. Deshalb sind die Eigenschaften und Leistungen solcher Systeme in großem Maße auf das Management zugeschnitten; oft mehr als auf die Rollen, die dann operational mit dem System arbeiten.

Für die **operative Ebene** lautet die Kernfrage wie folgt: Wie kann das Projekt bewältigt werden und wer hilft dabei? Es geht um die drei Ecken des klassischen Projektdreiecks: Was ist die Aufgabe, welche Ressourcen stehen dafür zur Verfügung und was ist der Zeitrahmen?

Die Freiheit zu Handeln ist wichtiger als die Prozesstransparenz. Erwartet wird ein großzügiger Rahmen, in dem rasch etwas ausprobiert werden kann. Dabei geht es um Zugriff auf Ausrüstung, Räumlichkeiten, Technologien und Ressourcen personeller Art: Wer kann welche Aufgaben zuverlässig übernehmen? Wer kann mit welchem Know-how zum Fortschritt beitragen?

Aus dieser Perspektive heraus soll der Innovationsprozess helfen, möglichst effektiv ein geeignetes Team zusammenzustellen, die notwendigen Ressourcen rechtzeitig und in benötigter Qualität bereitzustellen und die einzelnen Tätigkeiten im Projektablauf zu koordinieren.

Meist sind die unterstützenden Funktionen in Abteilungen organisiert und der Projektbeitrag soll möglichst kompetent, umgehend und ohne organisatorische Brüche aus den Abteilungen geleistet werden.

Tab. 1 gibt eine generelle Übersicht über die Erwartungen auf operativer Ebene und über die typischerweise eingebundenen Funktionen.

Wenn der Prozess dazu beiträgt, all diese Anforderungen effektiv zu bewältigen, ist er eine Unterstützung für die operative Ebene. Hierbei werden Interessenskonflikte deutlich:

Tab. 1 Erwartungen auf operativer Ebene und Funktionen. (Quelle: Eigene Darstellung)

Erwartung	Typischerweise unterstützende Funktion
Beschaffen der benötigten Materialien, Ausrüstungen, Serviceleitungen	Einkauf
Durchführen von Versuchen und Analysen	Labor und Analytik
Bereitstellen von Kapazitäten für Tests und Produktion auf geeigneten Anlagen	Produktion/Technikum
Auswählen oder Entwickeln von geeigneten Produktionsprozessen, großtechnische Umsetzung	Verfahrensentwicklung/Projektingenieure
Klären des rechtlichen Rahmens, Umsetzen der notwendigen Genehmigungen und Anmeldungen	Regulatory/Rechtsabteilung
Klären des FTO (freedom to operate) der Patentierbarkeit, Unterstützen bei Patenterstellung	Patentabteilung
Identifizieren der wahren Marktbedürfnisse und Einholen von aussagekräftigem Feedback für die Entwicklungsschritte	Marketing/Geschäftsentwicklung
Vorbereiten und Durchführen der benötigten Finanzierung	Rechnungswesen/Controlling
Suchen, Entwickeln und Bereitstellen von geeigneten digitalen Werkzeugen	IT
Diese Liste ist beispielhaft und nicht erschöpfend zu verstehen. Insbesondere bei der Informationsfunktion besteht die Erwartung, dass das System alle Beteiligten informiert und eine effektive Plattform zur Kommunikation bereitstellt	

Während beim Management der Wunsch nach hoher Transparenz und Planbarkeit dominiert und das Bedürfnis nach Flexibilität besteht, um Projekte und deren Ressourcen situativ zu priorisieren, benötigt die operative Ebene Sicherheit in Bezug auf das Projekt und die zugesagten Ressourcen. Operativ wird Freiheit erwartet bei der Vorgehensweise und Flexibilität bei der Dauer und dem Budget, verbunden mit möglichst wenig Abstimmungsaufwand. Dies gilt es bei der Gestaltung eines Innovationsprozesses zu berücksichtigen und gute Kompromisse zu finden.

In Budenheim wird der Weg eines definierten und limitierten Sets an Fragen pro Stage verfolgt. Dabei werden durchaus auch Fragen aus dem leitenden Management zurückgestellt, wenn sie in den frühen Phasen zu detailliert sind. Die Aufgabe, auf den angemessenen Detailgrad zu achten, hat der Champion, der Fürsprecher einer Innovation. Er ist rechenschaftspflichtig (accountable) für das Projekt. Auch die im System auswertbaren Finanzkennzahlen für Portfoliodarstellungen wurden auf einige wenige beschränkt, sodass alle Beteiligten sich auf das Wesentliche konzentrierten und der Erfassungsaufwand überschaubar und dem Projektfortschritt angemessen bleibt. Die Rollen in Innovationsprojekten teilen sich auf in den Anforderer (Requester), der die Marktsicht vertritt, den Fürsprecher (Champion), den Entscheider der Geschäftseinheit (Gate Owner) und den Projektleiter (Innovation Leader).

Bei der Ressourcenzuteilung und -sicherheit wurden schon verschiedene Systeme verwendet. Rückgrat dafür bleiben gute Kick-off Veranstaltungen von Innovationsprojekten in den jeweiligen Planungsphasen, in denen Vertreter aus allen relevanten Serviceabteilungen eingeladen sind. In der Projektmanagement-Software sind die entsprechenden Arbeitspakete dann sichtbar und werden zwischen operativem Projektleiter und Eigentümer der Aufgabe (Task Owner) vereinbart. Unterwegs im Projekt helfen kurze Stand-up Meetings im agilen Format.

Des Weiteren werden die Rollen der Ideengeber und der Anforderer von Innovationen unterschieden. Grundsätzlich sind es verschiedene Personen, so dass keine Interessenskonflikte beim Fortschritt auftreten.

3 Ansätze zur Ausgestaltung eines Stage-Gate-Prozesses

3.1 Integriert von Start bis Ende oder jeder Stage ein Projekt

In der Praxis lassen sich Stage-Gate-Prozesse unterschiedlich ausgestalten: Das kann die Anzahl der Gates betreffen, die Zahl der Prozesstypen oder auch die Einheitlichkeit des Vorgehens in den Stages. In diesem Abschnitt geht es um die Frage, ob der Schwerpunkt auf der Arbeitsteilung liegt oder auf der Projekteinheit.

Dem Stage-Gate-Ansatz liegt die Vorstellung zugrunde, dass es Arbeitspakete gibt, die eine Einheit, also eine Stage (dt. Phase) bilden. Deren Charakter ist jedoch so verschieden, dass eine sequenzielle Abfolge statt eines parallelen Bearbeitens Sinn ergibt. Eine Planungsphase braucht andere Tools und eine andere Herangehensweise als

die Durchführung. Darüber hinaus ändern sich die benötigten Fähigkeiten von Stage zu Stage. So ist es sinnvoll, dass sich die Zusammensetzung der Teams in den verschiedenen Stages ändert. Die Stärken der Arbeitsteilung und Spezialisierung sollen damit voll ausgeschöpft werden.

Ein Projekt bildet aber auch per Definition eine thematische Einheit. Es hat ein Ziel, einen Anfang und ein Ende. (Vergl. zu den Merkmalen eines Projekts: Fiedler 2010, S. 3 ff.). Deshalb kann es sinnvoll sein, Personen von dem Start bis zur Vermarktung durchgehend das Projekt betreuen zu lassen.

Die Ausstattung von Projekten mit Personal (Staffing) wird in der Chemie unterschiedlich gehandhabt. Auf der einen Seite gibt es Firmen und Divisionen, die Projektmitglieder vom Anfang bis zum Ende auf großen Entwicklungsprojekten arbeiten lassen: Da kann jemand in seiner Laufbahn z. B. vier große Projekte begleiten. Dieser Ansatz trägt sehr zur Einheit von Projekten bei.

Auf der anderen Seite gibt es Firmen, die jede Stage einer Innovation anders behandeln, nämlich jeweils als ein separates Projekt. Die Entwicklung eines Produkts ist dann ein Projekt, der Bau einer Produktionsanlage ist ein Projekt, die Vermarktung wiederum ein weiteres, teils sogar mit einem eigenen Stage-Gate-Prozess. Der Vorteil bei diesem Ansatz besteht im starken Trainingseffekt und in der hohen Gleichförmigkeit von Abläufen. Letzteres kommt vor allem der Effizienz zugute, wenn viele Projekten in hoher zeitlicher Dichte und nahe an der Kernkompetenz des Unternehmens durchgeführt werden.

In der Chemie gibt es zumeist Mischformen der beiden Ansätze, mit wechselnden Teamzusammensetzungen, wobei einige Teammitglieder die Innovation phasenübergreifend begleiten. In Budenheim wird jede Phase als ein Projekt behandelt und entsprechend geführt: mit einer Planungsphase, Durchführung und Review. Das macht es leichter, Entwicklungen ohne Schaden an der Motivation des Teams auch unterwegs zu beenden, wenn es nicht mehr aussichtsreich ist. Des Weiteren verhindert es die für Stage-Gate typischen Detailplanungen bis zum Projektende. Lediglich die nächste Phase wird jeweils genauer geplant. So ist man schneller in der Planung und kann auf Änderungen unterwegs flexibel reagieren, ohne auf große angeschobene Vorarbeitspakete Rücksicht nehmen zu müssen. Kontinuität wird durch die Projektleiter erzielt, die mindestens in den Entwicklungsphasen durchgehend die Innovationen betreuen und durch die Marketingteams, die von Anfang bis Ende in jeder Phase die Innovation entscheidend begleiten.

3.2 Verschiedene Ansätze zur Ausgestaltung eines Stage-Gate-Prozesses: Minimale Gate Anzahl oder viele optionale Gates

Eine weitere Ausgestaltung betrifft die Anzahl der festgelegten Gates und Stages: Entweder werden sehr wenige obligatorische Gates gesetzt und es werden weitere Gates



Abb. 4 Innovationsprozess in Budenheim. (Quelle: eigene Darstellung)

fallweise hinzugenommen, wenn der Entscheidungsumfang in einem bestimmten Projekt größer wird.

Alternativ werden mit einer Vielzahl von generischen Gates alle denkbaren Projektfälle abgedeckt und bei kleineren Projekten nicht relevante Gates gestrichen. Je nach Projektart wird dann begründet, welche Gates relevant sind und welche nicht. In der chemischen Industrie gibt es beide Ansätze. Gespräche mit Fachvertretern aus der Chemie haben allerdings gezeigt, dass es zwar Extremfälle mit 15 Gates und mehr gibt, diese aber selten sind.

In Budenheim wurde mit der Minimalzahl von zwei obligatorischen Gates gestartet. Bei größeren Projekten wurden weitere Gates hinzugenommen. Nach einigen Jahren Erfahrung wurde aber auf die klassischen fünf Stages und fünf Gates gewechselt, die im Wesentlichen denen von Robert Cooper entsprechen (Cooper 2011, S. 104). Siehe Abb. 4.

Bei größeren Projekten werden Subprojekte aktiviert, die weitere Stages und Gates beinhalten. Zum Beispiel, wenn Innovationen den Neubau von Anlagen benötigen. Generell gilt die Regel: Je höher das Risiko, desto eher werden Prozesse mit mehreren Gates benötigt, um die fortschreitende Risikominimierung konsequent zu verfolgen (Cooper 2011, S. 122).

3.3 Verschiedene Ansätze zur Ausgestaltung eines Stage-Gate-Prozesses: „One Process fits all“ oder mehrere Prozesse

Jede Überlegung zur Anzahl von Gates führt unweigerlich zu der Frage der passenden Anzahl von Prozessen. Soll es einen Prozess geben, der als Rahmen für alle Innovationen dient (One Process fits all) oder gibt es verschiedene Prozesse für verschiedene Kategorien von Projekten?

Cooper schlägt selber schon zwei alternative Prozesse vor, die gegenüber den fünf Stages verkürzt sind (Cooper 2011, S. 123).

- Projekte mit moderatem Risiko: 3 Stages (Moderate risk projects – for extensions, modifications & improvements)
- Projekte mit kleinen Änderungen: 2 Stages (Sales force & Marketing requests – minor changes)

Solche Alternativen mit verschiedenen Kategorien sind auch in der Chemie weit verbreitet. Zum Beispiel Technologieentwicklungsprozess für neue Technologien ohne direkte Anwendung, Produktentwicklungsprozess als anschließender Prozess, sobald eine Anwendung benannt ist und Anwendungsentwicklungsprozess, falls keine neue Technologie erforderlich ist, sondern eine Anpassung der existierenden Produkte an eine neue Anwendung.

Es gibt zwar keinen chemieweiten Standard, aber die genannten Kategorien finden sich so oder in ähnlicher Form wieder und haben sich bewährt. Meist haben sich bestimmte Phasen für eine überschaubare Zahl von Prozesskategorien eingespielt. Oft findet man eine historische Entwicklung, bei der mit einem oder sehr wenigen Prozessen gestartet wird, später wächst die Anzahl der Prozesse organisch. Wenn es unübersichtlich wird, werden die Auswahlmöglichkeiten unter größerem Aufwand wieder auf eine Handvoll Prozesse beschränkt.

4 Innovationsprozess und Organisation

In der chemischen Industrie ist es nicht anders als in anderen Branchen auch: Ein Großteil der Innovationsprojekte scheitert und erreicht nicht das gesteckte Ziel. Eine Studie unter Chemieunternehmen zeigte, dass im Durchschnitt von 100 gestarteten Projekten 41 vorzeitig abgebrochen werden und nur 29 das gesteckte Ziel erreichen oder übertreffen (Glaß 2016). Untersucht man die Erfolgsrate bei Projekten mit hohem Neuheitsgrad (neuer Markt, neue Technologie), ist der Anteil mit 15–20 % noch kleiner (Miremadi et al. 2013). Ein wesentlicher Grund für das Scheitern ist die Entwicklung am Marktbedürfnis vorbei. In der VCI Innovationsstudie von 2015 nennen 24 % der Befragten die mangelnde Verarbeitung von neuen Erkenntnissen aus dem Markt als starkes oder mittelstarkes Innovationshemmnis (VCI 2015, S. 47). Diese mangelnde Kundenorientierung kann nicht per se dem Stage-Gate-Prozess angelastet werden. Im Gegenteil: sorgfältig durchgeführte Planungsphasen untersuchen das Kundenbedürfnis und Marktpotenzial genau. Dennoch ist festzustellen, dass bei traditionellem Projektmanagement mit Stage-Gate immer wieder die Aufgabe und die technische Machbarkeit in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit rücken und das Kundenbedürfnis aus dem Blickfeld gerät. Das betrifft besonders die Entwicklungsphase. Die Gründe werden in der VCI Studie genannt:

„Die Arbeitsteiligkeit im Innovationsprozess und die zum Teil sehr langen Entwicklungsperioden führen oftmals zu einer stellenweisen Abkoppelung von Innovationsprojekten vom aktuellen relevanten Marktgeschehen“ (VCI 2015, S. 47).

Es mag sein, dass ein weiteres Spezifikum der chemischen Industrie hier eine Rolle spielt: Es werden häufig technisch oder chemisch ausgebildete Mitarbeiter mit der Projektleitung beauftragt. Diese chemisch-technisch geprägten Projektleiter legen dann

oft das Hauptaugenmerk auf die Problemlösung, während der eigentliche Auftrag und das Verständnis des Problems selbst nicht hinterfragt wird.

Es muss als Verdienst von neueren Prozessmodellen gewertet werden, dass diese den unbedingten Bezug zum Kundennutzen über die ganze Entwicklungsdauer in den Mittelpunkt gestellt haben. Natürlich tragen auch Formen der Zusammenarbeit wie Entwicklungspartnerschaften mit Kunden und Lieferanten zu dieser Ausrichtung bei.

Um diese Marktorientierung auch systematisch im Projektmanagement zu verankern, wurde in Budenheim der Innovationsprozess in das CRM System (Customer Relationship Management) integriert. Dabei wurde der Schritt sehr konsequent vollzogen: Sowohl das Ideenmanagement als auch das Prozess- und Portfoliomanagement für Innovationen wurden aus dem bisherigen Softwaresystem herausgelöst und in das CRM-Tool eingebettet. Es wurde die CRM-Formsprache und -Bedienlogik verwendet und auch dieselben Berichtsformate genutzt. Das operative Projektmanagement erfolgt in einem separaten Tool. Diese Handhabung im CRM-System ermöglicht die volle Transparenz von einzelnen Kundenkontakten zur Identifizierung von Marktbedürfnissen über alle Entwicklungsschritte und Feedbackloops bis zum Verkauf der Neuentwicklung in einem einzigen System. Auf diesem Weg gibt es sicher noch vieles zu Lernen. Doch die Ausrichtung auf Monetarisierung in den fokussierten Märkten von Anfang an zeigt Wirkung. Alle Beteiligten denken mehr wie Unternehmer und die Innovationsaktivitäten sind zielgerichteter auf Umsatz in den strategischen Innovationsfeldern ausgerichtet.

Die Option, Prozesse digital in andere Umgebungen umzuziehen und auf Knopfdruck allen Mitarbeitern global in allen Tochtergesellschaften transparent zur Verfügung stellen zu können, ist auch erst im digitalen Zeitalter möglich geworden.

5 Digitalisierung und Agilisierung stellen Stage-Gate-Prozess infrage

5.1 Der Trichter wird löchrig: Fuzzy Front-end und Open Innovation in der chemischen Industrie

Schon lange ist es aus anderen Branchen bekannt: Die Digitalisierung und die Beschleunigung der Produktlebenszyklen stellen die traditionellen Stage-Gate-Prozesse infrage. So schreibt Karin Oertli, Chief Operation Officer der USB Schweiz folgendes

„Im Zeitalter der digitalen Transformation scheint der traditionelle Entwicklungsprozess wie aus der Zeit gefallen: Was vor drei Jahren relevant war, kann heute schon überholt sein – und erst recht in der Zukunft. Für die Entwicklung digitaler Produkte und Lösungen müssen neue Ansätze her, die adaptiver sind und auf veränderte Anforderungen eingehen können“ (Oertli 2019, S. 47)

Bill Fischer von der IMD formuliert es so:

Die meisten Manager sind mit Dingen vertraut, die sie steuern können, z. B. dem Stage-Gating, jedoch geht es in so vielen Disruptionen nicht länger um Technologien, sondern um Auswirkungen, die subjektiv sind, um Design Thinking und Geschäftsmodell-innovation. All dies startet außerhalb des (Innovations-) Trichters.

(„Most Managers are familiar with things that they can control, such as stage-gating, but, in so many disruptions, it is no longer about technologies as much as it is about subjective impact, design thinking and business model innovation. All of this begin outside the (innovation) funnel.“) (Fischer 2017).

Das ist auch in der Chemie angekommen. In der Innovationsstudie im Auftrag des VCI „Innovationen den Weg ebnen“ von 2015 wird explizit die Handlungsempfehlung gegeben: „Abschaffung eines engen Phase-Gate Prozesses für disruptive Innovationsvorhaben“ (VCI 2015, S. 37). Der Innovationstrichter ist löcherig geworden, vor allem, wenn es um die Entwicklung neuer Ansätze für neue Märkte geht und digitale Lösungen mit einschließt.

Und wo von Digitalisierung die Rede ist, muss auch von agilem Arbeiten gesprochen werden. Denn Digitalisierung ist ohne Agilität nicht mehr denkbar. Quer durch alle Branchen wird erwartet, dass agile Entwicklungsprinzipien in der nächsten Zeit sehr stark zunehmen werden. In der Studie von Munck nimmt die Bedeutung von agilen Prinzipien nach der Einschätzung der Befragten in den nächsten zwei Jahren um 50 % zu. Auch in der Chemie Branche als Untergruppe der befragten Industrien wächst die Bedeutung von agilen Entwicklungsprinzipien in ähnlicher Größenordnung von 46 % auf 65 %. Munck schreibt dazu: „Agile Entwicklungs-Prinzipien werden branchen-unabhängig immer wichtiger. Die Entwicklung nach dem V-Modell hat ausgedient“ (Munck 2017, S. 11). Siehe Abb. 5.

Was genau passt denn nicht mehr beim traditionellen Stage-Gate-Prozess?

- Wenn eine gute Idee zu einem Innovationsprojekt verdichtet wird und Lösungswege konzipiert werden, dann befinden sich radikale Lösungen oft außerhalb des Entwicklungsprozess-Horizontes. Stage-Gate-Prozesse fördern eine streng sequenzielle Abfolge von Planung und Umsetzung. Für radikale Lösungen ist dies jedoch oft nicht hilfreich, da die Suche nach alternativen Lösungskonzepten und Verbesserungen mit Abschluss der Planungsphase nicht beendet sein sollte. Es wird später gezeigt werden, dass auch Cooper diese Schwäche erkannt hat und Hybride aus Agil und Stage-Gate vorschlägt.
- Digitale Konzepte zur Lösung von Marktbedürfnissen sind immer noch unüblich in Unternehmen der chemischen Industrie. Weil IT- Kompetenz organisatorisch von R&D in der Chemie meist getrennt ist, werden digitale Konzepte nicht systematisch mit einbezogen und berücksichtigt. Das gilt sowohl für die Planungs-, als auch für die Entwicklungsphasen. Einige Unternehmen der chemischen Industrie haben deshalb die klassische IT- Abteilung und die digitale Geschäftsmodellentwicklung

Gegenstand der Entwicklungen in der Chemie verschiebt in die Richtung von ganzheitlichen Systemen. Diese Verschiebung beschreibt Klaus Griesar wie folgt:

„Die Chemie ist eine Branche im Wandel. Während die Entdeckung und Synthese einzelner Moleküle und Materialien in den Hintergrund rückt, wird die Entwicklung ganzheitlicher Systeme und Lösungen immer bedeutsamer“ (Griesar und Thomas 2017, S. 139).

Mit dieser Änderung des Entwicklungsschwerpunkts ändern sich auch die Wege der Entwicklungsarbeit. Innovationsprojekte sind dadurch noch stärker interdisziplinär und in Netzwerken angelegt, so dass sie nicht in fest gefügten Forschungsabteilungen abgearbeitet werden können. Global entstehen viele Zentren von Know-how, die nicht isoliert, sondern vernetzt Entwicklungen vorantreiben. In Netzwerken geschieht Entwicklung nicht linear und planbar, sondern sprunghaft und unvorhersehbar. Da passen oft die geplanten Phasen eines Stage-Gate-Prozesses nicht mehr mit dem tatsächlichen Fortschritt zusammen.

Es sind nicht nur äußere Faktoren, sondern auch neue Vorstellungen von Entwicklungsarbeit, die die neue Generation von Berufseinsteigern mitbringen. Sie haben im privaten Umfeld, in der Schule und auf der Hochschule Digitalisierung erlebt und leben und arbeiten schon in Netzwerken mit digitalen Werkzeugen. Die Helden, mit denen sie aufgewachsen sind, heißen Steve Jobs, Elon Musk, Jeff Bezos. Sie bringen daher viel eher den Reflex mit, im Netz nach digitalen Abkürzungen für ein Problem zu suchen, als einen Plan aufzustellen und im Labor nach Lösungen zu suchen. Dr. Jamie Cohen, Global Director R&D Europe bei der Dow Chemical Company charakterisiert sie als eine neue Generation von Forschern. Ihre Marke ist die Zusammenarbeit, was sie wie folgt formuliert: „I see a new generation of researcher. Their brand is collaboration“ (Cohen 2019). Die neuen Berufseinsteiger stellen zur Diskussion, ob man bei Innovationsprozessen nicht radikal anders vorgehen kann und sich Wissen, Zusammenarbeit und Lösungen nicht digital im Netz holt. So gibt es auch in der Chemie in einigen Bereichen eine Verlagerung von Innovationsabteilungen hin zu Innovationscommunities, für die Prozesse vergleichsweise unwichtig sind oder die die etablierten Prozesse gerne kreativ überwinden wollen, um schneller zu einem Ergebnis zu kommen. Solche Vorstellungen lassen sich nicht mehr reibungslos mit dem geplanten Nacheinander des klassischen Stage-Gate-Prozesses vereinbaren.

5.3 Agiles Entwickeln auch in der Chemie?

Agile Methoden für Entwicklungsprozesse kommen vor allem aus der Softwareentwicklung. Sie stammen aus den 90er Jahren und zeichnen sich durch kurze, wiederholende Zyklen aus im Gegensatz zum linearen Nacheinander des klassischen Projektmanagements. Ein Meilenstein stellte die Veröffentlichung des Agilmanifesto 2001 dar, in dem die Grundwerte agilen Arbeitens beschrieben werden (Agilmanifesto 2001). Dazu gehören unter anderen Kundenzentrierung, selbstorganisierende Teams,

regelmäßiger, täglicher Austausch, frühe und kontinuierliche Auslieferung von Ergebnissen. Einer der vier Kernwerte sticht besonders ins Auge, weil er anders klingt als der traditionelle Entwicklungsansatz: Geschätzt wird als Wert das „Reagieren auf Veränderung mehr als das Befolgen eines Plans“.

Statt eines möglichst genauen Pflichtenhefts als Start und Orientierungspunkt von Neuentwicklungen hat der agile Entwicklungsprozess die Bedürfnisse der Kunden als Dreh- und Angelpunkt (Customer Centricity). Kundenbedürfnisse sind zu Beginn einer Innovation nicht gut spezifizierbar. Sie konkretisieren sich stattdessen im Austausch mit den Kunden in Form von ersten Vorschlägen und Feedback darauf, weiteren Verbesserungsrunden und neuen Kundenbewertungen. Das Konzept des „Minimal funktionsfähigen Produkts“ (engl. Minimal Viable Product – MVP) hat sich dazu etabliert. So entstanden als Systematik viele kleine „Loops“ und der Kreislauf von drei Schritten: Bauen-Messen-Lernen (build-measure-learn, vgl. zu MVP und build-measure-learn Ries 2018, S. 47, 89)

Wenn die Kundenbedürfnisse nicht genau zu Beginn feststehen, ist auch die Vorgehensweise nicht ausreichend planbar. So wird die Planung und Priorisierung des nächsten Schritts Teil des Prozesses.

Beim traditionellen Stage-Gate-Ansatz wird vom Ende her gedacht: Was ist in welcher Reihenfolge wichtig, um zum gewünschten Ergebnis zu kommen? Diese Betrachtungsweise der Entwicklungsarbeit wird auch Wasserfallmodell genannt: Wasser nimmt eine Stufe nach der anderen. Es fließt nicht wieder zurück. Bei agiler Entwicklung wird vom Prozess her, von der größten Unsicherheit her gedacht: Welches Problem sollte jetzt gelöst werden, im nächsten Sprint, um die nächste große Hürde und Unsicherheit zu überwinden und so den größten Wertzuwachs für das Projekt zu erzielen? Der Fortschritt im Prozess priorisiert regelmäßig die eigenen Aufgaben neu. Das neue Erkenntnisse gerade bei Entwicklungen mit hohem Neuheitsgrad den Prozess beeinflussen können und sollen, ist auch im Umgang mit dem Stage-Gate-Modell klargeworden. Und so schreibt Cooper selber: „Many businesses use too rigid and linear a process for product development“. Stattdessen setzt er auf „Spiral Development“ (Cooper 2011, S. 47). Inzwischen propagiert Cooper agile Stage-Gate-Hybride (Agile-Stage-Gate hybrids. Vgl. Cooper und Sommer 2018).⁵

Die Einsicht ist auch in der Chemie vorhanden: Die Entwicklung einer Idee kann nicht mehr in jedem Falle einem Nacheinander von festen Phasen und Entscheidungen folgen. Sie ist oft ein Ausprobieren und Anpassen an Marktbedürfnisse und neue Erkenntnisse. Vor allem, wenn die Idee noch vage ist und die wirklichen Bedürfnisse der Kunden noch nicht klar sind, passt Stage-Gate nicht mehr. Es stellt sich daher die Frage, wie Innovationsprozesse neu gestaltet werden können.

Die Elemente von agilen Prozessen sind theoretisch klar. Die Konzepte für andere Branchen, vor allem für die IT, sind bereits getestet und etabliert. Produzierende

⁵Zur historischen Entwicklung des Stage-Gate-Prozesses vgl. Smolnik und Bergmann 2020.

Unternehmen tun sich dagegen schwer mit der Agilisierung, denn ihre Entwicklungsschritte sind nicht so beliebig teilbar und messbar wie bei der Softwareentwicklung. Der Gegenstand der Entwicklung besteht aus komplexen Stoffen und nicht aus Bytes. Hinzu kommt, dass ein Molekül keinen Prototypen besitzt. Ein Molekül ist ein Molekül mit spezifischen Eigenschaften, die sich meist dann erst klar zeigen, wenn das Molekül als Produkt konkret vorliegt. Bis dahin muss mit Hypothesen und Modellrechnungen an Hand von anderen Vorläufermolekülen gearbeitet werden. Die Herstellung eines Moleküls lässt sich somit nicht so leicht durch Design Thinking modellhaft vorwegnehmen oder durch Rapid Prototyping verkürzen. Diese Schwierigkeit bleibt auch bei der technischen Umsetzung bis in großtechnische Anlagen (Scale-up) bestehen: Bei technisch komplexen Produkten und großtechnischen Anlagen ist es zum Teil sehr schwer ein MVP zu gestalten, dass annähernd brauchbare Rückmeldungen (Response) ergibt. Zudem kommen noch Qualitäts- und Sicherheitsaspekte hinzu, denn neue Produkte müssen immer auf ihr konkretes Gefährdungspotenzial geprüft werden. Zum Beispiel muss für den Einsatz in medizinischen und pharmazeutischen Anwendungen ein Entwicklungsprodukt nicht nur minimal funktionell, sondern insgesamt sicher sein. Testregime sind hier strikt vorgegeben.

Aber auch für die produzierende Industrie gibt es schon agile Vorbilder und Modelle. Beschrieben sind diese agilen Elemente und Methoden z. B. in Lean Startup, Modifizierungen von Scrum, Kanban, Design Thinking und ähnlichen Ansätzen. Aus diesen Bausteinen bestehen die agilen Entwicklungsprozesse der chemischen Industrie.

In Budenheim wurde ein solcher agiler Prozess zusammen mit der Firma Oetker Digital GmbH entwickelt. Er wird vor allem bei der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und bei neuen Corporate-Startup-Projekten angewendet, die in sogenannten Innovationsplattformen organisiert sind. Kernbestandteile sind die gründliche und explorative Recherche der Marktbedürfnisse, aktiver Einbezug von Kundenerfahrungen (Customer Experience), das systematische Variieren möglicher Lösungsansätze und iteratives Vorgehen.

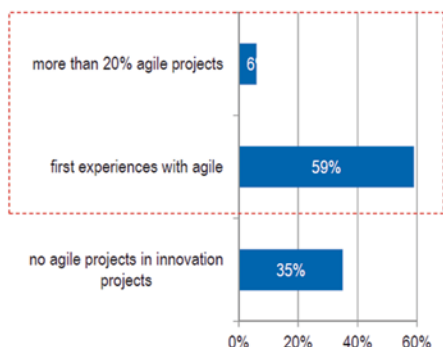
In der chemischen Industrie bietet sich ganz allgemein das folgende Bild: Agile Prozesse sind definiert, z. T. auch in Gebrauch, sie haben aber experimentellen Charakter und sind noch nicht in der Mitte der Innovationstätigkeit angekommen. Das zeigt eine Umfrage, die in der chemischen Industrie durchgeführt wurde (Glaß 2018). Danach haben nur 6 % der befragten chemischen Unternehmen eine nennenswerte Zahl an agilen Innovationsprojekten (20 % agile Projekte und mehr). Immerhin 59 % der Unternehmen experimentieren mit agilen Projekten, ein weiteres Drittel hat derzeit keine agilen Innovationsprojekte. Siehe Abb. 6.

5.4 Die nächsten Schritte in Richtung Agilität

In der chemischen Industrie sind erste Erfahrungen mit agilen Prozessen gemacht worden und der Einsatz nimmt zu. Das betrifft stark die Arbeitsweise im Innovationsbereich. Wie wird es weitergehen? Werden agile Methoden die traditionelle

Most companies have first experiences with agile project management

HOW IS THE SPLIT OF PROJECT MANAGEMENT ACTIVITIES IN INNOVATION PROJECTS (IN % OF PROJECT BUDGETS)?



FOR WHICH PROJECT TYPES THE AGILE PROJECT MANAGEMENT ACTIVITIES ARE APPLIED?

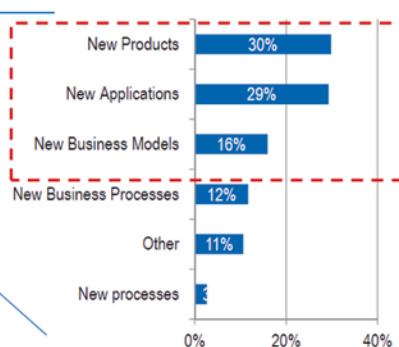


Abb. 6 Erfahrungen mit agilem Projektmanagement. Aufteilung der Aktivitäten in Innovationsprojekten und Verteilung zwischen Projekttypen. (Quelle: Glaß 2018, S. 28)

Vorgehensweise ersetzen oder sich ergänzend neben Stage-Gate etablieren? Werden die agilen Ansätze auch die Organisationsformen in der Chemie erfassen und in agile Organisationen verwandeln?

Im Moment ist zu beobachten, dass bestehende traditionelle Prozesse mit agilen Elementen angereichert werden. Nach der Devise: „Das Beste aus zwei Welten“ werden immer mehr Vorgehensweisen aus den beiden Ansätzen vermischt und aufgabenbezogen verwendet. So wurde auf der VCW Konferenz zum Thema „Tanker or Speedboat? Agile Management in the Chemical Industry“ berichtet, dass bei einigen chemischen Unternehmen innerhalb von Stage-Gate-Phasen nach Scrum gearbeitet wird bis zum nächsten Gate (Mitschriften und persönliche Mitteilungen).

Das hört sich nach einem einträchtigen Zusammenwachsen an. Es ist aber oft ein mühsames, sehr Streitbares Ringen um die richtigen Wege, beinhaltet steile Lernkurven, neues Denken und Vorgehen.

Generell kann festgestellt werden, dass inkrementelle Innovationen (Bekannte Technologie in bekanntem Markt) sich gut mit Stage-Gate abbilden lassen. Innovationen auf Nachbarkfeldern (Adjacent Innovation – bekannte Technologie im neuen Markt oder neue Technologie im bekannten Markt) lassen sich zurzeit ebenfalls noch mit Einschränkungen darüber abwickeln. Regelmäßig an seine Grenzen kommt dieses Vorgehen bei Innovationen mit hohem Neuheitswert (Breakthrough Innovation – neue Technologie für neue Märkte). Bei solchen Entwicklungen wird zunehmend agil vorgegangen.

Als eine Hilfe für die Auswahl der geeigneten Methode werden oft abgeleitete Darstellungen auf Basis der Stacey Matrix verwendet, wie sie beispielsweise bei Müller

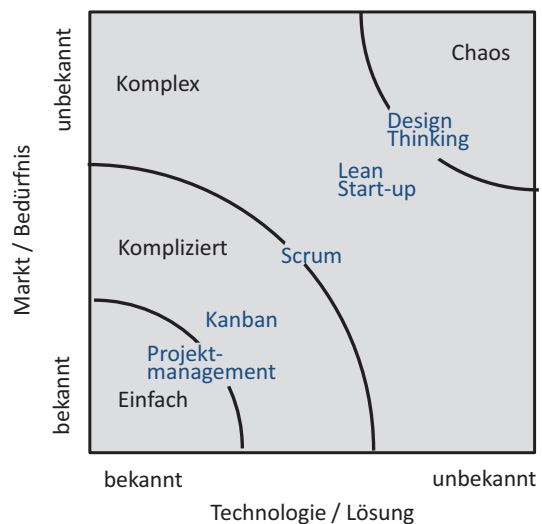
(2018) zu finden sind. Durch die beiden Parameter „Marktbedürfnis“ und „Technologie“ wird eine Abfolge von Bereichen aufgespannt, die sich von bekannt und einfach über kompliziert und komplex bis chaotisch erstrecken. In dieser Reihung können dann die passenden Instrumente (Frameworks) ausgewählt werden: vom traditionellen Projektmanagement, Kanban, Scrum bis Lean Startup und Design Thinking. Eine beispielhafte Übersicht passender Instrumente findet sich in Abb. 7.

Im Entwicklungsumfeld in der chemischen Industrie ist zu beobachten, dass die Prozesse zunehmend komplexer werden. Zum einen hat das mit der oben erwähnten Verschiebung der chemischen Neuentwicklung in Richtung Systeme statt Moleküle zu tun.

Zum anderen trägt ganz entscheidend die zunehmende Digitalisierung zur höheren Komplexität bei. Durch sie gibt es z. B. die Möglichkeit, Nachverfolgbarkeit von Stoffen zu digitalisieren, Nachhaltigkeitsaspekte in offenen PLM (Product Life Management)-Systemen digital darzustellen, REACH-Registrierungen digital zu dokumentieren und dies entlang der Wertschöpfungskette auch digital auszutauschen. Es werden immer mehr Schnittstellen zu weiteren digitalen Systemen geschaffen und das erhöht automatisch die Komplexität der Prozesse. Insofern werden auch Entwicklungsaufgaben, die bisher als „einfach“ dem Unternehmenskern zugeordnet wurden, durch ihr verändertes Umfeld immer komplexer. Es ist nur eine scheinbare Möglichkeit, Entwicklungen so einfach und schnell „wie früher“ durchzuführen. Die Digitalisierung treibt die Veränderung von Innovationsprozessen in Richtung agiler Prozesse voran.

Ähnlich wie in anderen Branchen werden auch in der chemischen Industrie weitere Schritte in Richtung Agilität zu sehen sein. Entwicklungseinheiten werden sich verstärkt die Methodik des agilen Arbeitens aneignen. Agiles Arbeiten wird mehr zum Standard in Innovationsprozessen werden. Und es wird in die Felder des Kerngeschäfts, den inkrementellen Entwicklungen hineinwandern. Dabei wird situativ vorgegangen werden,

Abb. 7 Auswahl von Vorgehensweisen im Innovationsprozess. (Quelle: eigene Darstellung)



es wird angewendet, was am besten passt. Die Flexibilität, sowohl klassisch als auch agil arbeiten zu können, wird die erfolgreiche Entwicklung auszeichnen. Als weiteren Schritt wird es wohl auch Akteure in der chemischen Industrie geben, die sich als Entwicklungsorganisation agil aufstellen werden.

6 Fazit und Ausblick

In Unternehmen der chemischen Industrie ist der Veränderungsdruck durch Digitalisierung im Kontext von Entwicklungsprozessen nicht so hoch wie in anderen Branchen. Deshalb ändern sich diese Unternehmen im Durchschnitt später als Unternehmen in anderen Industrien. Aber auch hier sind die bisherigen Innovationsprozesse mit traditionellen Stage-Gate Vorgehen stark infrage gestellt worden und in Veränderung begriffen:

Der Entwicklungsprozess kann digital abgebildet werden, was seinen Nutzen stark erweitert hat: Der Prozess ist in der chemischen Industrie inzwischen stark vernetzt und eingebettet in digitale Systeme. Er wird teilweise bereits Teil des Kundenmanagementsystems (CRM) um den strikten Marktbezug der Entwicklungen zu betonen und ist oft direkt mit einem Product-Life-Cycle Management-System verbunden. Und vielerorts wird er gespeist aus Ideenportalen, die offene Landplätze im Internet haben – Open Innovation. Dadurch werden die Innovationsprozesse selber digitaler und digitale Tools durchdringen immer mehr Aspekte des Prozesses. Die gesammelten Daten machen feinere Steuerungen möglich und zeigen unmittelbar Leistungskennzahlen (KPI) auf. Durch digitale Analysetools wird die Funktionalität des Prozesses größer, es können Szenarios entwickelt werden, er dient mehr als Grundlage strategischer Entscheidungen.

Die Digitalisierung hat mit neuen Arten des agilen Arbeitens den Stage-Gate-Prozess infrage gestellt. Das Feld der möglichen Prozesse für Innovationsentwicklung ist größer geworden. Gerade bei der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen wird agiles Vorgehen sich stark durchsetzen. Im thematischen Kernbereich der Unternehmen, wo die Entwicklungen vorhersagbar sind, werden Stage-Gate-Prozesse ihren Platz behalten. Der Stage-Gate-Prozess wird zusätzlich mit agilen Elementen angereichert werden. Agile Vorgehensweisen wie Scrum, Kanban, Design Thinking und Lean Start-up werden auch in der Chemie noch stärker Einzug halten. Dabei werden agile Elemente wie Selbstmanagement von Teams, Kundenzentrierung (Customer Centricity) und schnelles, iteratives Testen von Ergebnissen mehr und mehr Standard werden.

Literatur

- Agilemanifesto (2001) Manifesto for Agile Software Development. <https://agilemanifesto.org/>. Zugriffen: 7. Nov. 2019
- Cohen J (2019) Capturing opportunities and exploiting challenges at the interface of sustainability and innovation. Speech at CIEX Chemical Innovation Exchange at 09.10.2019 in Frankfurt a. M.
- Cooper R (2011) Winning at new products. Creating value through innovation, 4., Aufl. Basic Books, New York
- Cooper R, Sommer A (2018) Agile-stage-gate for manufacturers. *Res Technol Manage* 61(2):17–26
- Deutsches Institut für Normung (DIN) (2009) Projektmanagement- Projektmanagementsysteme – Teil 1: Grundlagen (69901–1). <https://dx.doi.org/10.31030/1498906>
- Fiedler R (2010) Controlling von Projekten: Projektplanung, Projektsteuerung und Projektsteuerung. Vieweg und Teubner, Wiesbaden
- Fischer WA (2017) Innovation is not what it used to be. Innovation Roundtable Summit. Copenhagen
- Glaß J (2016) Hop oder Top? - Studie analysiert Erfolgsfaktoren für Return-on-Innovation in der chemischen Industrie. *CheManager* 20(2016):6
- Glaß J (2018) Praxisworkshop Return on Innovation – Execon Partners (2018). Agiles Projektmanagement – wie und wann schafft es Mehrwert in der Chemieindustrie? Basierend auf einer Interview-Umfrage mit den beteiligten Chemie Unternehmen
- Griesar K, Thomas M (2017) Integration von Lehrinhalten im Themenfeld „Chemie und Gesellschaft“ in die Chemie-Ausbildung. In: Weitze MD, Schummer J, Geelhaar T (Hrsg) Zwischen Faszination und Verteufelung: Chemie in der Gesellschaft. Springer Spektrum, Berlin, S 139–143
- Miremadi M, Musso C, Oxgaard J (2013) Chemical innovation – An investment for the ages. *McKinsey on Chemicals* 2:3–12
- Müller H (2018) Agil, Plattform, Startup – jenseits des Hypes. Working Paper Forschungsförderung. Hans Böckler Stiftung. Nummer 109, Dezember 2018. Zitiert nach: Wohlfahrt S, Köder T (2018) Hybrid Power: Projektmanagement im Wandel. Präsentation der Robert Bosch GmbH, 13. März (nicht veröffentlicht) https://www.boeckler.de/pdf/p_fofoe_WP_109_2018.pdf. Zugriffen: 1. Dez. 2019
- Munck JC (2017) Studienbericht: IT-Unterstützung im Kontext von F&E- und Innovationssteuerung & -controlling. EBS Universität für Wirtschaft und Recht, Strascheg Institute for Innovation, Transformation & Entrepreneurship
- Oertli K (2019) UBS Schweiz: Eine digitale Fabrik weist den Weg in die Zukunft. *Changement* 3:46–47
- Ries E (2018) The startup way. Das Toolkit für das 21. Jahrhundert, mit dem jedes Unternehmen erfolgreich sein kann. Vahlen, München
- Smolnik T, Bergmann T (2020) Structuring and managing the new product development process – review on the evolution of the Stage-Gate process. *Journal of Business Chemistry* Issue 2:41–57
- VCI Studie (2015) Innovationen den Weg ebnen. Eine Studie von IW Consult und SANTIAGO für den Verband der Chemischen Industrie. Köln
- VCI Studie (2017) Chemie 4.0 – Wachstum durch Innovation in einer Welt im Umbruch. Eine Studie von Deloitte und dem Verband der Chemischen Industrie VCI. <https://www.vci.de/services/publikationen/broschueren-faltblaetter/vci-deloitte-stuiede-chemie-4-punkt-0-langfassung.jsp>
- Zhu H, Leker J (2014) Extern nach Ideen suchen. *Nachrichten aus der Chemie* 62(12):1189–1191. <https://doi.org/10.1002/nadc.201490422>



Gideon Rath ist Innovationsmanager bei der Chemischen Fabrik Budenheim KG im Bereich Research and Innovation. Seine Schwerpunkte sind Innovationsprozesse, Scouting und neue Arten der Zusammenarbeit. Er hat langjährige Erfahrung in der Durchführung von Innovationsprojekten. Gideon Rath ist Industriekaufmann und Diplom-Ingenieur für Lebensmitteltechnologie. Vor seinem Eintritt in Budenheim 2009 war er bei der Firma AB Enzymes GmbH als Geschäftsentwickler, Spartenverkaufsleiter EMEA und als Geschäftsführer der Tochtergesellschaft Gamma Chemie GmbH tätig. Neben seiner Tätigkeit bei Budenheim hat Gideon Rath einen Lehrauftrag für Produkt- und Innovationsmanagement an der Hochschule Fulda.

Einsatz von computerbasierten Methoden und künstlicher Intelligenz in der chemischen Innovation

Gitta Erdmann

Real stupidity beats artificial intelligence every time.

(Terry Pratchett)

Zusammenfassung

Die jüngsten Fortschritte bei künstlichen neuronalen Netzwerken gepaart mit einer signifikanten Verbesserung der Computerleistung haben in allen Bereichen der Wissenschaft und Technologie großes Interesse geweckt – darunter auch in der chemischen Industrie. Die große Frage ist, ob die ‚künstliche Intelligenz‘, die meist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von neuen Algorithmen und eine Kombination von Statistik/Machine learning/Deep Learning ist, eine revolutionäre Verbesserung mit sich bringt oder eher inkrementelle Veränderungen bedingen. Diese Frage lässt sich heute noch nicht endgültig beantworten, aber es hat sich in den vergangenen Jahren gezeigt, dass Datenwissenschaften in der chemischen Innovation in ganz verschiedener Weise helfen können. Zum einen gibt es den Bereich der ‚klassischen‘ Innovation: Das Finden neuer Moleküle mit verbesserten Eigenschaften. Durch künstliche Intelligenz lassen sich eine Vielzahl von Daten in einem neuen Licht betrachten. Neue bisher nicht genutzte Quellen können erschlossen werden, da zum einen bspw. große chemische Bibliotheken automatisiert analysiert werden können. Durch die neuen Methoden kann nun bereits *in silico* die Kombination von diversen Eigenschaften von Molekülen getestet werden noch bevor diese in einen aufwendigen Echtwelt-Auswahlprozess eintreten. Neue, gewünschte Eigenschaften können in solch

G. Erdmann (✉)

Bayer AG Division CropScience, R&D Small Molecules,
Monheim, Deutschland

E-Mail: gitta.erdmann@bayer.com

einem Modell höher priorisiert werden und eine viel größere Entität an chemischen Stoffen kann *in silico* mit dem Zielprofil abgeglichen werden. Dann gibt es aber auch die ‚Prozess‘-Innovation: Hier geht es um die Verbesserung des Forschungsprozesses – die bessere Auswahl der Moleküle. Künstliche Intelligenz lernt basierend auf historischen Daten – diese sind in wenigen Bereichen besser dokumentiert als in der Chemie. Dies bietet eine fantastische Grundlage, Systeme zu trainieren und aus den Experimenten der Vergangenheit in einem nie dagewesenen Umfang zu lernen. Und schließlich gibt es noch den Faktor der Effizienzverbesserung – die beschleunigte Innovation: Wie schnell findet man die richtige Syntheseroute, wie schnell trifft man die richtigen Entscheidungen, was kann in der heutigen Zeit automatisiert werden. Die Vielzahl an Publikationen bspw. im Bereich der Retrosynthese zeigt das wegweisende Potential, welches künstliche Intelligenz mit sich bringt. Während diese Frage seit vielen Dekaden mit wenig Erfolg adressiert wurde, ist es nun gelungen, Syntheserouten über neuronale Netzwerke zu entwerfen, die einem guten Chemiker ebenbürtig sind.

Dies zeigt, dass die Nutzung von Datenwissenschaften in der Chemischen Industrie eine Vielzahl von Veränderungen mit sich bringt. Die Aufgaben des Chemikers, aber auch aller anderen am Prozess beteiligten Wissenschaftler und des Managements werden sich verändern. Künstliche Intelligenz wird helfen, das enorme Potential der chemischen Innovation auszuloten und neue, bessere Produkte zu finden.

1 Einleitung

Für die Synthese von chemischen Molekülen greift der Chemiker auf seinen Werkzeugkasten aus bekannten Zusammenhängen von Struktur zu Eigenschaften und vor allem auch auf seine Erfahrungen zurück. Wenn Chemiker manuell ein neues Molekül designen, müssen sie nicht nur das Zielmolekül betrachten, sondern auch einen Blick auf die Syntheseroute haben, mit der das Molekül produziert werden kann. Das Zielmolekül muss viele verschiedene Anforderungen erfüllen, was das Design des Moleküls beliebig schwierig macht. Aber es muss auch herstellbar sein, was eine zusätzliche Komplexität mit sich bringt. Beide Prozesse sind sehr zeitaufwendig und beinhalten viele Iterationen. Nach dem erfolgreichen Design eines Moleküls und der Festlegung der Syntheseroute muss aber auch die Produktion in entsprechenden Größenordnungen etabliert werden und die laufende Produktion überwacht und kontinuierlich verbessert werden. Diese Prozessinnovation spielt eine bedeutende Rolle in der chemischen Industrie.

Intelligente Algorithmen für maschinelles Lernen haben in den letzten Jahren eine immer wichtigere Rolle eingenommen – sie erlauben es zunehmend bessere Vorhersagen zu treffen und werden in einem weiten Feld von der Entwicklung von Katalysatoren für die Umwandlung von Treibhausgasen, Materialforschung für Energiegewinnung und Speicherung bis hin zu computer-assistiertem Design von neuen Wirkstoffen eingesetzt. Die heute existierenden Möglichkeiten für die Simulation chemischer Eigenschaften

ermöglichen eine sehr genaue Vorhersage der Moleküleigenschaften noch bevor die Substanz überhaupt im Labor synthetisiert wird. Die weit fortgeschrittene Modellierung in der chemischen Forschung erlaubt die Erzeugung von digitalen Anwendungen, welche einfach in das analytische Equipment integriert werden können und so direkt eine Dateninterpretation vornehmen bis hin zu Anwendungen welche vom Chemiker zur Verbesserung ihrer Vorhersagen genutzt werden können. Außerdem etabliert sich maschinelles Lernen immer stärker im Management von großen Produktionsanlagen und wird für die Qualitätssicherung und Prozessinnovation unersetzlich. Die neuen Methoden der Künstlichen Intelligenz, kurz K.I. (artificial intelligence=AI) haben bereits begonnen, die Rolle von Computern in der Wissenschaft und Industrie zu verändern. Die Kombination von großen Datenmengen mit K.I. wird bereits als ‚vierte industrielle Revolution‘ bezeichnet und die Zahl der Anwendungen in der Chemie wächst täglich (Schwab 2015).

2 Was verstehen wir unter Künstlicher Intelligenz

Bevor wir die einzelnen Aspekte von K.I. in der chemischen Industrie beleuchten können ein kurzer Ausflug in die Begrifflichkeit. Was verstehen wir unter K.I. und welche Form des maschinellen Lernens gibt es.

Künstliche Intelligenz ist eine Domäne der Computerwissenschaften, die darauf zielt, intelligente Maschinen zu erschaffen. K.I. Systeme sind also primär ‚lernende Systeme‘. Dies bedeutet, dass Maschinen Aufgaben, welche normalerweise von Menschen ausgeführt werden, entweder mit Hilfe durch den Menschen oder gar allein besser lösen können.

Auch wenn der Begriff ‚Künstliche Intelligenz‘ bereits auf die 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts zurückgeht, so hat doch der jüngste KI-Boom in etwa vor 7 Jahren begonnen. Das Wachstum der Rechenleistung und der Konnektivität erlaubt es jetzt auch außerhalb von Hochleistungsrechenzentren große Mengen von Daten zu sammeln, zu teilen und zu analysieren.

Generell wird unterteilt in schwache K.I., starke K.I. und künstliche Superintelligenz (auf Englisch auch oft ANI=artificial narrow intelligence, AGI=artificial general intelligence und ASI=artificial super intelligence genannt). Schwache K.I. oder besser charakterisiert durch das Englische ‚Narrow‘=‚eng‘ fokussiert sich nur auf eine definierte Aufgabe. SIRI von Apple ist ein Beispiel für schwache K.I. – SIRI operiert in einem vordefinierten Set an Funktionen, was deutlich wird, wenn man SIRI Fragen außerhalb ihres ‚Erfahrungshorizontes‘ stellt. Andere Beispiele für ANI sind Schachcomputer und basale Schrifterkennung.

Die starke K.I. ist in der Lage intellektuelle Aufgaben zu meistern, die auch ein menschliches Gehirn vollbringen kann. Man kann sie also mit menschlicher Intelligenz vergleichen. Diese Systeme sind nicht auf definierte Aufgabenbereiche beschränkt, sondern können bspw. aus Erfahrungen lernen und Probleme selbständig lösen. Die

Komplexität bringt es mit sich, dass starke K.I. deutlich schwieriger zu bauen ist als schwache K.I. Künstliche Superintelligenz wiederum ist eine Weiterentwicklung der starken K.I., die aber das menschliche Gehirn um ein Vielfaches übertrifft. Die Zukunft mit einer solchen Superintelligenz wird viel diskutiert und lässt sich heute noch nicht vorhersagen, da uns die technische Vorstellungskraft fehlt (Bergstein 2017; Bostrom 2016).

Die Verarbeitung von Wissen ist der zentrale Teil von K.I. – Maschinen können meist nur wie Menschen agieren und reagieren, wenn sie die notwendigen Informationen haben und diese miteinander in eine Beziehung setzen können. Maschinen zu trainieren, logisches Denken und Problemlösung durch Maschinen zu initiieren benötigt Zeit und Geduld und eine hervorragende Aufbereitung und Verfügbarmachung der Daten (Abb. 1).

Maschinelles Lernen (oder eher gebräuchlich in der Englischen Form: machine learning) ist ein zentraler Teil von K.I.. Algorithmen für maschinelles Lernen sind für die größte Zahl der K.I. Fortschritte und Anwendungen von denen man in den letzten Jahren hört verantwortlich. Kurz zusammengefasst ist Maschinelles Lernen: Finde das Muster, wende das Muster an. Machine learning Algorithmen nutzen Statistiken, um Muster in großen Mengen an Daten zu finden. Dies kann nur dadurch erfolgen, dass sie vorher mit (einem relativ großen Set) an Beispieldaten trainiert worden ist. Nur so kann das System auch mit unbekannten Daten etwas anfangen. Diese Daten können sehr viel umfassen – Bilder, Zahlen, Worte. In den meisten Fällen braucht man sehr große Datenmengen, die digital vorliegen und dann in die Algorithmen eingespeist werden.

Es gibt auch weiterführende Anstrengungen, um die Menge an Daten für maschinelles Lernen zu reduzieren, da oft die Qualität und Quantität der Daten ein großes Hindernis darstellt.

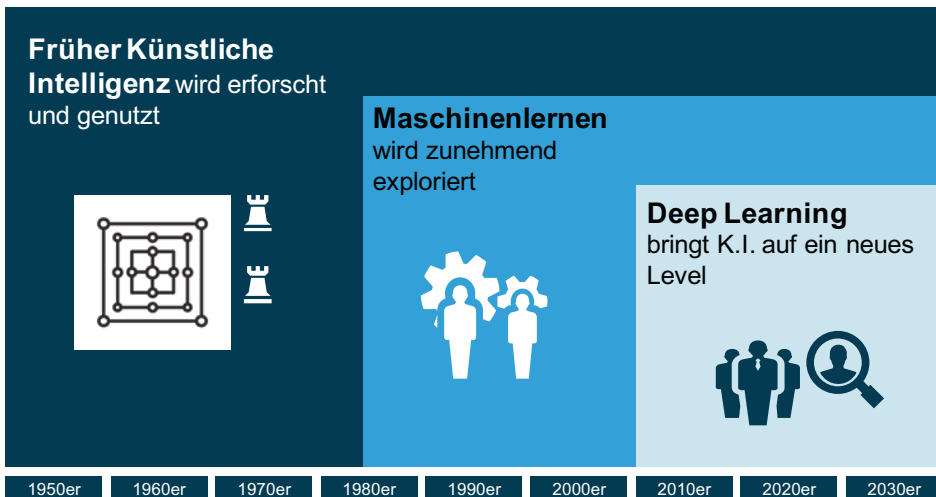


Abb. 1 Die Geschichte der Künstlichen Intelligenz

Machine Learning wird bei vielen Serviceangeboten, welche wir heute nutzen, angewandt – die bekanntesten Beispiele sind Empfehlungen von Netflix und Spotify, Suchmaschinen wie Google, Sprachassistenten wie SIRI und Alexa.

Maschinelles Lernen kann über verschiedene Methoden erfolgen. Die bekanntesten sind das ‚Deep Learning‘ und künstliche neuronale Netzwerke. Neuronale Netzwerke sind durch das menschliche Gehirn inspiriert. Die einzelnen Knoten/Verbindungen fungieren wie Neuronen und das Netzwerk selbst funktioniert wie das Gehirn. Das Lernen erfolgt vergleichbar mit dem Gehirn – die einzelnen Verbindungen werden gewichtet und „erstarken“ durch häufiges Verstärken bzw. Lernen der Verbindung. Da lange Zeit niemand wusste wie man diese Netzwerke richtig programmieren kann, produzierten sie keine guten Ergebnisse und wurden kaum genutzt. Es hat fast 30 Jahre gedauert bis diese Technik ein Comeback hatte, welches bis heute andauert (Abb. 2). Deep Learning ist maschinelles Lernen, bei welchem das neuronale Netz noch durch viele weitere Schichten von Knoten erweitert ist. Diese arbeiten sich zusammen durch riesige Datenmengen und sind so in der Lage auch kleinste Muster zu finden (Somers 2017; Castelvechi 2016).

Künstliche neuronale Netze haben auch außerhalb der Wissenschaft in jüngerer Vergangenheit bereits für Schlagzeilen gesorgt: AlphaGo, das Programm für das Brettspiel Go von Google Deep Mind schlug Anfang 2016 den weltweit besten Go Spieler Lee Sedol mit 4:1. Dabei brachte sich DeepMind selbst das Go spielen bei, indem es Millionen von Spielen analysierte und mit einer Kombination aus unterschiedlichen Algorithmen arbeitete (Fellner 2017).

Wie lernen nun Maschinen? Es gibt verschiedene Formen des maschinellen Lernens: Supervised (überwachtes), unsupervised (nicht-überwachtes) und Reinforcement (bestärkendes) Lernen (learning). Beim supervised learning werden die Daten annotiert, um der Maschine genau zu zeigen, nach welchen Mustern sie suchen soll.

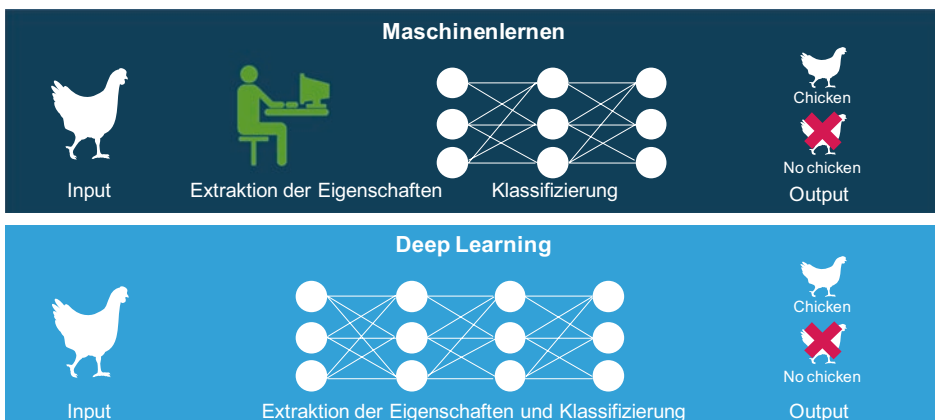


Abb. 2 Der Unterschied zwischen Maschinen Lernen und Deep Learning

Das funktioniert ähnlich wie bei einem Hund, der eine Spur findet, nachdem er einmal den Geruch kennen gelernt hat. Ein gutes Beispiel ist Netflix – wenn man eine Sendung anschaut, informiert man den Algorithmus, was man mag und dass er ähnliche Sendungen finden soll. Dies ist meist relativ erfolgreich. Fehler, die dieser Algorithmus generiert haben oft einen großen Unterhaltungsfaktor und landen schnell bei Twitter.

Beim unsupervised learning sind die Daten nicht annotiert. Die Maschine sucht aus den zur Verfügung gestellten Daten selbst nach Mustern. Das Ergebnis sind dann auch keine klaren Klassifizierungen, sondern Cluster und Assoziationen. Das eignet sich gut, wenn man noch nicht genau weiß, wonach man in den Daten sucht – damit also besonders in explorativen Ansätzen wie bspw. in der Forschung.

Im Reinforcement learning lernt das System durch Versuch und Fehler (trial and error). Ein ‚Reinforcement‘ Algorithmus versucht viele verschiedene Ansätze und dabei werden gute Entscheidungen auf dem Weg zur Lösung belohnt und schlechte bestraft. Das Ziel ist es, gute Entscheidungen zu maximieren und eine Strategie zu entwickeln, wie zukünftige Entscheidungen besser getroffen werden können – ganz ähnlich wie beim menschlichen Lernen. Diese Form des Maschinellen Lernens war die Grundlage von Googles Alpha Go.

Künstliche Intelligenz hat bereits jetzt unser Leben, Arbeiten, Lernen, unsere Kommunikation verändert und wird dies auch weiterhin revolutionieren. Produkte und Dienstleistungen, die solche Konzepte und Innovationen einschließen werden immer stärker genutzt werden und können uns auch helfen, neue, bessere Lösungen für die chemische Industrie zu finden.

Aber es ist eine komplexe Technologie, deren Anwendung eben auch Fragen nach Datensicherheit und Datenhoheit auswirft; Fragen, die schwierig zu greifen sind und eine große emotionale Komponente mit sich bringen.

3 Das Finden besserer Moleküle

Ein chemisches Molekül, welches heute auf den Markt gebracht werden soll, muss eine Vielzahl von Bedingungen erfüllen – das Marktumfeld ist deutlich komplexer geworden, die Anforderungen an die Moleküle sind gestiegen, sie müssen spezifischer sein, wirksamer sein und auch deutlich sicherer als noch vor vielen Jahren. Die Suche nach dem einen Molekül, welches möglichst viele der gewünschten Eigenschaften in sich vereint, ist die Aufgabe von Wirkstoff- und Material-Design. Man schätzt, dass bisher ca. 10^8 Substanzen synthetisiert wurden wohingegen geschätzte 10^{23} – 10^{60} wirkstoffartige Moleküle existieren könnten (Polishchuk et al. 2013; Kim et al. 2016). Wenn nun für das Finden und Optimieren des einen Moleküls der komplette chemische/molekulare Raum zur Verfügung steht wird dieser Prozess sehr herausfordernd und die Zahl potentieller Kandidaten überwältigend. Damit werden das Designen und Herstellen neuer Substanzen sehr teuer und zeitaufwendig. Künstliche Intelligenz bietet hier ein großes Potential den Forschungs- und Entwicklungsprozess zu unterstützen und die Erschließung des gesamten chemischen Raumes erst möglich zu machen.

3.1 Lernen aus der Vergangenheit – Daten

3.1.1 Datenerfassung

Maschinelles Lernen beinhaltet Modelle, die aus existierenden Daten lernen. Da die chemische Industrie ein sehr alter Zweig ist, sind hier besonders viele Daten vorhanden. Viele dieser Daten liegen ebenfalls seit einigen Jahren/Jahrzehnten schon in Datenbanken vor. Außerdem lassen sich die Daten sehr gut strukturieren entlang bspw. von chemischen Klassen, chemischen Eigenschaften etc. Anders als bspw. beim systematischen Erfassen von biologischen Daten, wo viel mehr Wildwuchs herrscht und bis heute Themen wie die Abbildung von bspw. Kinetiken immer noch ein Problem ist.

Nun sind Daten aber nicht gleich Daten. Viele Daten brauchen erstmal eine initiale Verarbeitung – hier werden bspw. fehlerhafte Daten herausgenommen, fehlende Daten identifiziert, Daten gleich annotiert, damit sie verarbeitet werden können. Insbesondere das Finden von fehlerhaften Daten ist wichtig, da sonst die machine learning Algorithmen falsch trainiert werden. In einigen Bereichen wie bspw. in der Chem-Informatik wurden bereits Regeln und Best Practices etabliert um genau diesem Problem entgegenzuwirken (Fourches et al. [2010](#)).

Hinzu kommt, dass viele Daten auch heute noch nur in schriftlicher Form vorliegen – damit sind nicht Microsoft Word Dokumente gemeint, sondern Stift und Papier. Diese Daten zu erfassen ist um ein Vielfaches schwieriger – hier kommen andere Bereiche von K.I. zum Zuge wie bspw. die automatische Schrifterfassung. Aber das ist ein komplexer und zeitaufwendiger Vorgang, weswegen man sich genau überlegen muss, welchen Wert derartig historische Daten haben und wie viel Aufwand man treiben möchte, um sie in ein Modell einzufüttern. Manchmal kann es auch einfacher sein, bestimmte Daten neu zu erheben als die alten Daten zu digitalisieren. Dasselbe gilt übrigens auch für die Lagerung von Daten – während man früher viele Meter Regal gebraucht hat, benötigt man heute digitalen Speicherplatz. Dieser ist unterschiedlich teuer – für einen sofortigen Zugriff auf die Daten bezahlt man mehr als wenn man Tage oder sogar Wochen warten kann bis die Daten wieder abrufbar sind. Im Zuge des Daten Managements muss man daher auch sehr ausführlich über eine ‚Retentionsregelung‘ nachdenken – was braucht man wie lange und was kostet die Bereitstellung und was kostet eine Wiederholung des Experiments.

Wie werden die Daten dargestellt? Dies ist eine wichtige Frage – die Art wie die Daten für maschinelles Lernen dargestellt sind, hat einen Effekt auf das Lernen und damit auch auf das Ergebnis. Die meisten Daten sind normalerweise numerisch, aber es gibt auch oft eine Zeitkomponente, die wichtige Information enthalten kann. Je besser die Repräsentation der Input-Daten desto akkurater kann der Algorithmus die Output Daten gegenüberstellen und schauen ob sie passen. Die Frage wie die Daten am besten dargestellt werden sollten, braucht für ihre Beantwortung Einblicke in die zugrundeliegende wissenschaftliche Fragestellung und in die Funktionsweise des Algorithmus. Welche Datendarstellung die besten Ergebnisse liefert wird aktiv beforscht, da es nicht immer auf den ersten Blick klar ist, welche Darstellung die beste Performance gibt.

Insgesamt sitzt man aber in der chemischen Industrie auf einem großen Datenschatz, der eine große Menge an Informationen enthält. Um an diese Information heranzukommen und in nützliche und implementierbare Anwendungen zu konvertieren, braucht man maschinelles Lernen. Kein Gehirn kann so viele Informationen parallel verarbeiten und ohne einen natürlichen Bias clustern. Maschinelles Lernen kann sicherstellen, dass alle versteckten und nützlichen Informationen effektiv interpretiert werden und das damit volle Potential dieser Daten genutzt wird.

3.1.2 Datenmanagement in der Nusschale

Daten sind die Basis für maschinelles Lernen. Wenn man nun die große Zahl der benötigten Daten für Maschinenlernen sieht, dann ist die Qualität der Daten essentiell. Jeder kennt das geflügelte Wort ‚Garbage in – Garbage out‘, was heißt, wenn man schlechte Daten in das System füttert, bekommt man schlechte Ergebnisse zurück. In den Zeiten von Maschinenlernen und Big Data sprechen wir aber von ganz anderen Dimensionen – ‚Garbage in- Garbage out‘ auf Steroiden sozusagen (Bayer R&D Scientific & Competitive Intelligence 2019).

In Zeiten, in denen man mit immer größeren Datenmengen umgehen muss und ggf. auch personenbezogene Daten erhebt, ist eine ausgeklügelte Steuerung und Kontrolle der Daten notwendig – Wie organisiert man die Daten und wie stellt man die notwendige Qualität sicher? Wenn man K.I. nutzt, muss man sicherstellen, dass die Qualität des Input stimmt, da man sonst große Fehler macht. Datenintegration, Datensicherheit und Datenintegrität sind zusätzlich zur Datenqualität essentiell. Die Sicherstellung dieser Aspekte ist aufwendig und bedarf gezielter entsprechender Aktivitäten, um die Vorteile von K.I. vollständig nutzen zu können. Mehrheitlich hat man sich hier auf die FAIR-Prinzipien geeinigt – Daten müssen findbar (findable), zugänglich (accessible), verbindbar/verknüpfbar (interoperable) und mehrfach nutzbar (re-usable) sein. Das Managen der Daten nach den FAIR-Prinzipien ist der allgemein anerkannte Gold-Standard und die Umsetzung wird im Zuge der Digitalisierung stetig vorangetrieben (Abb. 3).

Das Management der K.I. Inhalte und Informationen und die dazugehörige Steuerung und Kontrolle ist die Basis für jede Daten-Analytik. Es ist wichtig, die richtigen Metadaten zu definieren, die Datenquelle zu kennen, Dateneigentümerschaft und den Datenfluss zu kennen, bevor man ein Datenmanagementsystem etabliert. Die Verantwortung für die Qualität der Daten sollte immer bei dem Datenbesitzer liegen – die Sicherstellung der Datenqualität ist mittlerweile oft direkt in den Zielen der Datenerhebenden hinterlegt: Schlechte Datenqualität – Ziel nicht erreicht und ggf. weniger Bonus. Damit kann man sehr einfach sicherstellen, dass die notwendige Datenqualität ein persönliches Ziel von allen Beteiligten ist.

Zur Sicherstellung von guter Datenqualität gehört auch, dass man Qualitätsprobleme identifiziert und ggf. Änderungen im Arbeitsprozess abbildet und natürlich im Anschluss auch die Effektivität der Maßnahmen kontrolliert. Die Konsistenz von Informationen ist wichtig, um sinnvolle Ergebnisse zu erzielen. Aber es ist auch nicht immer jede



Abb. 3 Warum ist Datenmanagement wichtig?

Information wichtig und benötigt. Regelmäßige Kontrollen, ob die Information noch notwendig ist, um bspw. bestimmte Businessziele zu erreichen oder ob es Änderungen im Business gab, die die Information obsolet machen sind wichtig. Daten, die nicht mehr relevant sind, können entweder längerfristig gelagert oder gar gelöscht werden.

Wichtig ist, dass man Datenmanagement nicht nebenbei betreiben kann – es braucht Menschen, welche sich gezielt diesem Thema widmen. Datenverwalter, sogenannte Data Stewards sind das Zentrum dieser Aktivitäten. Diese brauchen die Aufmerksamkeit, die Unterstützung und auch die richtigen IT-Lösungen, um ihren Job gut zu machen. Wenn Data Stewards gut arbeiten, kann man sicher sein, dass die erhaltenen Informationen auch wertvoll sind. Da in den meisten Firmen Daten quer-vernetzt werden, ist die Etablierung eines zentralen Gremiums für das Datenmanagement sicherlich ratsam. Wichtig ist nur, dass in diesem Gremium die richtigen Experten sitzen, die zusammen mit dem Business dann die richtigen Entscheidungen treffen können.

3.1.3 Literatursuche

Wenn wir über Daten sprechen, darf die Literatursuche nicht fehlen. In zahllosen Publikationen versteckt existiert ein großer Schatz an Wissen. Allerdings wird es zunehmend schwieriger zwischen der Vielzahl an Publikationen, Patentberichten, Datenbanken etc. zu navigieren und die relevanten Informationen zu finden. Dementsprechend wächst der Bereich des Textmining – das Wort setzt sich zusammen aus Text und Mining, dem englischen Wort für Bergbau/Abbau/Förderung, was die Aufgabe, welche

sich Textmining widmet sehr gut umschreibt. Ziel ist die Identifikation und Extraktion von Informationen aus unstrukturierten Textquellen. Textmining wird genutzt, um bspw. Fakten und deren Verhältnis in Texten zu finden und in Datenbanken geordnet abzulagen, so dass diese Information nun genutzt werden kann, um bessere Entscheidungen zu treffen (Fleuren und Alkema 2015). Durch unsupervised machine learning Techniken, die sehr gut darin sind, die Beziehung zwischen Wörtern zu finden, hat sich die Prozessierung von Sprache in den letzten Jahren enorm entwickelt. Diese Methoden zählen wie oft und wie eng zusammen Wörter im Verhältnis zueinander genutzt werden und kartieren diese Verhältnisse im dreidimensionalen Vektorraum. Diese Muster können dann genutzt werden, um einfache Analogien vorherzusagen wie „Maus zu Nagetier wie Löwe zu Raubtier“ oder um ganze Sätze zu bilden und bspw. Autokorrekturmechanismen zu verbessern. Diese Technik wurde bspw. von einer Forschergruppe genutzt, um sich durch 3,3\,Mio. wissenschaftliche Zusammenfassungen zu arbeiten, die zwischen 1922 und 2018 unter materialchemischer Forschung publiziert wurden. Die daraus resultierenden Wort-Beziehungen sind eine gute Zusammenfassung des Grundwissens in diesem Bereich einschließlich bspw. dem Periodensystem der Elemente und dem Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaft chemischen Moleküle. Dadurch, dass diese Technik Analogien sehr gut identifizieren kann, konnten einige chemische Moleküle identifiziert werden, die Eigenschaften hatten, welche thermoelektrischem Material sehr ähnlich sind aber bisher noch nicht näher untersucht wurden. Dies zeigt, dass solch eine Art von Textmining erlaubt, unbekannte Korrelationen zu finden und damit die Forschung weiter voranzubringen (Tshitoyan et al. 2019).

Jeder kann sich vorstellen wie viele unterschiedliche schriftliche Information es gibt – angefangen von handschriftlichen Laborbüchern bis hin zu wissenschaftlichen Artikeln und Patenten. Aus all diesen Quellen die relevante Information zu finden ist ein komplexes Unterfangen. Um dem gerecht zu werden hat sich Textmining in ein hochspezialisiertes Feld entwickelt, in dem Textverarbeitung, Schrifterkennung und Maschinenlernen mannigfaltig kombiniert werden. Die Standardisierung von Daten und Metadaten wird in der Zukunft das Textmining vereinfachen – erste globale wissenschaftliche Initiativen sind gestartet (bspw. The Molecular Sciences Software Institute [<http://molssi.org>] und der Open Science Monitor [<https://ec.europa.eu/research/openscience>]). Aber auch in viele Firmen sind diverse Ontologie-Projekte in der Implementierung, um das Finden und Nutzen von internen Daten über die einzelnen Laborgrenzen hinweg zu ermöglichen.

3.2 Eröffnung eines neuen Horizonts: Neue Moleküle

Maschinelles Lernen kann neue Wege bei der Entdeckung neuer Moleküle aufzeigen. Modelle, welche Systemparameter mit gewünschten Eigenschaften in Verbindung bringen, werden bereits genutzt, um bisher unbekannte Struktur-Eigenschaften-Zusammenhänge zu finden. Bisher haben die Felder der molekularen Chemie (Pharma, Medizin) und der

Materialchemie diese Ansätze unterschiedlich stark aufgenommen und in den Forschungsprozess eingebunden. Allen ist jedoch gemein, dass das größte Problem bei der Nutzung von maschinellem Lernen beim Design neuer Verbindungen die Darstellung der Kristallstruktur und die Morphologie von erweiterten Festkörpern ist.

Die Anwendung von maschinellem Lernen für die Entdeckung von funktionellen Materialien nimmt dennoch stetig zu. Viele Probleme in der Materialwissenschaft wie bspw die Beschreibung von Interaktionen im Kristallgitter, welche die chemische Unordnung, Magnetismus und Ferroelektrizität regeln haben die gleiche Komplexität wie das Spiel Go und sind daher hervorragend geeignet um über maschinelles Lernen adressiert zu werden Hautier et al. (2010).

Die Vorhersage, ob eine definierte Komposition eine bestimmte Kristallstruktur annehmen wird, kann sehr gut über supervised learning adressiert werden. Es gibt viele Beispiele – eines ist die Vorhersage mit welcher Wahrscheinlichkeit eine definierte Struktur die Heusler-Kristallstruktur annimmt. Mit diesem Ansatz wurden hypothetische Moleküle gescannt und dabei 12 völlig neue Gallide entdeckt, die dann synthetisiert und getestet wurden (Oliynyk et al. 2016).

Statt experimenteller Daten können heute auch künstlich berechnete Eigenschaften als Trainingsset für maschinelles Lernen genutzt werden. Ein Model, welches darauf trainiert wurde Energien für die Elpasolith-Kristallstruktur (ABC2D6) zu reproduzieren wurde genutzt um alle zwei Millionen möglichen Kombinationen der Elemente zu screenen, welche die entsprechende chemische Formel erfüllen können. Dabei wurden einige chemische Trends gefunden und 128 neue Materialien entdeckt (Faber et al. 2016). Dieses virtuelle Hochdurchsatzscreenen wird in der Zukunft eine deutlich größere Rolle beim Finden neuer Moleküle spielen. Die Mehrheit der Ansätze für maschinelles Lernen im Bereich der Festkristalle hat sich bisher auf sehr definierte Typen von Kristallstrukturen konzentriert, da es schwierig ist Festkristalle in einer Form darzustellen, welche leicht in statistische Lernprozeduren eingespeist werden kann. Dementsprechend ist die Entwicklung einer flexiblen und übertragbaren Darstellung eines der wichtigsten Forschungsgebiete für die Anwendung von K.I. bei Kristallstrukturen.

In der molekularen Chemie ist die Nutzung von machine learning Technologien deutlich weiter fortgeschritten als in der Festkörperchemie. Dies ist zu einem großen Teil darauf zurückzuführen, dass die Struktur-Aktivitäts-Beziehung (Structure-Activity-Relation=SAR) und die Beschreibung/Eigenschaften der Moleküle sich einfacher per Algorithmen interpretieren lassen. Die Struktur-Aktivitäts-Beziehung (SAR) ist mittlerweile in der Wirkstoffforschung und beim Moleküldesign fest etabliert. Maschinelles Lernen hat eine lange Historie in der Entwicklung der SAR, die sich fast über ein halbes Jahrhundert ausdehnt (Hansch und Fujita 1964).

Die Molekularwissenschaften nutzen die neuesten Errungenschaften im Maschinenlernen wie bspw generative gegnerische Netzwerke (generative adversarial networks) und Reinforcement Learning (siehe vorn), um neue biologisch aktive Moleküle zu entwerfen. Beim generative adversarial network werden 2 Modelle simultan trainiert: das generative Modell (der Generator) zeichnet die Verteilung der Daten auf während

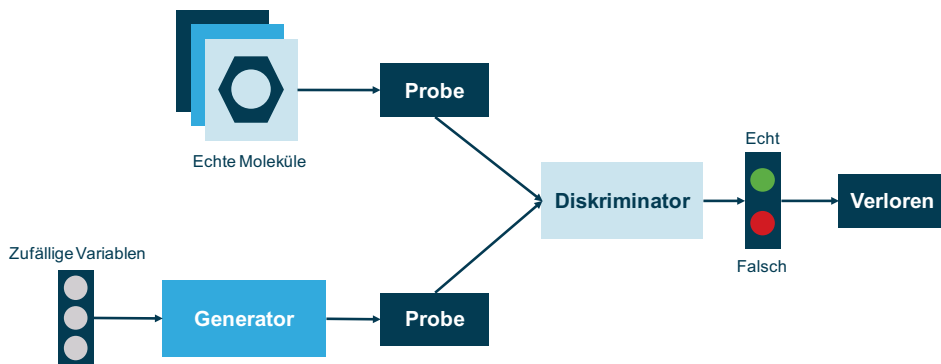


Abb. 4 Generative adversarial networks (GAN): Zwei Modelle – ein Generator und ein Diskriminator – spielen ein endloses Spiel Keith et al. (2018)

das unterscheidende Modell (der Diskriminator) die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der eine Probe aus dem Trainingsset oder dem Generator kam. Das Trainingsziel des Generators ist es, die Wahrscheinlichkeit, dass der Diskriminator einen Fehler macht zu erhöhen (Abb. 4).

Modelle basierend auf GAN sind in der Lage vom Grund auf ganz neue organische Moleküle zu entwerfen. Diese Modelle können darauf trainiert werden, Moleküle mit speziellen chemischen Eigenschaften, die bestimmte physische Wirkung erzielen zu entwerfen. Reinforcement learning wird zum Beispiel genutzt, um neu generierte chemische Strukturen so zu verändern, dass sie bestimmte physische und biologische Eigenschaften haben (de novo design). Da das regulatorische Umfeld heute immer komplexer wird und immer spezifischere Moleküle entwickelt werden müssen, kann ein effektiver Innovationsfluss nur noch mit Hilfe der künstlichen Intelligenz gemeistert werden. Wollte man die Möglichkeiten, welche K.I. bietet mit Menschen reproduzieren, würde die Herstellung neuer Substanzen unbezahlbar werden oder aber sehr lange andauernd.

3.3 Screening

3.3.1 In vivo Screening

Die Technologie des Maschinent Lernens erlaubt ebenso eine verbesserte Interpretation der Daten zur Überprüfung von Hypothesen und zur Selektion der geeignetsten Kandidaten.

Traditionelle Methoden des Wirkstoffdesigns basierend auf simplen Liganden-Protein Interaktionen reichen lange nicht mehr aus, die Vorschriften für die klinische Sicherheit aber auch für die Unbedenklichkeit in der Umwelt zu erfüllen (bspw. im Bereich des chemischen Pflanzenschutzes). Die negativen Nebenwirkungen sind oftmals bedingt durch die Aktivierung sehr komplexer biologischer Pathways und komplexer Systemreaktionen.

Entsprechend ist maschinelles Lernen in der Cheminformatik weit verbreitet, nicht nur um neue Medikamente mit besseren biologischen Eigenschaften zu entwerfen, sondern auch um im Screeningprocess neue Substanzen zu finden. Die mathematische Erfassung von chemischen Graphen erlaubt die Ableitung von 2D und 3D chemischen Deskriptoren, die dann zu chemischen Fingerabdrücken zusammengefasst werden können. Diese chemischen Fingerabdrücke eignen sich hervorragend für maschinelles Lernen und Vorhersagen. Ein Fokusthema in diesem Bereich ist die Verbindung von sehr großen Datenmengen mit maschinellern Lernen, um bestimmte biologische Eigenschaften und Reaktionen vorherzusagen und somit geeignete Kandidaten zu identifizieren.

Dementsprechend ist es sehr nützlich viele verschiedene Datentypen und Quellen zu fusionieren, um strukturelle, genetische, biologische, pharmakologischen Daten auf dem molekularen Level bis hin zum Organismus für das Finden sicherer und besserer, effektiverer Moleküle zu nutzen (Searls 2005). Mit der letzten Evolution der Deep Learning Netzwerke wurde eine vielversprechende Architektur für das effiziente Lernen von diesen massiven Datensets geschaffen.

Es gibt auch bereits sehr konkrete Beispiele wie durch Deep Learning die Suche nach geeigneten Kandidaten vor allem in der Wirkstoffforschung verbessert werden kann. So wurde gezeigt, dass sich die Aufnahmen/Bilder von Substanzwirkungen in einem Hochdurchsatz-Zell-Test nutzen lassen, um die biologische Aktivität der Substanzen in anderen Assays für andere Pathways oder biologische Prozesse vorherzusagen zu können. Mit Hilfe einer machine learning Methode konnten Daten aus dem Test genutzt werden, um neue Informationen zu generieren, die Aussagen in gänzlich anderen Tests zuließen. Die Etablierung solcher Methoden verkürzt und vereinfacht das hoch-komplexe Screening in der Wirkstoffforschung ganz enorm und kann gängige Tests ggf. einmal ersetzen. Dies zeigt, dass die Daten von Hochdurchsatzverfahren sehr wertvoll sind und viele zusätzliche Informationen enthalten (Simm et al. 2018).

Toxikologische Aktivität ist eines der größten Stopp-Kriterien für die Entwicklung von Wirkstoffen. Dementsprechend gibt es große Anstrengungen, die Toxizität von Substanzen vorherzusagen, resp. verlässlich abschätzen zu können. Deep Learning ist hierfür ein wunderbares Werkzeug, da man damit alle Toxischen Effekte erfassen und das Netzwerk trainieren und gleichzeitig die chemischen Eigenschaften lernend verknüpfen kann. Es gibt mittlerweile viele Aktivitäten in diesem Bereich und eine industrielle Anwendung dieser Modelle wird einen großen Durchbruch in der Wirkstoffforschung darstellen (Mayr et al. 2016).

Ein weiteres Beispiel für das Potential von Deep Learning, um das Screening zu verbessern und erleichtern ist die Phänotypisierung, die Bewertung/Quantifizierung des Erscheinungsbildes von Organismen (Abb. 5). Bei der Bewertung des Effektes eines Wirkstoffs auf einen Organismus nimmt die Phänotypisierung eine wichtige Rolle ein. Maschinelles Lernen eignet sich für die Verbesserung dieses Forschungsfeldes ganz ungemein, da es hier viele Bilder gibt, mittlerweile oft automatisiert aufgenommen, die auf auffällige Merkmale hin untersucht werden müssen und das mit einer hohen Reproduzierbarkeit und ohne Subjektivität. Eine ‚händische‘ Auswertung von Phänotypen ist sehr

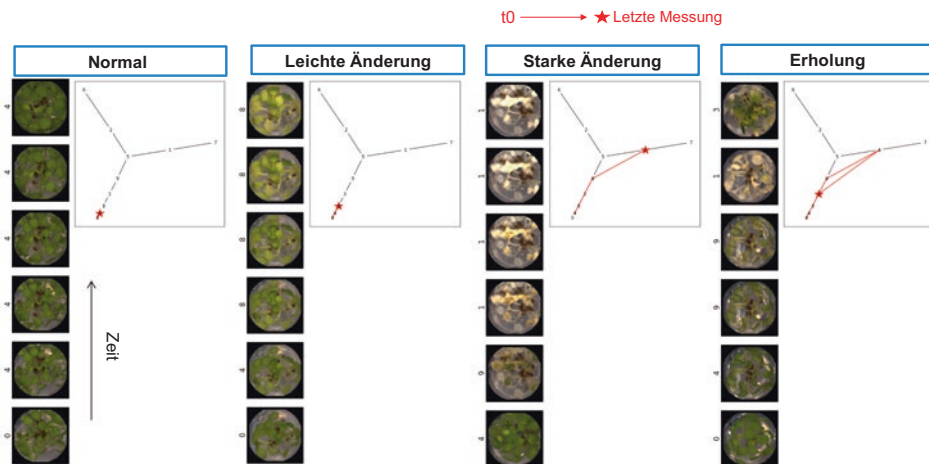


Abb. 5 Identifizierung einer phänotypischen Änderung in Arabidopsispflanzen durch neuronale Netze

zeitaufwendig, es kann sein, dass bestimmte, sehr feine Merkmale gar nicht erkannt werden. Maschinelles Lernen erlaubt mittlerweile die sichere Identifizierung bestimmter Merkmale, die wiederum mit anderen Eigenschaften verknüpft werden können und so deutlich genauer die Wirkung einer Substanz am Organismus beschreiben können, resp. sogar neue Eigenschaften oder eine neue Kombination von Eigenschaften findet, die eine bessere und frühere Identifizierung von positiven Substanzen ermöglicht (Pound et al. 2017).

Die Vielzahl von Möglichkeiten, welche sich durch das maschinelle Lernen beim Finden und dem Design neuer Moleküle ergeben, macht es umso wichtiger, die Ausgangsfrage sehr genau zu formulieren. Ebenso müssen die eingespeisten Parameter/Lern-Proben sehr genau definiert werden. Ist das Set der Testproben weit genug gefächert, aber trotzdem repräsentativ? Sind die Testmuster zu homogen, kann das Netzwerk zu stark filtern und viele positive Moleküle könnten nicht erkannt werden. Ist die Basis für das Training zu divers findet man zu viele positive Substanzen. Daher werden kontinuierlich Methoden entwickelt, um dieses ‚Overfitting‘ zu verhindern.

3.3.2 Virtuelles Screening

Die bisherigen Beispiele zeigten die Nutzung von maschinellem Lernen bei existierenden Substanzen an existierenden Organismen in realen Versuchen. Beim Virtuellen Screening hingegen sucht man in großen chemischen Molekülbibliotheken mit Hilfe von computer-gestützten Simulationen oder statistischen Vorhersagen basierend auf Annäherungsmodellen nach Molekülen, welche bestimmte Eigenschaften erfüllen. Durch maschinelles Lernen können die notwendigen Eigenschaften des chemischen Moleküls immer besser dargestellt werden und die Suchalgorithmen werden immer

besser, so dass man den virtuellen Screeningprozess nachhaltig beschleunigen kann. Hinzu kommt, dass man nicht nur existierende chemische Bibliotheken screenen kann, sondern auch virtuelle chemische Bibliotheken, die Millionen potentieller Kandidaten enthalten. Im Anschluss an solch einen Screeningvorgang können die besten Kandidaten dann synthetisiert und getestet werden.

Allerdings sind hier nicht nur die akkuraten Simulationen wichtig. Die Suchstrategien, welche genutzt werden, um den chemischen Raum zu erschließen sind der eigentliche limitierende Faktor. Heutige Methoden suchen entweder komplett in einer festgelegten Bibliothek oder nutzen einzelne lokale Suchmethoden wie bspw. genetischen Algorithmen oder individuelle Interpolationstechniken. Natürlich haben diese Techniken zu guten neuen Molekülen geführt aber diese Anwendungen müssen sich immer noch großen Herausforderungen stellen. Festgelegte Bibliotheken sind sehr groß und benötigen oft handgeschriebene, spezifische Algorithmen, damit synthetisierbare Chemie gefunden wird. Damit wird ihre Erforschung aber sehr teuer und aufwändig und man hat immer noch nur eine festgelegte Bibliothek analysiert. Um große Bereiche des chemischen Raumes zu durchsuchen, muss man die Suche entlang von Gradienten anlegen. Viele neue Modelle werden heute entwickelt, um die Suche in existierenden und virtuellen Bibliotheken erfolgreicher und einfacher zu gestalten. Ziel dieser Modelle ist es vor allem, die Repräsentation der chemischen Eigenschaften geschickt zu definieren oder zu konvertieren, so dass die chemische Struktur uniform kodiert ist. Erst damit kann man sich den gesamten chemischen Raum erschließen und Vorhersagen über die Eigenschaften von Molekülen machen (Gomez-Bombarelli et al. [2018](#); Winter et al. [2019](#)).

4 Veränderung der Prozesse

4.1 Der Selektionsprozess in der Forschung

Künstliche Intelligenz kann einen großen Einfluss darauf haben, wie zukünftig die Forschung in der Chemischen Industrie aufgestellt wird. Wir haben bereits gesehen, wie sich der Selektionsprozess ändern kann. Es gibt aber noch viele weitere Möglichkeiten wie sich einzelne Details im Forschungsprozess ändern könne, was heute möglich ist und wie die Zukunft aussehen könnte.

Der klassische Forschungsprozess beginnt mit der Definition des Ziels – was möchte man entwickeln, welche Eigenschaften soll das zukünftige Produkt mit sich bringen. Hier ergibt sich zu Beginn eine lange Liste an gewünschten Charakteristika und eine noch längere Liste, welche Eigenschaften das Produkt nicht haben sollte – Stichwort Toxizität als Beispiel. Basierend auf diesen Listen wird mit der Erfahrung der Chemiker aus einem Set von Chemischen Bibliotheken ein Set an Molekülen definiert, welches getestet werden soll. Im ganz klassischen Ansatz des Hochdurchsatz-Screenings wird sogar einfach die gesamte Bibliothek gescreened in der Hoffnung, ein paar gute Kandidaten zu finden. Durch machine learning ist es nun möglich geworden, vor dieses

,in vivo‘ Screenen noch eine computergesteuerte Selektion zu setzen. Dies bedeutet, dass zum einen alle gewünschten und unerwünschten Eigenschaften als Datenset zusammengekommen werden können und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Molekül diese Eigenschaften mit sich bringt, ermittelt werden kann. Die Systeme dazu können hervorragend über die Unmenge von Daten aus der Vergangenheit trainiert werden – insofern diese Daten zugänglich sind. Dieser Ansatz ermöglicht damit das einfache Screenen neuer Bibliotheken, speziell zusammengestellter Bibliotheken oder gar virtueller Bibliotheken. Damit wird der Eingang des Selektionstrichters um ein Vielfaches erweitert. Völlig neue Moleküle können in den Selektionsprozess eintreten, der gesamte chemische Raum kann für die Suche nach neuen Molekülen genutzt werden. Damit ergibt sich natürlich das Risiko, dass die Zahl der Moleküle, welche man im Labor testen muss unendlich hoch wird. Hier kann man aber durch die Striktheit der Erfüllung der Eigenschaften den Eintritt für Moleküle in die Labortests Tests deutlich verengen. Zusätzlich fallen natürlich alle Substanzen heraus, die bspw. eine der Schlüsseleigenschaften nicht erfüllen, was man vorher erst bei entsprechenden Versuchen im Labor gelernt hätte. Der Computer generiert also eine priorisierte Liste der möglichen Kandidaten, welche dann in die weiterführenden Tests gehen. Je nachdem wie strikt man die Selektion durchführt, gehen mehr oder weniger Moleküle in die Labortests – diese Steuerung des Inputs hängt am Ende von den für die Versuche verfügbaren Ressourcen ab.

Zusätzlich haben die Moleküle durch das erste in silico Screening eine insgesamt höhere Qualität und Erfolgswahrscheinlichkeit, so dass man mit weniger Substanzen arbeiten kann unter Beibehaltung des Outputs. Wenn nun aber weniger und bessere Substanzen in die Labortests gehen, können hier auch höherwertige Test mit ggf. geringerem Durchsatz gemacht werden, die es vielleicht erlauben, die Moleküle besser, anders zu charakterisieren.

K.I. erlaubt es nun auch, die wissenschaftlichen Ergebnisse der Vergangenheit über viele Tests zu interpretieren und Schlüsse daraus zu ziehen. Die Integration aller Ergebnisse und die entsprechende Priorisierung der Moleküle wird ab einer gewissen Datenmenge für das menschliche Gehirn einfach unmöglich. Hier können diverse Ansätze aus dem Maschinenlernen genutzt werden. Wichtig ist es, im Vorfeld die Regeln zu definieren. Die Kombination der Ergebnisse aus Labortests, in silico Tests, historischen und externen Daten ermöglicht damit sehr viel früher im Forschungsprozess eine bessere Charakterisierung der Substanzen. Dies erlaubt auch eine weiterführende Optimierung des Screeningprozesses basierend auf einer detaillierteren Analyse der erzielten Ergebnisse. In Abhängigkeit von der Fragestellung und der Ergebnisse werden vielleicht neue Testsysteme notwendig, andere Assays gebraucht oder die Reihenfolge der Assays ändert sich. Im Licht der neuen Erkenntnisse müssen Selektionskaskaden regelmäßig überprüft und mit allen beteiligten Wissenschaftlern diskutiert werden (Abb. 6 und 7).

Die Anreicherung der Substanzen mit höherer Erfolgswahrscheinlichkeit hat auch Einfluss auf die Promotionsentscheidung. Wie viele Substanzen können noch weiter prozessiert werden? Wie viel kann ich für die Forschung synthetisieren. Oftmals

Von...

Nach...

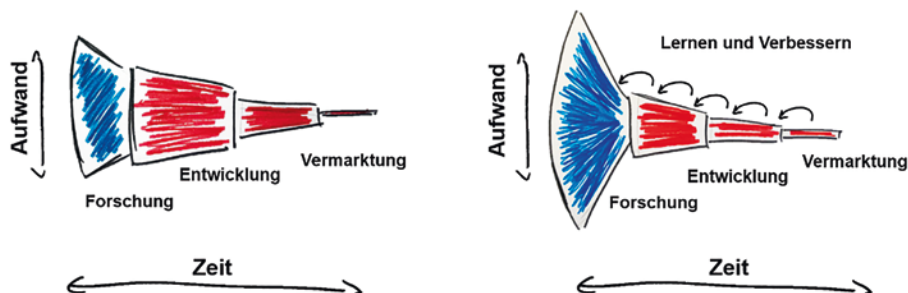


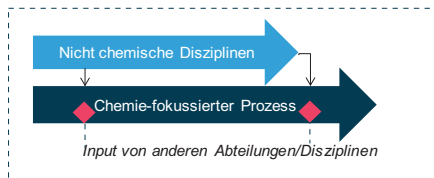
Abb. 6 Screening zusammengefasst: Startpunkt ist eine größere Auswahl im chemischen Raum gefolgt von in silico Screening, was Substanzen für die Labortests definiert. Eine frühe ausführliche Charakterisierung der Substanzen mit Hilfe von Labortests, historischen Daten und detaillierter Analyse soll die Erfolgswahrscheinlichkeit der Substanzen erhöhen und weniger späte und aufwendige Tests notwendig machen

bedürfen weiterführende Tests mehr von der Substanz, die dann wiederum nachsynthetisiert werden muss. Dies bindet wiederum Ressourcen – entweder interne oder mindestens finanzielle Ressourcen, wenn extern synthetisiert wird. Also muss man sich neben der Umstellung der Datenauswertung auch darüber Gedanken machen wie zukünftig priorisiert wird, was die neuen Durchsatzzahlen sein sollten und wie viele Backup Kandidaten man sich leistet.

Eine oft etwas unterschätzte Anwendung von Maschinenlernen ist die Festlegung des experimentellen Designs, damit man möglichst gute Ergebnisse bekommt mit möglichst weitreichender Aussagekraft. So sollten in einer guten Selektionskaskade die Experimente auf einander aufbauen und in ihrer Aussagekraft miteinander verbunden sein. Hinzu kommt die Nutzung von maschinellem Lernen für die Vorhersage des bestmöglichen zukünftigen Experimentes, welches notwendig ist, um weitere Fragestellungen zu beantworten. Beispielsweise wurde Maschinenlernen genutzt, um die Bedingungen für die Synthese und Kristallisation von komplexen Polyoxometalat-Clustern besser zu verstehen. Ausgehend von Daten von gescheiterten und erfolgreichen Vorläuferexperimenten konnte ein Maschinenlern-Ansatz zukünftige Experimente designen und damit sechsmal mehr Kristallisationsraum abdecken als es ein Experte mit derselben Zahl an Experimenten konnte (Dragone et al. 2017).

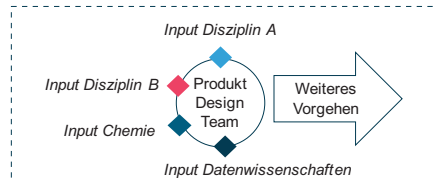
Natürlich ist zu diesem Zeitpunkt eine Menge Theorie in diesen beschriebenen Änderungen im Selektionsprozess. Dies ist die Beschreibung des Zielzustanden – jeder Schritt muss entsprechend getestet werden, bevor man das ursprüngliche Vorgehen aufgibt. Außerdem ist ein wichtiger Aspekt die Bereitstellung der Daten und der Infrastruktur. Die Annahme, dass mit dem Hinzufügen von Datenwissenschaften alle Probleme gelöst sind, ist schlicht falsch. Die Einführung jeder Änderung im wissenschaftlichen Vorgehen ist ein iterativer Prozess – ob in der Chemie, Biologie oder eben in den Datenwissenschaften – es werden Thesen aufgestellt

Von...



Punktueller Konsultieren von anderen Disziplinen, welche Input geben können und punktuelle Datenintegration

» Nach...



Kontinuierliche Interaktion und Konsultation zwischen allen beteiligten Wissenschaften, um gemeinsam das weitere Vorgehen zu bestimmen

Abb. 7 Die systematische Integration von allen relevanten Daten aller beteiligter Disziplinen ist die Basis für die Umwandlung von Wissen in praktisch umsetzbare Erkenntnisse

und getestet und anhand der Ergebnisse werden die Thesen bestätigt oder verändert. Die vollständige Integration von Datenwissenschaften in den Selektionsprozess ist ein komplexes Unterfangen, welches die Zusammenarbeit aller Disziplinen und viel Geduld benötigt.

4.2 Entscheidungsfindung

Maschinelles Lernen kann große Änderungen im Selektionsprozess mit sich bringen. Mit den neuen Techniken wird es nun erstmals möglich, deutlich mehr Parameter in die Entscheidungsfindung mit aufzunehmen. Damit kann man die Ergebnisse von deutlich mehr Disziplinen in die Analyse der Eigenschaften einer Substanz mit aufnehmen und vielleicht ganz neue Muster zur Charakterisierung erkennen. Zusätzlich erlaubt maschine learning auch, erhobene Daten unter neuen Gesichtspunkten zu analysieren. Vor allem im Bereich des unsupervised Learning, bei dem der Maschine nicht gesagt wird, was sie suchen soll, ist die Möglichkeit, neue Zusammenhänge zu finden sehr hoch. Wenn künstliche Intelligenz systematisch im Forschungsprozess angewandt wird, werden ggf. mehr und andere Parameter wichtig für die Entscheidungsfindung. Es sind nicht mehr unbedingt die klar sichtbaren Parameter, sondern vielleicht eine Kombination von weniger stark differenzierenden Parametern.

Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Entscheidungsfindung im Neuronalen Netz für den Menschen nicht nachvollziehbar ist. Wir sehen nicht, wie die Maschine zu dem Ergebnis kommt – es ist eine ‚Back box‘, die am Ende das Ergebnis herausgibt. Dies führt zu einem oft dazu, dass Wissenschaftler den Ergebnissen nicht trauen und diese nicht als gleichwertig zu den selbst erhobenen Daten betrachten. Andererseits sieht man auch nicht, ob das Ergebnis wirklich einen Sinn ergibt – bspw. könnte das Trainingsset falsch gewählt sein und damit das Ergebnis Nonsense sein. Es werden mittlerweile

schon Anstrengungen unternommen, um den Entscheidungsprozess nachvollziehbarer zu machen oder andere Modelle, die besser verständlich sind zu nutzen (Castelvecchi 2016; Li et al. 2018). Man sollte grundsätzlich immer ein sehr gutes Kontrollset im Versuch mitlaufen lassen, bei dem man einfacher erkennt, ob die Ergebnisse in die richtige Richtung laufen. Dies wird allerdings schwieriger, je mehr Parameter ein System in Betracht ziehen soll.

Zusätzlich muss jedoch auch eine Transformation in den Verhaltensweisen der traditionellen Wissenschaftler stattfinden. Ergebnisse aus *in silico* Tests müssen gleichwertig zu Labortests betrachtet werden. Die multiparametriellen Analysen können neue Einblicke generieren und können mittlerweile einen Teil der notwendigen Entscheidungen stark unterstützen, so dass Wissenschaftler besser informiert bessere Entscheidungen treffen können. Oftmals ziehen Datenwissenschaftler aus ihren Analysen aber auch andere Schlüsse und die Diskussion zwischen allen Beteiligten hilft, neue Aspekte in Betracht zu ziehen und Projekte insgesamt voran zu bringen.

Viele Entscheidungen können mittlerweile von den Systemen nach anfänglichem Training schon selbständig getroffen werden. Es gibt Programm, in die alle notwendigen Daten eingeladen werden und nach der Analyse gibt das System ein Ergebnis und eine Empfehlung der weiteren Handhabung des Moleküls heraus. Diese Analysen haben den Vorteil, dass sie Zeit sparen, alle Daten in Betracht ziehen und vor allem auch unvoreingenommen sind, da eine rein datenbasierte Entscheidung getroffen wird – vorausgesetzt, das Trainingsset war gut gewählt. Während in sehr linearen Entscheidungen (bspw. einer Sortierung nach eindeutigen Farben) die Automatisierung schon komplett implementiert ist, werden in sehr komplexen Bereichen die Entscheidungen der Algorithmen meist nochmal von Wissenschaftlern kontrolliert. Dies hat den Vorteil, dass wenn Wissenschaftler bspw. eine Entscheidung immer wieder revidieren, können Datenwissenschaftler basierend auf diesen Ergebnissen und der Begründung des Wissenschaftlers bspw. den Algorithmus anpassen (Abb. 8). Natürlich muss auch hier zuvor eine Diskussion erfolgen, warum die Ergebnisse des maschinellen Lernens angezweifelt werden.

Insgesamt wird sich die Entscheidungsfindung durch die zunehmende Durchdringung der traditionellen Wissenschaften mit künstlicher Intelligenz verändert. Teilweise können Entscheidungen automatisiert getroffen werden. Dies spart Zeit und Aufwand, der dann wiederum in die Erstellung guter Netzwerke, Entscheidungstools und die Definition guter Trainingssets gesteckt werden kann. Während sehr klassische und lineare Prozesse und Entscheidungen dem Wissenschaftler abgenommen werden, müssen diese aufgrund der neuen und verdichteten Datenlage neue Diskussionen führen – mit neuen Partnern und mit neuen Herausforderungen. Dies erinnert wieder stärker an Methodenentwicklung und Grundlagenforschung, da die neuen Möglichkeiten, welche sich durch die Integration von K.I. in die chemische Forschung erschließen noch weiterentwickelt und getestet werden müssen. Hierin liegen die Herausforderungen aber auch viele Chancen.

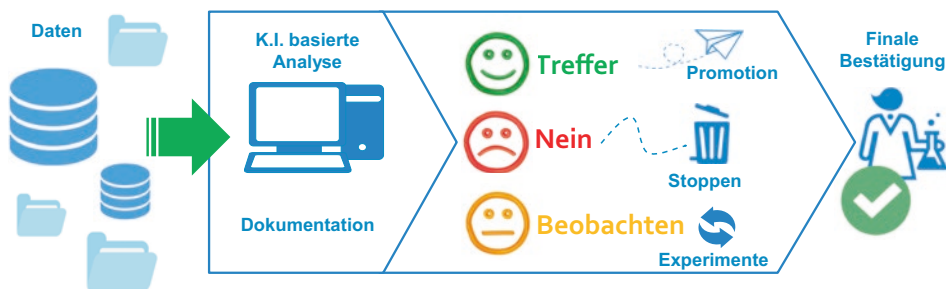


Abb. 8 Entscheidungsfindung unter Nutzung von K.I.

4.3 Die Syntheseroute

Die Synthese von Molekülen ist eine der wichtigsten Aufgaben in der Chemie. Dazu bedarf es Erfahrung, Heuristik, gute Schätzungen und eine sehr gute Intuition. Wenn Chemiker manuell ein neues Molekül designen, muss dieses nicht nur seine eigentliche Aufgabe erfüllen, sondern es muss auch synthetisierbar sein. Der Chemiker muss sich also auch Gedanken über die Syntheseroute machen. Hier arbeiten Chemiker normalerweise rückwärts startend vom Endmolekül. In der sogenannten Retrosynthese wird das Molekül rekursiv analysiert und in immer einfachere Vorläufer zerlegt bis ein Set von Substanzen entsteht, welches bekannt und erhältlich ist. Da die Transformationen formell umgekehrte chemische Reaktionen sind, kann das Molekül nun umgekehrt im Labor synthetisiert werden (Abb. 9).

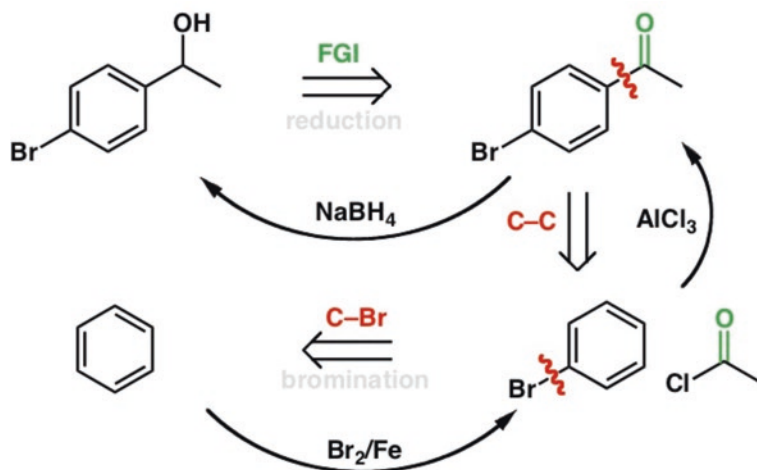


Abb. 9 Retrosynthese – ein Beispiel

Bei jedem Retrosynthese-Schritt können viele ähnliche Transformationen genutzt werden – die Zahl geht bis in die Tausende. Der Chemiker muss in diesem Wust an Möglichkeiten nun die besten Transformationen finden. Natürlich heißt das nicht, dass der gewählte Schritt dann auch gut funktionieren wird. Somit ergibt sich ein komplexer iterativer Zyklus.

Dieser Prozess ist sehr zeitaufwendig und kann auch in semi-optimalen Lösungen enden. Manchmal kommt man zu gar keinem Ergebnis oder die Syntheseroute ist so aufwendig und teuer, dass sie sich für eine industrielle Anwendung nicht lohnt.

Angetrieben durch diesen komplexen Prozess haben sich v. a. organische Chemiker schon früh mit dem Potential, welches computerbasierte Methoden mit sich bringen, beschäftigt. In einer Syntheseroute kann die Zahl der möglichen Transformationen von 80 bis zu vielen tausend reichen. Zum Vergleich: beim Schach gibt es nur zehn potentielle Züge pro Position. Schon vor über 50 Jahren wurde die erste Software, das ‚Organic Chemical Simulation of Synthesis (OCSS)‘ Programm entwickelt (Corey und Wipke 1969).

Menschliche Experten müssen in der chemischen Synthese vorgeben, welche Schritte nicht gemacht werden sollen oder welche Reagenzien nicht genutzt werden können/dürfen. Damit limitieren sie die Auswahlmöglichkeiten für die Algorithmen. Diese Regeln sind extrem wichtig, wenn der Computer traditionelle Algorithmen benutzt. Diese Versuche, Chemie zu formalisieren waren in der Vergangenheit nicht überzeugend genug. Computer-identifizierte Syntheserouten konnten immer von Routen, welche Chemiker entwickelt haben unterschieden werden, da algorithmisch identifizierte Reaktionen oft ein hohes Rauschen zeigen und vor allem die ‚chemische Intelligenz‘ vermissen lassen (Szymkuc et al. 2016).

Allerdings haben jüngste Publikationen gezeigt, dass Computer viel besser werden können in der Retrosynthese. Die Kombination von extrem komplexen Systemen mit einer riesigen Zahl von Möglichkeiten, die sich aus den verschiedenen Grundbedingungen und Einschränkungen ergeben (Kosten, Zeit, Reinheit, Toxizität etc.) macht die Retrosynthese sehr geeignet für die Anwendung künstlicher Intelligenz. Deep Learning Ansätze, die typischerweise viel-schichtige Neuronale Netzwerke haben oder eine Kombination aus künstlichen neuronalen Netzwerken und anderen Lerntechnologien wie die Boltzmann-Maschine ergeben sehr gute Vorhersagen für Syntheserouten. Deep neuronal nets sind heute sehr gut in der Lage, Transformationen zu evaluieren und Reaktivitätskonflikte zu vermeiden und somit die intuitive Entscheidungsfindung der Experten nachzustellen. Diese K.I. Systeme sind mittlerweile so gut geworden, dass es Segler et al. sogar gelungen ist, Syntheserouten zu definieren, welche Experten nicht mehr von menschengemachten Syntheserouten unterscheiden konnten. Dafür mussten sie allerdings drei verschiedene neuronale Netze und eine Monte Carlo Simulation miteinander kombinieren. Das erste Netzwerk hat die Suche in die vielversprechendste Richtung gelenkt, indem es eine begrenzte Zahl von Transformationen vorgeschlagen hat. Das zweite Netzwerk hat die Machbarkeit der Reaktionen bewertet. Und schließlich wurden die geschätzten Positionswerte durch ein drittes Netzwerk getestet. Alle Netzwerke wurden auf mehr oder weniger

sämtliche Reaktionen, die je in der Organischen Chemie publiziert wurden, trainiert, um dieses beeindruckende Ergebnis zu erzielen (Segler et al. 2018).

Es gibt noch weitere Alternativen zur regelbasierten Vorhersage von Syntheserouten. Eine häufig genutzte Methode ist der Sequenz-zu-Sequenz Ansatz – in diesem Ansatz werden Produkte in ein Model gefüttert, welches dann die Reaktanten als SMILES strings (Darstellung von Molekülen als vereinfachte Zeichenfolge, simplified Molecular Input Line Entry Specification) wieder ausgibt. Obwohl Moleküle dreidimensionale Einheiten sind, kann man sie so als lineare Textfolgen darstellen und auch rückwärts in eine Liste von Atomen, Bindungen und Symbolen decodieren. Dadurch können SMILES aber als Sprache mit grammatikalischen Eigenheiten interpretiert werden. Somit kann also eine Syntheseroute als Übersetzung von Reaktant+Reagenz in ein Produkt betrachtet werden. Diese Sequenz-zu-Sequenz Übersetzung kann genutzt werden, um Reaktionen vorherzusagen, wenn das Model mit Trainingssets gefüttert wurde (Nam und Kim 2016). Ähnliche Ansätze werden auch in der Retrosynthese genutzt und weitere Methoden, die nicht auf den klassischen chemischen Regeln basieren, werden heute entwickelt. Hier profitieren vor allem Synthesen von bspw. Naturchemiestoffen, wo es nur kleine Trainingssets gibt.

Eine weitere spannende Anwendung von K.I. für das Finden einer geeigneten Formel wurde bei Covestro implementiert. Covestro hat mit Hilfe von machine learning ein neues Tool entwickelt, welches es erlaubt, die richtige Formel für viskoelastische Schaumstoffe zu finden. Viskoelastische Schaumstoffe werden hauptsächlich in Kissen und Matratzen verwendet und sind bekannt für ihr Formgedächtnis – die Eigenschaften dieser Schaumstoffe sind abhängig von ihrer Formel. Ein Team aus Experten für Polyurethanchemie, Polyurethantechnologie und Datenwissenschaftler hat nun vordefinierte Formeln verwendet, um eine große Zahl an Schaumstoffen herzustellen und deren Eigenschaften zu identifizieren. Diese Datensätze wurden dann verwendet, um einen Algorithmus zu entwickeln, der basierend auf diesen Parametern andere Schaumdichten, Härtegrade und viskoelastisches Verhalten berechnen kann. Gibt man nun die gewünschten physikalischen Eigenschaften des Schaumes in das auf dem Algorithmus fußende Tool ein, erhält man die passende Formel auf Basis der bei Covestro eingesetzten Rohstoffe. Andersherum kann das Tool auch die Eigenschaften eines fertigen Schaumstoffs für eine vordefinierte Formel bestimmen. Durch diese Computersimulation können die notwendigen Versuche für das Finden einer passenden Formel stark reduziert und neben Zeit auch Material und Kosten gespart werden (Heinemann 2019).

All dies zeigt, dass Chemiker bereits heute von diesen ‚in silico‘ Systemen profitieren können – diese Netzwerke werden kontinuierlich weiter trainiert und verbessert und können so den Erfahrungshorizont und die Intuition des Chemikers komplementieren.

4.4 Der Produktionsprozess

Wir haben bisher Maschinenlernen im Forschungsprozess betrachten, aber es gibt auch viele Anwendungsbereiche der Algorithmen im Bereich der Produktion. So können

Prozesse in der chemischen Produktion vereinfacht und verkürzt werden, die Testreihen reduziert, Rückstände und Abfall minimiert und auch Anlagen mit Hilfe von K.I. überwacht werden.

Das Ziel der Beschleunigung und Verbesserung der Entwicklung von Molekülen endet nicht mit der Entdeckung des Moleküls per se. Meist ist die viel größere Herausforderung, die Produkte sicher und auch kosteneffektiv in den notwendigen Mengen herzustellen. Datenwissenschaften werden mittlerweile immer stärker in die Entwicklung des Produktionsprozesses und auch in die folgende Überwachung der Produktion mit eingebunden. Der Vorteil ist, dass die Produktion schon viele Jahre lang ein sehr datenintensives Unterfangen ist – viele Daten werden erhoben und müssen u. a. aus rechtlichen Gründen lange gespeichert werden. Hier liegt ein großer Schatz für Datenwissenschaftler – sie können diese Daten analysieren, um komplexere Zusammenhänge zwischen bspw. Umweltbedingungen, Charakteristiken des Lebenszyklus, Materialabnutzung, Verarbeitungsparametern etc. finden, um den Einfluss der einzelnen Parameter im Produktionsprozess zu optimieren und damit bspw. den Ertrag zu verbessern, Kosten und oder den Energiekonsum zu reduzieren.

Obwohl die Produktion viele Herausforderungen mit der chemischen Forschung teilt, so leidet sie unter einer großen Einschränkung: Es gibt kaum öffentliche Daten. Produktionsprozesse sind oft stark geschützt, da sie in den meisten Fällen Geschäftsgeheimnisse sind. Um hier ein wenig Bewegungsfreiheit zu bekommen, bilden sich Konsortien um vorwettbewerbliche Forschung bspw. im Bereich der Effizienzsteigerung und der Smarten Produktion. Wichtig ist, dass alle diese Konsortien, die zumeist an Universitäten verankert sind, die nötige Beteiligung und Finanzierung durch die Industrie erhalten. Dies gibt nicht nur die Freiheit für die Forschung, sondern vor allem auch den Link zwischen Grundlagenforschung und Industrie, denn die Ergebnisse sollen am Ende des Tages der echten Produktion in der Industrie zugutekommen (The White House 2014).

Die Entwicklung von chemischen Produktionsprozessen findet in kleineren Maßstäben statt als die Produktion. Dennoch braucht es meist größere Reaktoren, die bis zu 100 l Chemikalien benötigen, um verschiedene Reaktionen zu testen oder neue Katalysatoren für Polymere zu finden. Oftmals braucht man viele hunderte Reaktionen, um den einen Katalysator zu finden. Damit verbraucht man nicht nur literweise Chemikalien, sondern auch viel Zeit. Oft gehen Wochen und Monate ins Land, bis man die perfekte Lösung gefunden hat. Forscher haben nun eine neue Klasse von Mikroreaktoren entwickelt, welche mit Mikrolitern an Flüssigkeiten für dieselben Reaktionen, die normalerweise mit vielen Litern ausgeführt werden, auskommen. Diese Reaktoren sind sehr nützlich, um Katalysatoren für die Herstellung zu finden aber auch für die Entdeckung von Substanzen und die Untersuchung von Interaktionen in der Entwicklung von Wirkstoffen.

Mikroreaktoren gab es auch schon in der Vergangenheit, aber jetzt wurden diese mit Infrarot Thermographie und supervised machine learning gekoppelt. Die Infrarot Thermographie erlaubt die Aufnahme einer thermalen Karte, welche die Wärmeänderungen während chemischer Reaktionen aufnimmt. Mit Hilfe des Maschinenlernens

konnten die Forscher nun die aufgenommenen Änderungen in der Wärmeentwicklung während einer chemischen Reaktion analysieren – das künstliche neuronal Netz wurde trainiert, Infrarotbilder von thermoelektrisch gekühlten Mikroflüssigkeitsanlagen zu kontrollieren und zu interpretieren. Die Datenanalyse erlaubte nun sehr genaue Aussagen über die Wirksamkeit und Eigenschaften der getesteten Reaktionen. Da für Infrarotbilder kein direkter Kontakt mit der Anlage notwendig ist, eignet sich diese Methode auch für extreme Umgebungen wie bspw. das Arbeiten in einem sterilen Umfeld (Rizkin et al. 2018). Diese Nutzung von Mikroreaktoren beschleunigt nicht nur das Finden guter Katalysatoren um ein Vielfaches, sondern reduziert den chemischen Abfall und verbessert auch die Sicherheit in der chemischen Forschung (Abb. 10).

Chemische Produktionsanlagen werden in einem aufwendigen Prozess so entwickelt, dass der maximale Ertrag mit optimalem Aufwand erzielt werden kann. Während der Entwicklung der Anlagen werden viele Forschungsdaten erhoben. Allerdings wurden diese Daten in den seltensten Fällen im laufenden Betrieb genutzt – hier wurden oft nur die Blaupausen übergeben und alle anderen Daten blieben unbeachtet. Dementsprechend fehlen Informationen, welche direkt für die Optimierung des Betriebes, Fehlerbehebung und Qualitätssicherung genutzt werden könnten. Eine systematische Datenintegration schon während der Entwicklung mit Übergabe in den Betrieb erlaubt es in neuen Anlagen dieses Fehlen von Daten zu beheben (Wiedau et al. 2019).

Heutige Produktionsanlagen sind enorm komplex und anspruchsvoll mit einem sehr großen Teil an Automatisierung. Daher ist die kontinuierliche Überprüfung der korrekten Funktionalität und die Fehlersuche ebenso wichtig wie das frühzeitige Erkennen von drohenden Störungen. Ausfälle an den Anlagen bedingen ein großes wirtschaftliches Risiko. Ebenso haben die Diagnose und das Monitoring des zugrundeliegenden physikalischen Prozesses eine große Bedeutung für die Vermeidung zukünftiger Störungen. Der gesamte Lebenszyklus einer Produktionsanlage wird mittlerweile durch

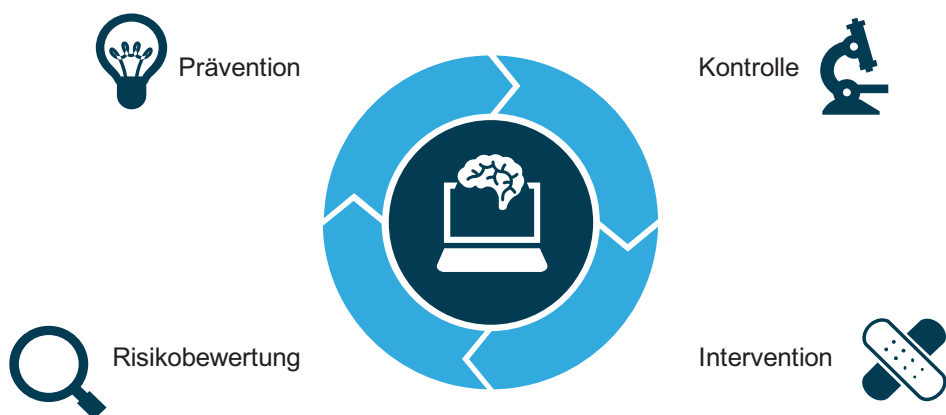


Abb. 10 Produktionsüberwachung mit Hilfe künstlicher Intelligenz

hoch-spezialisierte Software-Pakete gesteuert. Leider ist die Intraoperabilität der Systeme nicht immer gegeben, so dass sehr heterogene Datenformate und Standards die Prozessindustrie vor große Probleme stellen. Bisher gibt es keine Vereinheitlichungen aber die Notwendigkeit wird immer deutlicher und erste Studien evaluieren die genutzte Systeminfrastruktur anhand ihrer Möglichkeiten, Daten auszutauschen (Fillinger et al. 2019).

Die klassischen Analysen benötigen als Basis in der Regel ein mathematisches Modell des Prozesses, welches für sehr komplexe Prozesse nur mit Hilfe von detailliertem Expertenwissen erstellt werden kann. Eine Alternative zu den analytisch modellbasierten Methoden bieten datengetriebene, lernfähige Modellansätze. Mit diesen Modellen können auf Basis von Lerndatensätzen durch unsupervised learning geeignete Prozessmodelle erstellt werden, die bspw. für die Überwachung von Anlagen genutzt werden können (Baily 2019). Hitachi Tokyo hat eine K.I.-assistierte Wartungsplattform entwickelt, bei der Operationsdaten der Anlage in Echtzeit analysiert werden und Abnormalitäten sofort identifiziert und berichtet werden. Dadurch kann man noch vor dem Eintreten eines signifikanten Problems Abhilfe schaffen und das Equipment wird nicht geschädigt. Die Methode erkennt Muster und Änderungen, die andere konventionelle Wartungsmodelle nicht erkennen.

Neben der Wartung ist auch der laufende Betrieb großer Anlagen ein interessantes Gebiet für künstliche Intelligenz. In Spanien wurde bspw. eine Anlage für die Phenolproduktion mit K.I. Technologien entlang des Produktionsprozesses ausgestattet. Zwei Echtzeit-Optimierungsroutinen wurden mit machine learning und Vorhersagemodellen verstärkt. Diese Modelle generierten laufend Vorschläge wie man die Abläufe und Prozesse im operativen Geschäft verbessern kann. Dies führte dazu, dass die Phenolproduktion in dieser Anlage um 2,5 % erhöht wurde, was zusätzliche 5500 t jährlich bedeutet. Damit diese Optimierungsmodelle funktionieren wurden über 3000 Prozessvariablen analysiert – von Labordaten bis zu lokalen Wetterbedingungen (Frey 2012). Die ganzheitliche Betrachtung der Daten wird in modernen Pionieranlagen erfolgreich getestet. Im italienischen Garbagnate hat der LifeScience Konzern Bayer eine systematische Datenerfassung und -Auswertung etabliert, was zu 25 % niedrigeren Wartungskosten führt und den Betrieb 30–40 % effizienter macht.

Heutige komplexe Produktionsanlagen müssen ständig in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen, Rohstoffeigenschaften etc. justiert werden. Dies ist die Aufgabe der zuständigen Operatoren, die im Laufe ihres Berufslebens viele Erfahrungen mit der Reaktion der Anlagen auf entsprechende Änderungen der Bedingungen gesammelt haben. Diese Erfahrungen können nur langfristig weitergegeben werden. Daher wird bei Covestro daran gearbeitet, das Wissen der Operatoren in neuronale Netze umzuwandeln. Hierfür werden die Anlagen mit vielfältigen Sensoren versehen und die Parameter dieser Sensoren, Protokolle der Operatoren und Informationen der Produktlinien in einem datengetriebenen Modell analysiert und hypothesen-basiert getestet, welche Parameter die Anlage wie beeinflussen und wie dann entsprechend gegengesteuert werden kann. Das Ziel ist es, alle Informationen in ein Dashboard einzuspeisen, welches auf von weniger erfahrenen Operatoren genutzt werden kann, um eine Produktionsanlage zu justieren.

Alternativ können die Ergebnisse auch direkt in die Anlage eingespeist werden, so dass die Justierung automatisiert erfolgen kann. Dies erlaubt unabhängig von Individuen eine bessere und sicherere Verarbeitung von Rohstoffen (Heinemann 2019).

Zusätzlich zur Steigerung der Effektivität und Effizienz wird auch die Qualitätskontrolle im laufenden Betrieb zunehmend durch K.I. bereichert. Viele Firmen beginnen die Auswertung der Produktionsanalytik weitestgehend zu automatisieren. Damit können die Proben direkt analysiert und in Echtzeit ausgewertet werden und entsprechend des Ergebnisses ein Alarm erfolgen oder die Produktion normal weiterlaufen. Während früher dafür Ingenieure und IT/Datenpersonal notwendig war, können heute Neuronale Netze anhand der Vielzahl von Daten trainiert werden und diese übernehmen dann die Qualitätskontrolle.

Gerade in der Produktion gibt es einen weiten Bereich für die Anwendung von künstlicher Intelligenz. Es wird heute schon einiges umgesetzt aber es gibt noch ein großes Feld an Anwendungsoptionen, welches weiter erschlossen werden muss.

5 Konsequenzen der Implementierung von K.I. in der chemischen Industrie – ein paar Denkanstöße

Die Nutzung künstlicher Intelligenz mit all ihren Facetten und Ausbaustufen zeigt ein enormes Potential für die Chemische Industrie. Die flächendeckende Einführung von KI entlang des Forschungs- und Produktionsprozesses ist kein triviales Unterfangen. Es reicht auch nicht, einfach Datenwissenschaftler einzustellen und dann ergibt sich der Rest ganz von allein. Einige grundlegende Änderungen sind notwendig, damit solch ein Zukunftsszenario Wirklichkeit werden kann.

Die erste und wichtigste Komponente für den Erfolg von K.I. ist eine Hochleistungs-IT-Infrastruktur. Dies beinhaltet nicht nur das Datenmanagement mit den entsprechenden Metadaten, sondern auch die Lagerung der Daten und die Erreichbarkeit von Daten. Wenn Daten in unterschiedlichster Qualität in händisch gepflegten Exceltabellen vorliegen, dann werden die besten Datenwissenschaftler den Großteil ihrer Zeit damit verbringen, die Daten zu finden, zu bereinigen und in ein einheitliches Format zu bringen, bevor sie Analysen vornehmen können. Die meisten IT-Strukturen, insbesondere in Firmen mit einer langen Historie, sind organisch gewachsen, weisen viele sehr lokale Eigenheiten auf und werden nicht zentral abgestimmt. In vielen Bereichen wurde die IT-Infrastruktur oft als Kostenblock betrachtet, den es kleinzuhalten gilt. Dies führt aber oft zu einer veralteten Infrastruktur, welche nur unter hohen Kosten und immensem Zeitaufwand auf den heutigen Stand gebracht werden kann. Daher ist es wichtig, immer auch ein Augenmerk auf die aktuellen Entwicklungen in der IT-Branche zu haben und zu gewährleisten, dass es nicht zu einer übermäßigen Veraltung der Landschaft kommt (Abb. 11).

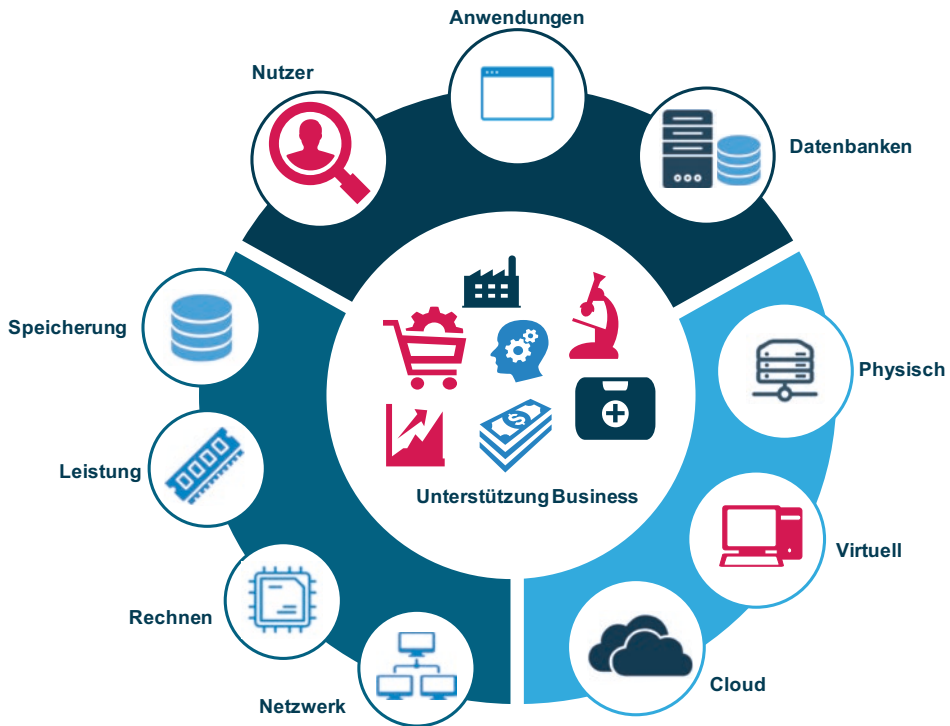


Abb. 11 Die IT Infrastruktur in modernen Firmen ist sehr komplex und benötigt genaue Planung

Die Kosten-Nutzen-Rechnung einer zentralen Datenbank für alle Daten wird regelmäßig diskutiert. Einigkeit herrscht aber darin, dass auch wenn Daten in unterschiedlichen Strukturen und Datenbanken erhoben und verwaltet werden, diese über Metadaten verfügen müssen, welche sie eindeutig und übergreifend charakterisieren. Außerdem müssen die Daten in System vorliegen, welche über ein darüberliegendes Interface miteinander verbunden werden können. Es gibt viele Methoden der Datenspeicherung. Die gängigen Data Warehouses sind themenbezogene, konsolidierte und dauerhaft gespeicherte Ansammlung von Daten. Die Speicherung der Daten erfolgt hier strukturiert in denormalisierten relationalen Datenbanken. Bei der Nutzung von Data Lakes hingegen erfolgt die Speicherung der Daten in einem eigenen System oder einem Repository. Die Daten werden zunächst in ihrem Rohformat in einer flachen Struktur gespeichert. Die Rohdaten in einem Data Lake werden erst in ein anderes Format umgewandelt, wenn sie verwendet werden. Diese Vorgehensweise wird Schema-on-Read genannt. Dadurch bieten Data Lakes einen sehr guten Ausgangspunkt für die Analyse großer Datenmengen und den Umgang mit unstrukturierten Daten wie bspw. Bilddateien. Aufgrund der flachen Struktur können neue Zusammenhänge der verschiedenen Daten zueinander erschlossen werden. Wichtig ist aber, dass die Rohdaten alle mit aussagekräftigen und konsistenten Metadaten

ausgestattet sind, da sonst eine Suche und Verknüpfung von Informationen unmöglich wird. Es gilt aber wie immer: Die Nutzung einer bestimmten Speichermethode sollte sich immer nach dem Hauptziel der Anwendung der Daten richten und muss individuell entschieden werden.

Ebenso wichtig wie die richtige Datenspeicherung ist es aber auch, eine Softwareumgebung zu schaffen, die es dem Nutzer erlaubt, seine Daten einfach zu erheben und in eine Datenbank zu transferieren und auch diese Daten später für weiterführende Analysen zu nutzen. K.I. ist nicht mehr nur ein Spielfeld für einzelne Experten, die hochkomplexe Algorithmen programmieren. Es gibt mittlerweile viele Softwaretools, welche auch für begabte Laien die Nutzung von K.I.-basierten Anwendungen ermöglichen – es muss nicht jeder einen Algorithmus programmieren können, um diesen erfolgreich anzuwenden. Insgesamt ist eine nachhaltige Investition in den Aufbau und auch die Pflege einer hochwertigen IT-Landschaft zwingend notwendig, um in großem Maßstab K.I.-getriebene Lösungen zu implementieren. Bei der Entwicklung neuer Anwendungen für sehr spezifische Lösungen ist eine enge Zusammenarbeit der Datenwissenschaftler, Wissenschaftler und IT-Experten notwendig. Es gibt viele Modelle, wie neue IT-Lösungen in jüngerer Zeit entwickelt werden – bspw. die Arbeit in Sprints und die Nutzung agiler Teams (Glaiel et al. 2014; Sutherland 2014).

Ein anderer Aspekt, den es bei der Einführung von K.I. zu bedenken gilt, ist die Patentierung von Erfindungen. Ein Beispiel sind Patente für den Schutz einer bestimmten chemischen Klasse: Chemische Klassen wurden bisher recht weiträumig geschützt, so dass minimale Patentlücken übrigblieben. Durch die Nutzung von K.I. kann nun aber ein wesentlich größerer Bereich im chemischen Raum analysiert werden. Das bedeutet, dass man ggf. für ein Forschungsziel einige sehr unterschiedliche chemische Klassen betrachten muss, in diesen Klassen aber nur ein kleines Subset an Verbindungen. Damit müsste man deutlich mehr chemische Klassen patentieren lassen, was eine finanzielle Belastung mit sich bringt. Zusätzlich verändert dies aber auch die Patentlandschaft nachhaltig indem bspw. die Nutzung der Substanzen noch engmaschiger definiert werden muss. Hinzu kommt dann noch der Patentschutz von K.I. selbst – seit 1950 wurden im Bereich KI über 340.000 K.I.-verbundene Erfindungen patentiert und über 1,6 Mio. wissenschaftliche Artikel publiziert. Mehr als die Hälfte davon seit 2013 und es ist mit einem weiteren Anwachsen dieser Patente zu rechnen WIPO (2019). K.I.-bezogene Patente beinhalten nicht nur K.I. Techniken, sondern sind oftmals sehr spezifisch an ein Anwendungsgebiet oder einen Industriezweig gebunden – die Telekommunikation und das Transportwesen sind hier führend gefolgt vom Gesundheitssektor (Szymkuc et al. 2016). In vielen Bereichen in der Chemischen Industrie wird heute wie beschrieben schon K.I. angewandt, allerdings fehlt es noch oft an der Patentlandschaft dahinter – welchen Algorithmus lässt man schützen, wie viel Wert generiert eine spezifische K.I.-Anwendung verglichen mit den Patentkosten? Diese Fragen gilt es zu beantworten und den Fokus von klassischen Patenten wie Chemie, Prozessschritte, Synthese um den Bereich K.I. zu erweitern.

Die Entwicklungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz in den letzten Jahren, erlauben es zunehmend, vormals durch Menschen gesteuerte Prozessschritte stärker zu automatisieren. Beispiele finden sich in vielen Bereichen entlang der Wertschöpfungskette in der chemischen Industrie. In der Qualitätskontrolle und bei der Überwachung in Produktionsprozessen werden viele Daten bereits automatisiert in digitalen Systemen erhoben. K.I. erlaubt nun, diese Daten automatisiert auszuwerten und K.I. kann auch direkt Schlüsse aus den Ergebnissen ziehen und automatisiert gegensteuern. Dies spart Zeit und in den meisten Fällen auch Kosten. Zusätzlich können aber die Daten miteinander in den Zusammenhang gesetzt werden und der gesamte Produktionsablauf simuliert werden. Durch die heutige Rechenleistung kann man so auch weitere Punkte/Schritte im Prozess identifizieren, bei denen ein Fehlerpotential herrscht – also das System sagt vorher, wo Fehler auftreten können. Auf diese Punkte kann dann ein genaueres Augenmerk gelegt werden, resp. Fehlervermeidung stattfinden. Außerdem kann K.I. auch Schritte mit weiterem Einsparpotential finden (Abb. 12).

Natürlich bedeutet das nicht, dass der Mensch komplett aus den Anlagen verschwindet, aber die manuelle Auswertung der Daten entfällt und damit auch menschliche Fehlerquellen. Die Erfahrung mit den Maschinen, ein Gefühl dafür, was sich wie einfach beheben lässt, welche Toleranzschwellen die einzelnen Anlagen haben und Improvisation als menschlichste aller Eigenschaften sind nicht zu ersetzen. Allerdings in einer Umgebung, die sehr streng reglementiert ist – bspw. in GMP (good manufacturing practice) zertifizierten Betrieben – ist es wichtig, dass eine lückenlose Überwachung stattfindet gefolgt von einem sofortigen Gegensteuern bei Problemen. Hier werden eine starke Automatisierung und eine Minimierung von menschlichen Fehlerquellen von den Behörden oftmals gefordert. Die voll-vernetzte, daten-integrierte Produktionsanlage ist in vielen Bereichen nunmehr keine Vision mehr, sondern wird in neuen Anlagen schon konkret umgesetzt und die Modernisierung älterer Anlagen wurde bereits von vielen Firmen begonnen (Abb. 13).

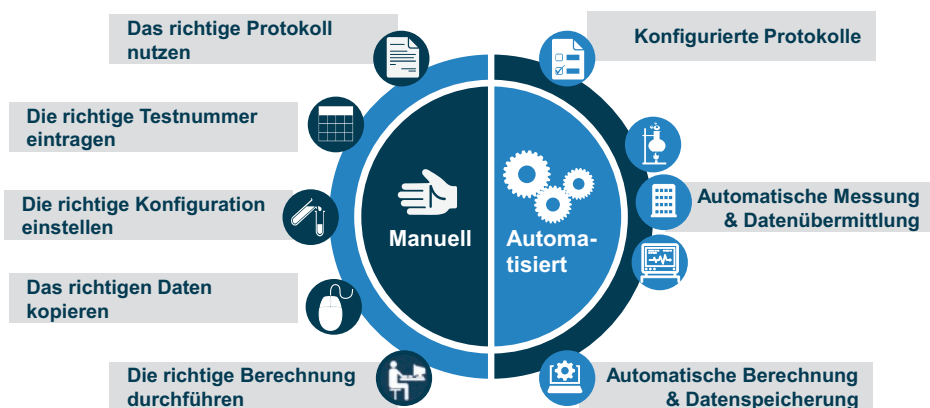
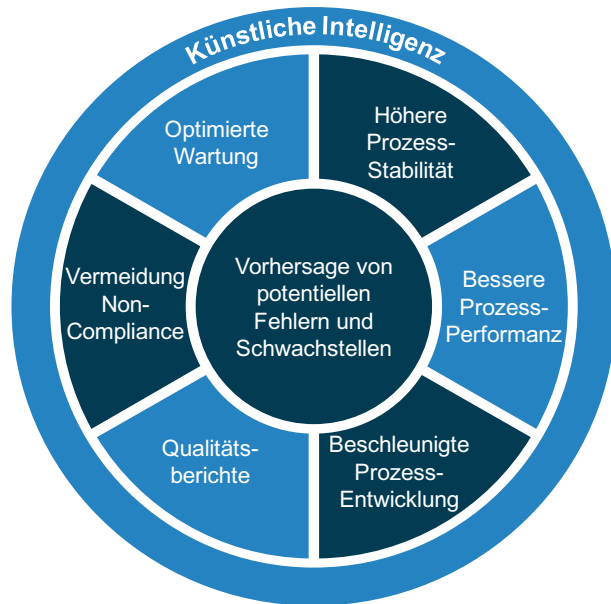


Abb. 12 Risiken bei manuellen Arbeiten, die sich durch Automatisierung verringern lassen

Abb. 13 Vorteile der voll automatisierten Prozess-Überwachung



In vielen Selektionsprozessen werden manuell Daten erhoben über die Wirkung, den Effekt einer Substanz. Damit unterliegen die Ergebnisse einer individuellen Subjektivität – dies fällt bei sehr unterschiedlichen Effekten nicht so sehr ins Gewicht, aber bei kleinen Unterschieden in den Effekten, kann es hier zu einer signifikanten Differenz in der Bewertung kommen. Biostatistiker haben bereits gezeigt, dass man bei händisch erhobenen Daten zur Differenzierung kleinerer Effekte oftmals den bewertenden Menschen als größten beeinflussender Faktor identifizieren kann (Kuipers und Hysom 2014). Es konnten sogar Testreihen anhand der Subjektivität einzelnen Experimentatoren zugeordnet werden. Hier zeigt sich eine große Stärke von der Möglichkeit, Bewertungen durch Maschinen automatisiert vorzunehmen. Es gibt ein stetig wachsendes Feld an automatisierter Bilderkennung und darauf basierender Bewertung des Inhalts der Bilder. Natürlich kann nicht jeder Prozessschritt völlig automatisiert werden – nicht alle Eigenheiten lassen sich einfach digitalisieren für eine anschließende maschinelle Auswertung. In sehr komplexen Fragestellungen benötigt man enorm große Trainingssets, die natürlich gut angelegt werden müssen, da sonst eine falsche Entscheidungsgrundlage entsteht und dann greift das Prinzip ‚Garbage in – Garbage out‘. Dennoch ist die zunehmende Automatisierung in der Selektion ein großer Fortschritt, da die Subjektivität minimiert und die Effizienz gesteigert wird. Die Zahl der automatisierten Entscheidungsprozesse wird in der Zukunft weiter zunehmen. Zusätzlich ist eine natürliche Folge, dass alle Daten in digitaler Form vorliegen und somit auch noch weiter genutzt werden können.

Die fortschreitende Digitalisierung von Büro- und Laborbereichen bis zu ganzen Produktionsanlagen ermöglicht es Unternehmen ihren Kunden und Mitarbeitern immer

spezifischere Angebote bereitzustellen, die auf die Bedürfnisse der Nutzer zugeschnitten sind. Diese Angebote reichen vom effizienteren Auffinden von Produkten bis zu neuen Dienstleistungen. Die Unterstützung durch sprachbasierte Assistenzsysteme, die viele Konsumenten von zuhause kennen, lassen sich gut auf die Arbeitswelt übertragen.

Der Geschäftsbereich Coating Additives der Evonik beschäftigt sich bereits seit 2017 mit der Frage wie Kundenanfragen zu Lackformulierungen und Lackadditiven mittels digitaler Werkzeuge effizienter und effektiver beantwortet werden können. Als Lösung wurde der sprachgesteuerte Assistent COATINO™ entwickelt. Warum sprachgesteuert? Evonik hat aus der eigenen Laborpraxis heraus die Fragestellung erweitert: was passiert, wenn man im Labor steht und eine konkrete Frage zu einem Additive, einer Formulierung hat oder schnell die Kontaktdaten eines Additive-Experten benötigt? In der Regel muss dann der Arbeitsplatz gesichert und der Laborbereich verlassen werden, um im Büro in den eigenen Unterlagen oder im Internet nachzusehen. All dies kostet Zeit und ist aufwändig. Die Entwicklung eines Sprachassistenten, den man zum Beispiel auf seinem Smartphone bei sich trägt, war eine logische und effektive Weiterentwicklung der Idee. Die Geburtsstunde von COATINO™. Der Sprachassistent ist aktuell mit Produktwissen über Evonik Additive, ergänzenden technischen Informationen sowie erste kommerzielle Funktionen wie eine Musterbestellung ausgestattet und versteht Fachsprache aus der Additiv-Welt. Der Nutzer kann mittels COATINO™ nach Eigenschaften suchen, welche das gesuchte Additiv haben soll. Das Suchergebnis liefert zugleich die nachvollziehbare Begründung für die Auswahl des betreffenden Produktes und vergleicht es mit nächstbesten Alternativen. Die Datengrundlage, welche für solch eine Aussage notwendig sind, schließen neben Produktinformationen auch Testergebnisse, regulatorische Dokumente, Verfügbarkeiten und die langjährige Erfahrung der Anwendungstechnik mit ein.

Natürlich ersetzt COATINO™ nicht den Experten, aber er macht den Zugriff auf fundiertes fachliches Wissen und damit die Entwicklungsarbeit deutlich einfacher. COATINO™ wird auch an externe Kunden ausgerollt, damit Hersteller von Farben und Lacken den digitalen und einfacheren Zugriff auf das Produktsortiment haben. Evonik arbeitet mit europäischen und internationalen Partnern an der Umsetzung dieser Herausforderungen. Hierbei spielt das Thema Datenschutz und Datensicherheit eine wichtige Rolle. Dieses Beispiel zeigt wie durch die Kombination langjähriger, menschlicher Expertise und modernen, digitalen Methoden der Arbeitsalltag erleichtert werden kann und somit schneller gezielt innovative Lösungen entstehen können (Kroehl 2019).

Eine zunehmende Integration von Künstlicher Intelligenz hat natürlich auch einen großen Einfluss auf die Manager und Mitarbeiter. Von einem eher klassisch forschenden und produzierenden Betrieb zu einem digital operierenden Betrieb zu werden ist eine große Transformation, die Menschen auf allen Arbeitsebenen Angst machen kann.

Manager müssen verstehen, welches Potential K.I. mit sich bringt für ihren Bereich. Das bedeutet nicht, dass sie selbst zu Datenwissenschaftlern werden, aber das Erkennen der Möglichkeiten und die Unterstützung sind eine wichtige Voraussetzung, um K.I. systematisch zu implementieren. Es hat sich gezeigt, dass Firmen mit K.I.-freundlichen

Topmanagern sich insgesamt besser entwickeln als Firmen, bei denen der Schritt zur Digitalisierung vom Management kritischer gesehen wird (Fassbender 2019).

Eine systematische Implementierung von K.I. bedeutet auch, die Mitarbeiter mitzunehmen und die digitale Vision mit ihnen zu teilen und auch auf ihre Befürchtungen einzugehen. Es ändert sich das Jobprofil – viele Routineaufgaben werden ggf. von einer Maschine übernommen. Dies bringt Änderungen in den Aufgaben mit sich – die Arbeit wird technischer, PC-Kenntnisse werden wichtiger und der Umgang mit neuen Technologien immer alltäglicher – und dies eben auch bei relativ basalen Tätigkeiten. Es wird neue Tätigkeitsfelder geben, die Mitarbeiter erlernen können und auch müssen.

Wissenschaftliche Diskussionen können und müssen auf einer ganz neuen Ebene geführt werden, da K.I. einen anderen Blick auf Ergebnisse ermöglicht und die Datenintegration ganz neue Gesichtspunkte mit sich bringen kann. Die Forschung wird wieder herausfordernder und das Spektrum der Themenkomplexe breiter. Dies zeigt, dass es nicht reicht, einfach nur Datenwissenschaftler einzustellen. Es müssen sich alle Mitarbeiter (und auch Manager) den neuen Arbeitsbedingungen anpassen. Die Datenwissenschaftler müssen Bestandteil der Teams sein und hier als Kollegen auf Augenhöhe diskutieren und die Teams und ihre Zusammensetzung muss den neuen Anforderungen angepasst werden. Viel Potential von K.I. geht verloren, wenn die Transformation auf einer der Ebenen misslingt. Seitdem K.I. aus dem Nischendasein in den Fokus großer Industrien gerückt ist, wurden entsprechend viele Publikationen zum Thema der transformationellen Änderung (Transformational change) veröffentlicht (Kotter 1995). Wenn man den Prozess der Implementierung von K.I. beginnt, sollte man zeitgleich mit der Transformation beginnen, damit von Anfang an Ängste adressiert und Vorurteile bekämpft werden können und am Ende des Prozesses funktionierende, integrierte Teams entstehen.

6 Fazit: Es lohnt sich

Die flächendeckende Einführung Künstlicher Intelligenz in alle Bereiche der chemischen Industrie bedeutet einen großen Aufwand – angefangen bei dem Veränderungsprozess für die Mitarbeiter, über die IT-Landschaft, Anpassung der Prozesse, Kapitalinvestitionen für Automatisierung um nur einige Beispiele zu nennen. Aber es zeigt sich auch, dass Firmen, welche voll digitalisiert sind deutlich mehr Innovationen hervorbringen (Kane et al. 2019). Diese Firmen investieren mehr in Innovation und treiben die digitale Verbesserung konstant voran. Dies führt zu einer hervorragenden Innovationskultur, die Innovationen nicht nur im Forschungsbereich, sondern in jedem Bereich der Firma entstehen lässt. Diese Firmen haben eine große organisatorische Agilität bedingt durch cross-funktionale Teams und hochwertige externe Kollaborationen, die in dem digitalen Ökosystem gut gedeihen können. Es zeigt sich auch, dass Mitarbeiter in digital fortgeschrittenen Firmen mehr Zeit für Innovation haben und die Organisation in agilen, cross-funktionalen Teams eine kreative Atmosphäre fördert.

Literatur

- Baily M (2019) Artificial intelligence: a new reality for chemical engineers, chemical engineering. The essentials for the CPI professional, Verfügbar unter: <https://www.chemengonline.com/artificial-intelligence-new-reality-chemical-engineers/>. Zugegriffen: 10. Dec. 2019
- Bayer R&D Scientific & Competitive Intelligence (2019) Data governance in the age of AI: beyond the basics. Download unter: <https://new.bayernet.cnb/de-de/bayer/digital>. Zugegriffen: 30. Aug. 2019
- Bergstein B (2017) The artificial intelligence issue – from the Editor. MIT Technol Rev 120(6):2
- Bostrom N (2016) Superintelligence: paths, dangers, strategies. Oxford University Press, Oxford
- Castelvecchi D (2016) The Black Box of AI, 20. Nature 538:20–23
- Corey EJ, Wipke WT (1969) Computer-assisted design of complex organic synthesis. Science 166:178–192
- Dragone V, Sans V, Henson AB, Granda JM, Cronin L (2017) An autonomous organic reaction search engine for chemical reactivity. Nat Commun 8:15733
- Faber FA, Lindmaa A, Von Lilienfeld OA, Armiento R (2016) Machine learning energies of 2 million elpasolite (ABC2D6) crystals. Phys Rev Lett 117:135502
- Fassbender M (2019) Pharma with 'AI friendly' executives will prosper: US, Germany, and Japan-based companies lead the pack, says report. <https://www.outsourcing-pharma.com/Article/2019/07/08/Pharma-with-AI-friendly-executives-will-prosper>. Zugegriffen: 13. Dec. 2019
- Fellner B (2017) Licht ins Dunkle der AI Begrifflichkeiten. <https://verdino.com/blog/licht-ins-dunkle-der-ai-begrifflichkeiten/>. Zugegriffen: 15. Juli 2019
- Fillinger S, Esche E, Tolsdorf G et al (2019) Data exchange for process engineering – challenges and opportunities. Chem Ing Tech 91(3):256–267
- Fleuren W, Alkema W (2015) Application of text mining in the biomedical domain. Methods 74:97–106
- Fourches D, Muratov E, Tropsha A (2010) Trust, but verify: on the importance of chemical structure curation in cheminformatics and QSAR modeling research. J Chem Inf Model 50:1189–1204
- Frey C (2012) Monitoring of complex industrial processes based on self-organizing maps and watershed transformations. In: 2012 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), S 1041–1046. https://www.iosb.fraunhofer.de/servlet/is/22544/Paper_ICIT2012_Frey.pdf?command=downloadContent&filename=Paper_ICIT2012_Frey.pdf
- Glaiel F, Moulton A, Madnick S (2014) Agile project dynamics: a system dynamics investigation of agile software development methods Working Paper. MIT, Engineering Systems Division. Download unter: <http://web.mit.edu/smadnick/www/wp/2013-05.pdf>
- Gomez-Bombarelli R et al (2018) Automatic chemical design using a data-driven continuous representation of molecules. ACS Cent Sci. 4:268–276
- Hansch C, Fujita T (1964) ρ - σ - π analysis: a method for the correlation of biological activity and chemical structure. J Am Chem Soc 86:1616–1626
- Hautier G, Fischer C, Jain A, Mueller T, Ceder G (2010) Finding nature's missing ternary oxide compounds using machine learning and density functional theory. Chem Mater 22:3762–3767
- Heinemann T (2019) Interview with Dr Torsten Heinemann, Covestro Vice President. Digital Res Dev am 25 Oct 2019
- Kane G, Palmer D, Phillips A, Kiron D, Buckley N (2019) Accelerating digital innovation inside and out. MIT Sloan Manag Rev Deloitte Insights, June 2019
- Keith T, Butler D, Davies H, Olexandr I, Walsh A (2018) Machine learning for molecular and materials science. Nature 559:547–555

- Kim S, Thiessen PA, Bolton E et al (2016) PubChem substance and compound databases. *Nucleic Acids Res* 44:D1202–D1213
- Kotter J (1995) Leading change: why transformation efforts fail. *Harvard Business Review* (March–April) 59–67
- Kroehl O (2019) Telefonisches Interview mit Dr. Oliver Kroehl, Leiter des Bereichs Strategische Geschäftsfeldentwicklung im Geschäftsgebiet Coating Additives bei Evonik am 04. Nov. 2019
- Kuipers K, Hysom S (2014) Common problems and solutions in experiments. In: Webster M, Sell J (Hrsg) *Laboratory experiments in the social sciences*, 2 Aufl. Academic Press, Amsterdam, S 145–177
- Li O, Liu H, Chen C, Rudin (2018) Deep learning for case-based reasoning through prototypes: a neural network that explains its predictions. The Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-18), 3530–3537. Download unter: <https://www.aaai.org>
- Mayr A, Klambauer G, Unterthiner T, Hochreiter S (2016) DeepTox: toxicity prediction using deep learning. *Front Environ Sci* 3(80):1–15
- Nam J, Kim J (2016) Linking the neural machine translation and the prediction of organic chemistry reactions. Preprint at <https://arxiv.org/abs/1612.09529>
- Oliynyk AO, Antono E, Sparks T et al (2016) High-throughput machine-learning-driven synthesis of full-Heusler compounds. *Chem Mater* 28:7324–7331
- Polishchuk PG, Madzhidov TI, Varnek A (2013) Estimation of the size of drug-like chemical space based on GDB-17 data. *J Comput Aided Mol Des* 27:675–679
- Pound M, Atkinson JA, Townsend A et al (2017) Deep machine learning provides state-of-the-art performance in image-based plant phenotyping. *GigaScience* 6:1–10
- Rizkin B, Popovic K, Hartman R (2018) Artificial Neural Network control of thermoelectrically-cooled microfluidics using computer vision based on IR thermography. *Comput Chem Eng* 121:584–593
- Schwab K (2015) The fourth industrial revolution. *Foreign Affairs*. <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>. Zugegriffen: 10. Dec. 2019
- Searls DB (2005) Data integration: challenges for drug discovery. *Nat Rev Drug Discov* 4:45–58
- Segler M, Preuss M, Waller M (2018) Planning chemical syntheses with deep neural networks and symbolic AI. *Nature* 555:604–610
- Simm et al (2018) Repurposing high-throughput image assays enables biological activity prediction for drug discovery. *Cell Chem Biol* 25:611–618
- Somers J (2017) Is AI riding a one-trick pony? *MIT Technol Rev Sep* 29:99–103
- Sutherland J (2014) *Scrum: the art of doing twice the work in half the time*. Crown Business, New York
- Szymkuc S, Gajewska E, Klucznik T et al (2016) Computer-assisted synthetic planning: the end of the beginning. *Angew Chem Int Ed* 55:5904–5937
- The White House (2014) President Obama announces two new public-private manufacturing innovation institutes and launches the first of four new manufacturing innovation institute competitions. Available at <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/02/25/president-obama-announces-two-new-public-private-manufacturing-innovation>. News release 25 Feb 2014
- Tshitoyan V, Dagdelen J, Weston L et al (2019) Unsupervised word embeddings capture latent knowledge from materials science literature. *Nature* 571:95–98
- Wiedau M et al (2019) ENPRO data integration: extending DEXPI towards the asset lifecycle. *Chem Ing Tech* 91(3):240–255
- Winter R, Montanari F, Noé F, Clevert DA (2019) Learning continuous and data-driven molecular descriptors by translating equivalent chemical representations. *Chem Sci* 10:1692
- WIPO (2019). *WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. Geneva: World Intellectual Property Organization



Dr. Gitta Erdmann ist promovierte Neurobiologin spezialisiert auf den Bereich der Neuroendokrinologie und Stressforschung. Bevor sie 2012 in den Agrarbereich bei Bayer wechselte, war sie 4 Jahre im Bayer Inhouse Consulting u. a. in Japan tätig mit dem Fokus auf strategische Projekte in den verschiedenen F&E Bereichen von Bayer. Nachdem sie von 2012 bis 2015 als Management Support für den F&E Leiter von Bayer CropScience die Neuausrichtung der F&E Strategie mitgestaltet hat, kehrte sie in 2015 zu ihren Wurzeln in der Forschung zurück und übernahm die Leitung der Biologie im Bereich der Getreide-Ertragsforschung. 2016 wurde das Themenfeld durch eine technologische Ausrichtung vor allem im Bereich der bildgebenden Verfahren und Analysen ergänzt. Aus diesem Aufgabenbereich heraus übernahm sie 2018 die Entwicklung der Strategie für die stärkere Integrierung der Datenwissenschaften in der Forschung von Bayer CropScience. Seit 2019 leitet sie daraus resultierend die Abteilung „Strategie und Projekt Management“ im neu etablierten Computational LifeScience Bereich der chemischen Forschung.

Daten Management im Chemielabor

Simon Bungers und Jan-Marten Buch

Zusammenfassung

Wenn man an das Labor der Zukunft denkt, denkt man oft an Automatisierung, Daten und künstliche Intelligenzen (KI), die für uns Daten auswerten und neue Experimente planen. Diese Vision wird in Teilen tatsächlich schon umgesetzt. Es gibt aber auch Flaschenhälse. Damit KIs breitflächig bei der Auswertung und Interpretation von im Labor erhobenen Daten helfen können, müssen zunächst Roh-, Prozess-, und Ergebnisdaten noch zugänglicher und vergleichbarer gemacht werden. Mehr Automatisierung, durch die auch mehr saubere Daten anfallen, ist ein Ansatz. Allerdings ist Automatisierung derzeit oft nur in standardisierten Hoch-Durchsatz Bereichen ökonomisch. Je höher der Bedarf an Flexibilität, desto aufwendiger und damit teuer wird Automatisierung. Das liegt unter anderem daran, dass sich Laborgeräte und alte Datenmanagement-Systeme aufgrund von veralteten Schnittstellen und mangelnder Dokumentation nicht flexibel verbinden können. Weiterhin Im Labor haben es Cloudlösungen schwierig. In regulierten Bereichen können IT Systeme nicht einfach Updates erhalten, ohne weitreichende Validierungs- und Qualifizierungsarbeit zu erzwingen. Die Plattform-Ökonomie, die in Form von vielen, miteinander über die Cloud kommunizierenden Diensten zur digitalen Transformation ganzer Branchen geführt hat, ist im Labor erst gerade im Aufbau. In diesem Kapitel werden die Herausforderungen im Datenmanagement und die Ansätze für ein Labor der Zukunft behandelt.

S. Bungers (✉) · J.-M. Buch
Labforward GmbH, Berlin, Deutschland
E-Mail: simon.bungers@labforward.io

J.-M. Buch
E-Mail: jan.buch@labforward.io

1 Das Labor der Zukunft

1.1 Ein historischer Vergleich

Betrachtet man historische Fotos von Laboren aus dem 19. Jahrhundert, erkennt man aus moderner Perspektive viel Bekanntes – Laborbänke, experimentelle Aufbauten und konzentrierte Forscher und Laboranten. Die Betrachtung mag bei einigen heimelige Gefühle auslösen: Es verbindet heutige Wissenschaftler oder Laboranten egal in welchem Fachgebiet mit den Kinderjahren der Labore und in vielerlei Hinsicht den Sternstunden von Forschung, Entwicklung und moderner Technologie.

Auf der anderen Seite sollte diese „Heimeligkeit“ auch nachdenklich stimmen: Wenn sich Menschen im 21. Jahrhundert so in Fotos des 19. Jahrhunderts zu Hause fühlen, hat sich seitdem im Labor nichts geändert? Schlussendlich würden wir uns sicherlich nicht auf Fotos von Kohle-beheizten und – wenn überhaupt – Gaslicht beleuchten Häusern zu Hause fühlen und auch nicht auf dem Rücken eines Pferdes oder als Passagier eines Segelschiffes – diese Bilder gehören ganz klar der Vergangenheit an.

Tatsächlich hat sich natürlich in Laboren einiges geändert: Experimentelle Methoden sind viel ausgefeilter geworden, Prozesse sind durch spezielle Geräte teilautomatisiert, Analysen viel sensitiver und die erzeugten Datenmengen größer. Aber genau diese zunehmenden Datenmengen und komplexer werdenden Einzelkomponenten stellen Labore vor eine enorme Herausforderung, bevor die nächste Evolutionsstufe des Labors erreicht werden kann.

Im 19. Jahrhundert war Datenmanagement noch vergleichsweise einfach: Der Chemiker plante sein Experiment in seinem Laborbuch (Abschnitte „Frage- bzw. Aufgabenstellung“ und „Material und Methoden“), beobachtete den Versuch mit seinen eigenen Augen und schrieb Messdaten manuell auf (Abschnitt „Beobachtungen“). Danach wurden im gleichen Medium Rechnungen, Analysen und schlussendlich die Ergebnisse festgehalten. Zusammenfassend kann man über das Datenmanagement im 19. Jahrhundert sagen: Das Laborbuch war der einzige Datenspeicher, der Mensch die einzige Schnittstelle.

Datenmanagement im 21. Jahrhundert ist um ein vielfaches komplexer geworden. Schon die Planung von Experimenten muss so viele Parameter, externe Daten und Literatur in Betracht ziehen, dass ein Mensch diesen Input gar nicht mehr alleine in einem Medium oder Format erfassen kann. Hier kommen interne und externe Datenbanken, Software und Literaturrecherchen ins Spiel. Längst ist auch die eigene Beobachtung und Datenerfassung nicht mehr händisch zu bewältigen, dafür sind die Datenmengen zu groß und die Datenformate zu vielfältig. Auch zur Auswertung reicht der menschliche Verstand alleine nicht mehr aus. Wieder kommen Software, Datenbanken und andere maschinelle Methoden zum Tragen, um den erzeugten Datenmengen Herr zu werden.

Egal welche Systeme im modernen Labordaten-Management dem Menschen zur Hand gehen, jedes einzelne von ihnen ist von zunehmender Komplexität und entzieht sich damit logischerweise zu einem großen Teil der Kontrolle des Endanwenders. Und das stellt das Datenmanagement im Labor des 21. Jahrhunderts vor ganz neue Herausforderungen: Die unterstützenden Systeme werden zu Insellösungen, die aufgrund der Komplexität im Inneren die Kommunikation mit dem Äußeren, d. h. mit dem Endanwender und anderen Systemen vernachlässigen. Mit anderen Worten: Die dringendste Herausforderung im heutigen Labor ist Konnektivität.

1.2 Eine Zukunftsvision

Das Labor der Zukunft wird von drei wesentlichen Punkten charakterisiert, die im Folgenden absichtlich etwas überzeichnet dargestellt werden:

- 1) Das Labor der Zukunft ist eine Black-Box: Es ist eine hoch automatisierte und 99,9 % kontrollierte Umgebung. Menschen spielen „nur“ als Frage- bzw. Aufgabensteller (Was möchte ich analysieren? Was möchte ich produzieren?), Planer und Prioritäten-Setzer (Wann brauche ich welche Daten/Produkte? Welche Sensitivitäten müssen erreicht werden?) sowie Interpretier (Was sagen mir die Daten? Lohnt es sich, das Produkt weiter zu verwenden oder nicht?) eine Rolle.
- 2) Das Labor der Zukunft produziert allumfassend hochreine Daten: Es liefert nicht nur die inhaltlich relevanten Daten (Experimentaldaten, Analysedaten), sondern auch detaillierteste Informationen, wie diese inhaltlich relevanten Daten erzeugt wurden (Prozessdaten, Materialdaten) und dies in Form und Format, die die Daten über verschiedene Lösungen und Labore hinaus verfügbar („accessible“), aggregierbar, prozessierbar und vergleichbar machen.
- 3) Das Labor der Zukunft hilft bei Interpretation und Prozessoptimierung: Es wirft dem Wissenschaftler oder Laboranten nicht nur eine Unmenge von automatisch erzeugten, hochreinen Daten vor die Füße, sondern hilft ihm auch bei der ersten Interpretation (Wurden die gesetzten Ziele erreicht? Welche Abhängigkeiten wurden beobachtet?) und macht Vorschläge zur Verbesserung (Welche ähnlichen Prozesse haben zu besseren Ergebnissen geführt? Wo können Parameter optimiert werden?).

Punkt 3) beruht auf einer erfolgreichen, möglichst flächendeckenden Umsetzung der Punkte 1) und 2) und muss auch dann noch auf spezifische Herausforderungen wie derzeit im Detail noch gar nicht vorstellbare Möglichkeiten untersucht werden. Für die Punkte 1) und 2) sind jedoch Chancen und Risiken weitgehend absehbar, weshalb sich im Folgenden auf die Untersuchung dieser Aspekte fokussiert wird. Eines ist sicher: Das Labor der Zukunft wird für Beteiligte hauptsächlich am Bildschirm erlebbar sein und nicht an der Laborbank.

2 Der Business Case für das Labor der Zukunft

Da Entscheidungen im hier und jetzt nicht aufgrund von visionärer Science-Fiction getroffen werden können, sollen im Folgenden greifbare Use Cases für „Smart Labs“ (als Vorstufe zum „Labor der Zukunft“) vorgestellt werden, die den kurz- bis mittelfristigen Mehrwert illustrieren. Im Kontext eines speziellen Labors können diese Use Cases auf den betriebswirtschaftlichen Nutzen hin überprüft und so individuelle Business Cases erstellt werden.

2.1 Überblick: Was kann das Labor der Zukunft (schon heute) leisten?

In der nachfolgenden Tabelle werden relevante Use Cases zusammengefasst. Selbstverständlich ist der Hauptzweck eines Labors als Arbeitseinheit, Experimente und Analysen durchzuführen, Daten auszuwerten und schlussendlich Ergebnisse bzw. Erkenntnisse zu generieren. Diese beiden Leistungen werden in Tab. 1 als „Experiment Planung“, „Experiment Durchführung“ und „Experiment Auswertung“ kategorisiert. Die Business Cases für „Smart Labs“ erfassen aber auch die Optimierung des Laborbetriebs an sich. Diese Leistungen werden als „Labormanagement“ beschrieben.

Hauptnutzer der Leistungen „Experiment Durchführung“ und „Experiment Auswertung“ sind in der Regel die Experimentatoren – Wissenschaftler und Laboranten. Hauptnutzer der Leistung „Labormanagement“ sind Lab Manager, Qualitätsmanager und andere Führungskräfte.

Ferner wird die Bewertung der Leistungen in Bezug auf kurz- und mittelfristige Zielkategorien vorgenommen: 1) Effizienzsteigerung 2) Qualitätssteigerung 3) Sicherheit erhöhen 4) Betriebsmittelloptimierung. User Stories beschreiben außerdem die Relevanz aus (End-) Nutzersicht. Die fettgedruckten Use Cases werden anschließend beispielhaft konkretisiert und mögliche Frontendvisualisierungen gezeigt.

2.2 Ausgewählte Use Cases: Gerätestatusabfrage

Bei der Planung eines Experimentes ist es unerlässlich zu wissen, ob ein Gerät verfügbar ist oder nicht. Manche Laborgeräte stehen aber nicht in unmittelbarer Nähe des Nutzers. Z. B. wenn sich mehrere Labore eines Unternehmens ein spezielles Gerät teilen oder das Gerät in einem sterilen Bereich steht. Mit Hilfe von Statusabfragen kann die „physische“ Anwesenheit am Gerät vermieden werden. So kann bspw. die aktuelle Temperatur eines Heizbades oder eines Kühlschranks aus der Ferne ermittelt werden. Eine zusätzliche Webcam kann zur visuellen Absicherung eingesetzt werden. Die Abfrage mehrerer Geräte kann z. B. in einem Status-Dashboard zusammengefasst werden (Abb. 1).

Tab. 1 Relevante Use Cases

	Use Case	Hauptziele	User Story Beispiel
Experiment- Planung	Gerätestatusabfrage	Effizienz steigern, Sicherheit erhöhen	Als Laborant möchte ich den aktuellen Status eines Gerätes abfragen, ohne tatsächlich zum Gerät laufen zu müssen, damit ich mir Wege in andere Räume, Gebäude oder in Sicherheitsbereiche sparen kann
	Gerätebelegungsplanung	Effizienz steigern, Betriebsmittel optimieren	Als Laborant möchte ich die Geräte für meine Experimente reservieren können, damit ich besser planen, Verzögerungen vermeiden und mir unnötige Laufwege sparen kann
Experiment- Durchführung	Gerätefernsteuerung	Effizienz steigern, Sicherheit erhöhen	Als Laborant möchte ich Geräte, die nicht in meiner unmittelbaren Nähe stehen, fernsteuern können, damit ich mir den Weg zum Gerät sparen kann und Experimente z. B. auch von Zuhause aus starten oder stoppen kann
	Digitale Workflows	Effizienz steigern, Qualität steigern, Sicherheit erhöhen	Als Laborant möchte ich durch meine Experimente geführt und dabei an passender Stelle durch automatisierte Prozessschritte unterstützt werden, damit ich mich auf das Wesentliche eines Experiments konzentrieren kann
	Echtzeit-Überwachung und Alarme	Effizienz steigern, Sicherheit erhöhen	Als Laborant möchte ich meine Experimente automatisch überwachen lassen und informiert werden, wenn ein spezielles Ereignis eintritt, damit ich mich in der Zwischenzeit mit anderen Dingen beschäftigen kann.

(Fortsetzung)

Tab. 1 (Fortsetzung)

Experiment- Auswertung	Use Case	Hauptziele	User Story Beispiel
	Automatisierter Datentransfer, Dokumentation und Reporting	Effizienz steigern, Qualität steigern	Als Laborant möchte ich Messergebnisse von Geräten direkt am Zielort speichern und automatisch Reports generieren, um fehleranfällige und aufwendige händische Dokumentationsarbeit zu vermeiden
	Nahtlose Verknüpfung von Roh-Massedaten mit repräsentativen Ergebnisdaten	Qualität steigern	Als Wissenschaftler oder Laborleiter möchte ich, dass Dokumentation der Durchführung, Rohdatensatz, Analysen usw. alle Daten automatisch miteinander verknüpft werden, damit die Ergebnisse einfach reproduziert werden können
	Datensuche und -aggregation	Effizienz steigern, Qualität steigern	Als Wissenschaftler oder Laborleiter möchte ich schnell Daten suchen und aggregieren können, um Ergebnisse unterschiedlichster Art zu vergleichen, neue Schlüsse daraus zu ziehen und Prognosen zu treffen
	Datenverarbeitung und -analyse	Effizienz steigern, Qualität steigern	Als Wissenschaftler oder Laborleiter möchte ich die Daten ohne manuellen Transferaufwand an Analyse-Tools übergeben und Ergebnisse empfangen, um Fehler zu vermeiden und die Integrität zu wahren

(Fortsetzung)

Tab. 1 (Fortsetzung)

Labor- Management	Use Case	Hauptziele	User Story Beispiel
	Auslastungsanalyse	Betriebsmittel optimieren	Als Labormanager möchte ich wissen, welche Geräte wie häufig genutzt werden, damit ich bessere Investitionsentscheidungen für neues Equipment treffen kann oder nicht genutztes Equipment identifizieren kann
	Wartungs- und Kalibrierungs-Management	Effizienz steigern, Qualität steigern, Sicherheit erhöhen, Betriebsmittel optimieren	Als Labormanager möchte ich die Wartung und Kalibrierung meiner Laborgeräte zentral managen und stetig optimieren, damit ich die Ausfallzeiten und fehlerhafte Experimente in diesem Zusammenhang senken kann
	Bestandsmanagement	Effizienz steigern, Betriebsmittel optimieren	Als Labormanager möchte ich Bestände an Chemikalien und sonstigen Verbrauchsmaterialien automatisch überwachen und nachbestellen, um Engpässe zu vermeiden und Zeit zu sparen
	Umgebungszustands-Überwachung	Qualität steigern, Sicherheit erhöhen	Als Labormanager möchte ich sicherstellen, dass der Umgebungszustand im Labor keinen negativen Einfluss auf die Experimente (oder Menschen) hat, damit fehlerhafte Ergebnisse identifiziert bzw. vermieden werden können

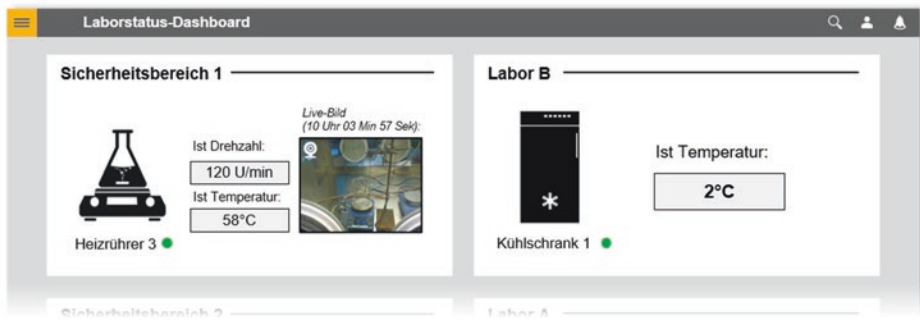


Abb. 1 Frontendbeispiel Use Case Gerätestatusabfrage. (Quelle: eigene Darstellung)

Ein weiterer Use Case bei der Experimentplanung, der teilweise von diesem Use Case abgeleitet ist, ist eine visualisierte Belegungsplanung für Geräte.

2.3 Ausgewählte Use Cases: Digitale Workflows

Viele Einzel-Use Cases (Automatisierter Datentransfer, Gerätefernsteuerung, Überwachung und Alarme) können bei der Durchführung von Experimenten ihr volles Potential entfalten, wenn sie in einen digitalen Workflow eingebettet werden. Dabei werden die Konzepte eines Laboratory Execution Systems (LES) mit IoT-Technologie verknüpft: Ein digitaler Workflow leitet den Laboranten mit Instruktionen durch das Experiment, unterstützt aber auch an Teilstellen mit direkter Gerätesteuerung und Kontrolle (Abb. 2). Die Implementierung eines Workflows sollte dabei insbesondere bei nicht vollkommen standardisierten Experimenten einfach und möglichst flexibel anpassbar sein (z. B. per Drag & Drop von Einzelschritten). Ein entsprechendes Tool könnte als Workflow-Designer bezeichnet werden.

Weitere Use Cases in der Kategorie „Experiment Durchführung“ sind die Fernsteuerung von Geräten, bei der z. B. aus dem Home-Office die Rührgeschwindigkeit eines Magnetrührers angepasst werden kann oder die Echtzeitüberwachung mit Alarmen. Beide können aber im Use Case „Workflows“ untergebracht werden, z. B. indem ein Workflow konditional Schritte einleitet, wenn bei der Echtzeitüberwachung ein bestimmter Schwellenwert überschritten wurde.

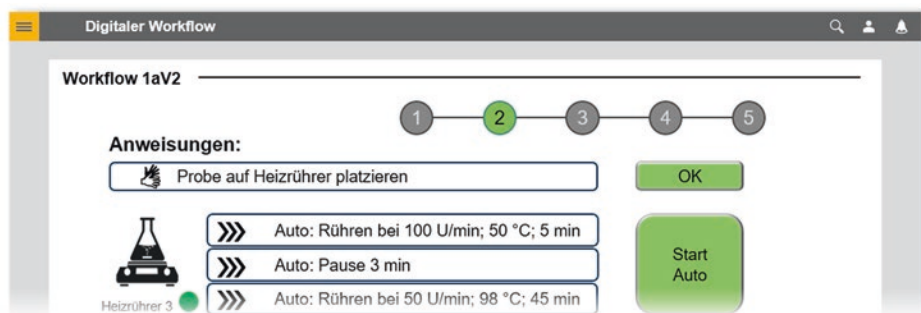


Abb. 2 Frontendbeispiel Use Case Digitale Workflows. (Quelle: eigene Darstellung)

2.4 Ausgewählte Use Cases: Automatisierter Datentransfer und Dokumentation

Wer schon einmal im Labor gearbeitet hat weiß, wie zeitaufwändig die Dokumentation der Experimente ist. Gefühlt nimmt die Nachbearbeitung der Ergebnisse, die Organisation der Daten und die Dokumentation mindestens 1/2 der Arbeitszeit ein. Die Dokumentation von (Mess-)Ergebnissen erfolgt bis heute nicht selten per Stift und Papier und wird anschließend in IT-Systeme wie LIMS oder ELN (wiederum händisch) eingetragen. Ebenso werden Ergebnisreports häufig zwar digital aber trotzdem händisch erstellt. Der Großteil der Daten im Labor fällt sowieso in digitalem Format an. Im Falle, dass der Use Case „Digitale Workflows“ umgesetzt ist, kann man „on-the-fly“ sowohl Prozessdaten (welcher Schritt wurde wann mit welchen Parametern durchgeführt) als auch anfallende Rohdaten und Analysen automatisch erfassen. Die Daten können automatisch aufbereitet und im gewünschten Format (ELN oder LIMS-Einträge, Datalake, Reports) abgespeichert werden. Die Vernetzung von Softwaresystemen kann dabei bis zum Endkunden reichen. Reports können so z. B. direkt zum Endkunden geleitet werden (Abb. 3).

Ein verwandter Use Case ist die performante Abspeicherung und Verknüpfung von Rohdaten. Insbesondere Massedaten werden häufig nicht optimal gespeichert. Oft werden beim hin- und her-Kopieren Duplikate der Datensätze erzeugt. So wird es nicht nur schwerer, den originalen Datenpunkt oder Datensatz zu referenzieren, sondern es wird auch Speicherplatz ineffizient genutzt.

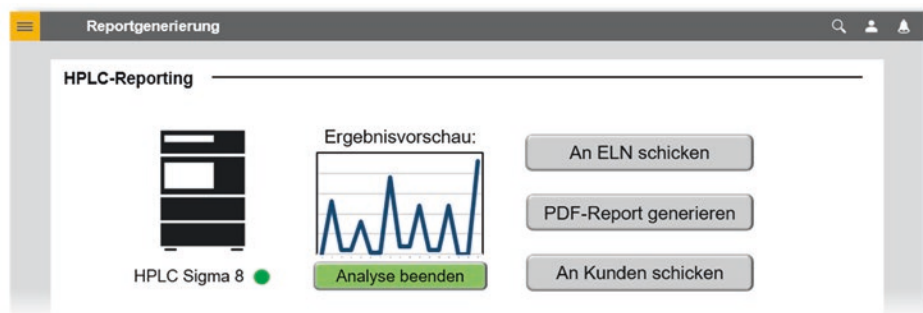


Abb. 3 Frontendbeispiel Use Case Automatisierter Datentransfer und Dokumentation. (Quelle: eigene Darstellung)

2.5 Ausgewählte Use Cases: Datensuche und -Aggregation

Ist man nun in der Lage, viele Daten unterschiedlichster Art zentral zu speichern, möchte man diese auch performant durchsuchen und Datenpunkte bzw. Datensätze aggregieren können.

Dies ist am einfachsten, wenn Daten strukturiert und sauber vorliegen, d. h. wenn z. B. Einheiten immer gleich benannt sind (z. B. „ μ L und nicht μ l“), Metadaten wie Titel von Einträgen, Schlagworte, Datumseinträge usw. klar erkennbar sind. Dies ist einfacher gesagt als getan, da die Dokumentation in Umfang, Qualität und Inhalt sehr heterogen ist (siehe auch Kap. „[Corporate Venture Capital in der chemischen Industrie](#)“). Je mehr Daten aber automatisiert erfasst werden, desto einfacher ist auch die Strukturierung.

Sind die Daten nicht nur gleich bzw. ähnlich annotiert, sondern auch im selben Datenformat, können sie ausgehend davon aggregiert werden. Durch die Aggregation können unterschiedlichste Mess- und Ergebnisdateien kombiniert werden, sodass Abhängigkeiten und Trends erkannt werden können (Abb. 4).

2.6 Ausgewählte Use Cases: Auslastungsanalyse

Als ein Beispiel für das Labormanagement wird hier eine Auslastungsanalyse für Geräte vorgestellt. Dieser und ähnliche Use Cases aus dem Labormanagement haben zwar mit der in Abschn. 1.2 gezeichneten Vision nicht direkt etwas zu tun, aber können auch nicht nur als Nebeneffekt angesehen werden. Häufig verfügen Labore über eine Vielzahl verschiedener Gerätschaften für unterschiedlichste Anforderungen. Je größer die Anzahl an Laboren und Geräten dabei wird, desto schwieriger wird es, die Übersicht zu behalten. Schon die Feststellung, welche Geräte überhaupt noch genutzt werden, kann sich als komplexe Aufgabe herausstellen. Einblicke in Nutzungshäufigkeit und Dauer sind ohne technische Hilfsmittel fast nicht möglich, obwohl entsprechende Informationen den

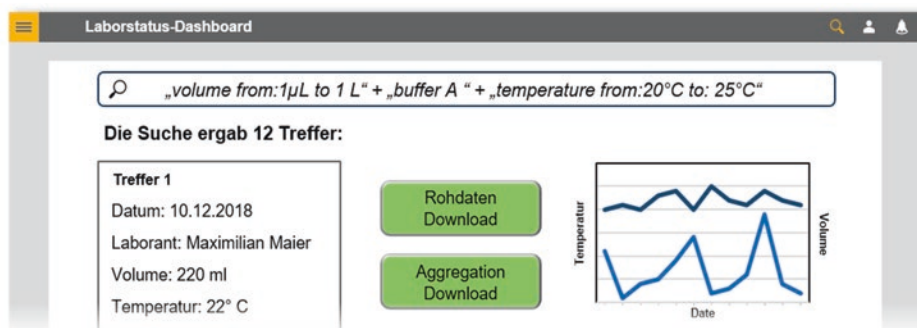


Abb. 4 Frontendbeispiel Use Case Datensuche und -aggregation. (Quelle: eigene Darstellung)

Labormanager dabei unterstützen können, eine effektive Ressourcennutzung zu gewährleisten. Z. B. ist die Identifikation von „schwarzen Schafen“ durch Auslastungsüberwachung möglich, um nicht genutzte Geräte zu verkaufen/zu entsorgen und somit u. a. wertvollen Platz zu schaffen (Abb. 5).

3 Datenmanagement im Labor ist kein Kinderspiel

Daten, die im Labor anfallen, sind nicht so trivial wie in anderen Bereichen. Das mag zunächst nicht verwundern, denkt man bei Laboren doch sofort an hochintelligente Wissenschaftler, komplexe Versuchsaufbauten, vertrackte Analysen und Schlussfolgerungen, die ein Normalsterblicher im Leben nicht verstehen würde.

Aber auch aus informationstechnischer Sicht sind Labordaten nicht einfach: Sie fallen in so verschiedenen Formaten an wie in fast keiner anderen Branche. Hochauflösende Bilder aus der Elektronenmikroskopie, Strukturformeln im .pbt, .mol oder .mol2 Format, Bildserien und Filme im Live-Cell Imaging, FASTA Files für DNA- und Proteinsequenzen, HPLC Daten in CDF, .arw oder anderen Formaten. Vielfach sind diese Datenformate proprietär, d. h. es ist nicht immer einfach, die Daten überhaupt zu sehen bzw. damit zu arbeiten, geschweige denn sie miteinander arbeiten zu lassen.

Es ist für eine K.I. weitaus einfacher, in Daten aus der Finanzindustrie Zusammenhänge zu sehen, weil diese über Branchen und Industrien hinweg hauptsächlich in Excel oder anderen tabellarischen Strukturen vorliegen. Sich in dem Zoo aus Labor-Dateiformaten zurechtzufinden, ist da nicht so einfach. Selbstverständlich gibt es abgeschlossene vertikale Bereiche, in denen dies im Labor schon recht gut funktioniert, wie zum Beispiel beim Finden neuer Moleküle mit Wirkstoffcharakter (Kap. „[Einsatz von computerbasierten Methoden und künstlicher Intelligenz in der chemischen Innovation](#)“).

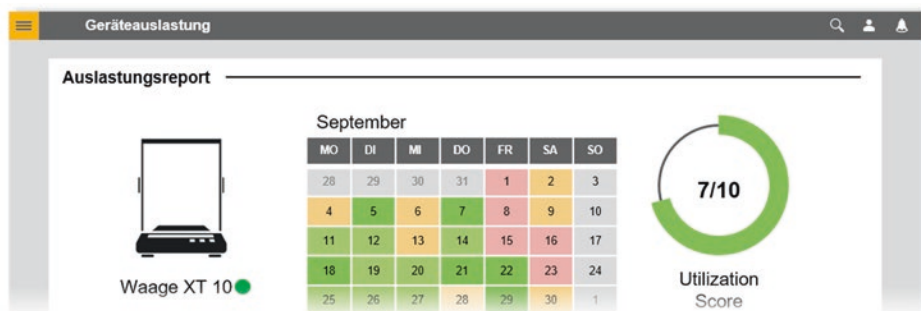


Abb. 5 Frontendbeispiel Use Case Auslastungsanalyse. (Quelle: eigene Darstellung)

Aber gerade bei zunehmender Interdisziplinarität in Forschung und Entwicklung stoßen KIs an natürliche Grenzen. Gleichzeitig nehmen in vielen individuellen Feldern die generierten Datenmengen exponentiell zu (Stephens et al. 2015). Da man die Datenformate bestimmter Labordisziplinen durchaus als Silos betrachten kann bedeuten diese zunehmenden Datenmengen, dass auch die Silos immer größer werden. Und je größer das einzelne Datensilo ist, desto schwieriger ist auch die Konnektivität mit anderen Silos. Und je schwieriger die Verbindung von Daten ist, desto schwieriger werden Aggregationen, Korrelationen, neue Erkenntnisse und Vorhersagen.

Im Folgenden werden einige Punkte aufgezeigt, die im Labor zur Entstehung von Datensilos geführt haben und die teilweise das Aufbrechen dieser Strukturen erschweren.

3.1 Gewachsene Strukturen: Alte Datenmanagementsysteme, taubstumme Geräte und Papierberge

In der Industrie kann es vorkommen, dass in einem einzigen Unternehmen eine Mehrzahl von LIMS, ELNs und anderen System von verschiedenen Anbietern verwendet werden. Dies stellt schon an sich eine Komplexität dar, da oft eigene Stellen, IT- und Supportstrukturen vorgehalten werden müssen.

Oft sind diese Systeme auch an verschiedenen Standorten oder in verschiedenen Abteilungen individualisiert worden, sodass der zugrundeliegende Programmcode nicht mehr einheitlich ist. Der Anbieter, die IT Abteilungen und die Endnutzer stehen vor der Herausforderung, einen organisch gewachsenen Zoo aus verschiedenen Softwaresystemen, Versionen und Anpassungen administrieren bzw. nutzen zu müssen. Updates werden auch durch die Herausforderungen im regulierten Umfeld (Abschn. 3.2) nur selten aufgespielt und funktionieren manchmal sogar nur für eine Installation, während eine andere Installation auf der alten Version verbleibt.

Die meisten IT-Strukturen werden in Laboren nur wie ein weiteres Gerät oder Werkzeug behandelt, das für die jeweilige Abteilung oder Reihe von Laborbänken

funktionieren muss und nicht als Infrastruktur, die für das ganze Unternehmen von zentraler Bedeutung ist. Das dem so ist und das Labordatenmanagement eigentlich auch zentral gemanaged werden sollte (Kap. „Einsatz von computerbasierten Methoden und künstlicher Intelligenz in der chemischen Innovation“) kann man daran festmachen, wie eingegraben manche auf alten Programmiersprachen beruhenden LIMS oder ELN Lösungen sind. Wäre schon früher Datenmanagement und Digitalisierung ein Thema für das Top-Management gewesen, hätte sich möglicherweise Redundanzen vermeiden, alte Strukturen schneller aufbrechen und Heterogenität verringern lassen können. So hat sich aber eine Software-Landschaft entwickelt, die kaum mehr verknüpfbar ist.

So heterogen wie Software in Laboren ist häufig auch die Gerätelandschaft. Und nicht nur das: Laborgeräte fallen nicht selten auch extrem divers bezüglich ihres Alters aus. So kommt es vor, dass sich gleich neben einem hochmodernen und nagelneuen Gerät ein 20 oder sogar 30 Jahre altes Laborgerät findet. Dies liegt u. a. daran, dass Laborgeräte auf Zuverlässigkeit und Langlebigkeit ausgelegt sind, was sich auch in ihrer Abschreibungsdauer von 13 Jahren widerspiegelt. Entsprechend alt und divers sind also auch die Schnittstellen der Geräte, sofern überhaupt welche existieren. Da Laborgeräte bis heute meist jedoch als Silo-Lösungen bereitgestellt und genutzt werden, hat dies selten negative Auswirkungen auf den produktiven Betrieb im Labor.

Sollen Geräteparks in Zukunft jedoch zu einem größeren Gesamtsystem vernetzt werden, ändert sich das. Für Labore heißt das auf der einen Seite, dass zur Vernetzung sog. Retrofitlösungen gefunden werden müssen, die möglichst viele der existierenden (Alt-)Geräte anbinden können. Auf der anderen Seite werden Investitionen in neues Equipment wahrscheinlich unumgänglich: Eine Waage ohne Schnittstelle wird schlicht nicht Teil einer durchgängig digitalisierten Gerätelandschaft sein können.

Das Kuriose an der Situation ist, dass sich zwischen den organisch gewucherten IT-Strukturen die papierbasierte Dokumentation, Laborbücher, Handzettel und Papp-Ordner als wichtigstes Medium zur Datenerfassung, -kommunikation und Speicherung erhalten haben.

3.2 Regulatorische Herausforderungen und die Betrachtung von Daten als physisches Wirtschaftsgut

In der modernen Softwareentwicklung, insbesondere bei Cloud-Services gilt das Prinzip „Need for Speed“. Wie Amazons CTO Werner Vogel 2015 berichtete, wurden im selben Jahr umgerechnet ein Update pro Sekunde für Amazon Web Services (AWS) und die verschiedenen Amazon Services ausgeliefert (Vogels 2014).

Diese permanenten Updates umfassen selbstverständlich das Beheben von Fehlern („Bug Fixes“) und Mängeln (keine falsche Programmierung, aber vom Nutzer als solche wahrgenommen), aber auch laufende Weiterentwicklungen („Features“), Updates der Nutzeroberfläche und Laufzeitverbesserungen. Was der Endanwender als große Releases

wahrnimmt, sind meistens Updates, die zu Marketing-Zwecken inhaltlich gebündelt werden.

Die Qualität der ausgelieferten Softwareupdates variiert. In der frühen Internet-Ökonomie der 2000er Jahre und dem Aufkommen von Cloud-Software Anfang der 2010er Jahre war es insbesondere für Konsumenten-Software nicht unüblich, dass das Prinzip „Need for Speed“ dazu führte, dass Updates mehr Schaden anrichteten, als das Probleme gelöst wurden.

Seitdem hat aber die Branche kluge Mechanismen, Routinen und Automatisierungen entwickelt, mit der die Qualitätssicherung auch unter dem evolutionären Druck der Geschwindigkeit mithalten kann. Von Automatisierung der Business-Logik („Functional Tests“) bis hin zu automatischen Tests der Nutzeroberfläche, bei dem z. B. der Soll-Ablauf von Klicks und das Aufrufen von Seiten einmal modelliert und dann bei jedem Update zum einen überprüft und zum anderen gemessen wird, ob sich Änderungen in den Aufrufzeiten etc. ergeben. Einige Entwicklungsabteilungen folgen sogar der Philosophie, dass Tests geschrieben werden, bevor die Business-Logik entwickelt wird („Test driven development“).

Von den oben genannten Entwicklungs- und Ausroll-Geschwindigkeiten und den daraus folgenden Innovationen in der Qualitätssicherheit ist die Labor IT meilenweit entfernt. Wie in anderen regulierten Bereichen wird bevorzugt, Zustände „einzufrieren“: Softwareupdates werden nicht eingespielt und neue Software wird nicht eingeführt, um verlässlich funktionierende Methoden nicht zu gefährden. Cloud-Software wird von Nutzerseite nicht getraut, weil die Daten ja nicht mehr „physisch“ in der Domäne der Organisation liegen. IT Abteilungen lehnen Cloud-Software oft ab, weil man in den meisten Fällen keinen Einfluss mehr auf die Update-Frequenz hat. Qualitätssicherungs-Abteilungen scheuen Updates, weil im Rahmen des gewählten Qualitätsmanagement-Systems Neu-Validierungen und -Qualifizierungen nötig werden.

All das ist nachvollziehbar – aber auch hinderlich, wenn es um Innovationen bei Laborsoftware und damit beim Datenmanagement in Laboren geht. Überspitzt könnte man formulieren, dass Labore sich selber damit erstens einem Grundprinzip ihrer naturwissenschaftlichen Disziplin entziehen, nämlich der Evolution. Zweitens entziehen sie sich auf IT-infrastruktureller Ebene dem, was auf inhaltlicher Ebene ihr Daseinszweck ist: Innovation.

Um die (vorgeblichen) Hinderungsgründe zu verstehen, lohnt es sich, die Themen „QM Systeme, Validierung und Qualifizierung“ sowie das Thema „Cloud vs. on-premise“ im Hinblick auf Herausforderungen für das Labor-Datenmanagement zu beleuchten.

3.2.1 GxP, ISO, CFR 21 part 11, Qualifizierung und Validierung

Die wichtigsten Vorschriften für Validierungen sind die Good Manufacturing Practices (GMPs), Good Clinical Practices (GCPs) und Good Laboratory Practices (GLPs), auch unter „GxP“ zusammengefasst. Die bekanntesten Qualitätsnormen sind die der ISO 9000er Serie. Sie enthalten allgemeine Normen für Entwicklung, Fertigung und Service.

Die am häufigsten verwendete Qualitäts- und Akkreditierungsnorm in chemischen Prüflabors ist die Norm ISO 17025.

Was das Datenmanagement angeht, behandelten diese in den 70er und 80er Jahren Vorschriften und Normen zunächst hauptsächlich oder ausschließlich papierbasierte Dokumentation. Ende der 90er Jahre publizierte die Food and Drug Administration (FDA) Kriterien, um auch die elektronische Dokumentation und Datenhaltung regulatorisch zu erfassen. Diese als CFR 21 part 11 bekannte Regulierung spezifiziert damit sozusagen GxP.

Im Rahmen von Qualitätsnormen bedeutet Qualifizierung, dass auf Anwenderseite (d. h. einem Unternehmen oder Labor) strukturiert geprüft wird, ob ein Ausstattungsgegenstand (in diesem Falle: Software) einwandfrei arbeitet und ihren Zweck erfüllt. Diese Qualifizierung beginnt bei der Auswahl einer Software, der Designqualifizierung (DQ). Dies ist für moderne und agile Softwareentwicklung noch nicht der problematischste Schritt, handelt es sich dabei im Grunde genommen um einen Eignungstest vor dem produktiven Einsatz. Herausfordernder sind Installationsqualifizierung (IQ), Operational Qualification (zu Deutsch „Funktionsqualifizierung“, OQ) und Performance Qualification (zu Deutsch „Leistungsqualifizierung“, PQ).

Stark abgekürzt handelt es sich bei einer IQ um die Kontrolle, ob eine Software ordnungsgemäß installiert wurde („alle Programm-Files sind vorhanden, die Software startet wie erwartet, der Server oder Computer gibt keinen Fehler“). Die OQ ist eine Prüfung, ob alle Funktionen wie erwartet vorhanden sind („Ich kann mich einloggen, wenn ich auf ein neues Dokument klicke, wird ein neues Dokument erzeugt“) eine PQ hat im besten Falle zum Resultat, dass die geprüfte Funktionalität auch über lange Zeit konstant funktioniert („Auch nach tausenden erzeugten Dokumenten startet die Software noch so wie erwartet“).

All diese Qualifikationsschritte müssen wie gesagt vom Anwender von Software, d. h. also dem Labor, dem Unternehmen oder der Organisation durchgeführt werden. Dabei sind sie eingebettet in den Gesamtprozess der Validierung.

Validierung bedeutet in Kürze, dass es eine Dokumentation dafür gibt, was geprüft wurde. Hierbei wird nicht wie bei bestimmten Qualifikationsschritten auf ein Einzelprodukt eingegangen, sondern der Gesamtprozess betrachtet. Im Unterschied zur Qualifikation kann ein Software-Hersteller dem Softwarenutzer bei der Validierung helfen, z. B. durch Vorvalidierungen der Software und Bereitstellung von Vorlagen für die Dokumentation der Qualifizierung.

Herausfordernd für agile und moderne Softwareentwicklung ist dieses ganze Themengebiet aus folgenden Gründen

1. Es ist besonders für junge, innovative Software-Unternehmen nicht einfach zu erschließen und umzusetzen, da eine frühe Implementierung das Unternehmen bei der Entwicklung neuer Technologien ggf. bremsen würde. So erreichen innovative Lösungen im Datenmanagement den Laborbereich später.

2. Insbesondere IQ und PQ müssen theoretisch bei jedem Update durchgeführt werden, DQ und OQ bei der Bereitstellung neuer Funktionalitäten. Dabei sind die beschriebenen hochfrequente „Need for Speed“ Updates für den Softwareanwender im regulierten Bereich faktisch untragbar.
3. Die zunehmende Entwicklung hin zu Mehr-Komponentensystemen (Module, IoT, „Apps“) und zunehmendes hin- und her Transferieren von Datenmengen macht auch die Validierung komplexer, da möglicherweise nicht nur ein System qualifiziert werden muss, sondern auch die gesamte Systemumgebung, d. h. über Schnittstellen angeschlossene Hard- und Software.

„Regularien“ sind somit eine immer ernstzunehmendere Bremse für Innovationen im Labor-Datenmanagement.

3.2.2 Cloud-Software und Cloud-Daten vs. Lokaldatenpatriotismus

Sobald das Thema „Mehrkomentensysteme“ angerissen wird, ist das Thema Cloud-Software nicht mehr weit. Denn wenn es um Services wie Google Drive, Microsoft Office 365 und viele, viele andere Applikationen auf dem Markt geht, hat man fast ausschließlich mit einem Mehrkomponentensystem zu tun. Nicht nur, dass unterschiedliche Software miteinander über Schnittstellen kommuniziert (Abschn. 4.1), sondern auch die individuelle Software beinhaltet immer mehrere Komponenten, die zum einen für den Nutzer nicht mehr als separates Module erkennbar sind, zum anderen ohne die Daten in der Cloud gar funktionieren. So kommen z. B. Software, die eine Sprach-erkennungslösung anbietet, gar nicht ohne die entsprechenden Cloud-Bibliotheken von Google und Amazon aus.

Insgesamt bieten Cloud-Lösungen für den Anwender viele bequeme Vorteile, wie z. B. die einfache Erreichbarkeit und geringere Kosten, weil keine eigene IT Infrastruktur vorgehalten werden muss.

Für Software-Anbieter ergeben sich die Vorteile darin, dass die Software-Lösung nicht auf die verschiedensten Server-Infrastrukturen angepasst werden muss („on-premises“), sondern einfacher ausgeliefert werden kann, was wiederum erst die schnellen, oben erwähnten „Need-for-speed“ Release-Zyklen möglich macht.

Auch ist es mit Cloud-Software einfacher, Nutzer „Communities“ aufzubauen und zu pflegen, was wiederum die Entwicklung und Kommunikation von Standard-Praktiken und Standard-Strukturen vereinfacht.

Bei allen Vorteilen gibt es natürlich im Laborumfeld Bedenken, insbesondere wenn es um das Datenmanagement geht. Sicherheitsbedenken sind sehr populär, aufgrund des Wertes von Labordaten als „Haupt-Asset“ von Laboren und in Zeiten zunehmender Cyber-Kriminalität und -Spionage mehr als berechtigt. Weiterhin gibt Entscheidern in Laboren die fehlende Kontrolle über Update-Zyklen im Rahmen von Validierungsprozessen zu denken.

Auf der anderen Seite wirken Sicherheits- wie Kontroll-Bedenken auch oft überzogen. So wird häufig auf eine eigene IT-Infrastruktur gesetzt, die personell und

systemtechnisch oft winzig und veraltet im Gegensatz zu dem wirkt, was Giganten wie Amazon mit Amazon Web Services (AWS), die Google Cloud Plattform oder Microsoft mit dem Azure Cloud Computing Service auffahren.

Oft fehlt es an differenziertem Wissen: So unterscheiden viele IT-Verantwortliche nur zwischen „Cloud“ und „eigenem Server“ und beschäftigen sich damit nicht mit den Möglichkeiten einer Privaten-Cloud oder einer Hybrid-Cloud.

Für Innovationen im Datenmanagement, insbesondere was die Konnektivität zwischen Systemen und den kontrollierten Austausch von Daten über Laborgrenzen hinweg angeht (z. B. mit Kunden, Kooperationspartnern oder regulatorischen Stellen) ist diese ablehnende Haltung gegenüber Cloud-Lösungen eine Herausforderung.

4 Lösungsansätze

4.1 Die „Platform Economy“ außerhalb des Labors ist getrieben von der „API Economy“

Oft sind es nicht technische Herausforderungen, die eine bessere Konnektivität verhindern, sondern wirtschaftliche Erwägungen. Im Laborumfeld, unter Software- wie Hardware-Anbietern, liegt zum allergrößten Teil noch ein „Inseldenk“ vor. Teilweise ist das berechtigt – wie bereits erwähnt sind Systeme und regulatorische Anforderungen bzw. Risiken im Laborumfeld so komplex, dass eine Nach-Innen-Gewandtheit natürlich ist. Andererseits ist diese Haltung – ein Widerstand gegen eine Öffnung, gegen Schnittstellen usw. – von der Angst vor Wettbewerb, Austauschbarkeit usw. geprägt.

Dieses Verhalten ist nicht neu, denn in vielen anderen Bereichen hat die Welt hier schon eine Entwicklung durchgemacht, vor der das Laborumfeld noch steht.

In den letzten Jahrzehnten ist die Welt durch das Internet so vernetzt worden, dass die Konnektivität der Einzelkomponenten kein Zusatz-Feature, sondern eine Grundvoraussetzung ist, die umsonst angeboten wird. Es gibt Tausende von Softwareprodukten, mit denen man sich verbinden kann, die gut dokumentierte Schnittstellen haben und die man verknüpfen kann, um eigene Arbeitsabläufe abzubilden oder zu optimieren – egal ob privat oder im Job. Schnittstellen bieten die Möglichkeiten, neue Lösungen auf Basis einer existierenden Lösung zu bauen oder zu integrieren. Das ist das, was man eine Plattform-Ökonomie nennt. Und diese Plattform-Ökonomie baut auf der technischen Schlagkraft von APIs (Application Programming Interfaces) auf.

Ein Beispiel: In der Fahrdienst-App Uber gibt man auf einer Kartenansicht seinen Standort und sein Ziel ein, wird von einem Fahrer abgeholt und auf der bestmöglichen Route zu seinem Ziel gebracht. Was dem Endkunden jedoch als Kernfunktion von Uber erscheint, basiert eigentlich auf der Google Maps-Technologie. In einer „Insel-Ökonomie“ ist es undenkbar, dass eine Kernfunktionalität auf der Basis eines anderen Dienstes funktioniert.

Selbstverständlich ist auch in einer Plattform-Ökonomie nicht alles kostenlos: Bei Google Maps existiert eine Obergrenze für das kostenlose Laden von Einzelkarten und Uber zahlt für die massiven Karten-Ladungen im Rahmen des „Google Maps API business model“ einen hohen zweistelligen Millionenbetrag an Alphabet Inc (Gordon 2019).

Die offenen, gut dokumentierte und im kleinen Rahmen kostenlose Schnittstellen, erlauben es einfach neue Dienste auf Basis dieser Schnittstelle zu entwickeln, die dann selber wieder als Beispiele für weitere Dienste dienen können. So entwickelt sich um eine Plattform ein ganzes Ökosystem von Hunderten oder sogar Tausenden von Apps.

Aber es ist nicht nur die Innovation, die eine Plattform Ökonomie befördert: Auch das Nutzererlebnis („User Experience“), also wie Software beim Endnutzer wahrgenommen wird, erlebt einen Quantensprung: Teilnehmer einer Plattform-Ökonomie sind transparenter, vergleichbarer. Gerade deshalb ist der Druck höher, genau zu identifizieren, wo man sich von anderen Teilnehmern unterscheidet und wo die Kernkompetenzen liegen. Wenn andere außerhalb der eigenen Kernkompetenzen bessere Voraussetzungen mitbringen, erlebt man in der Plattform-Ökonomie Dinge, die in einer Insel-Ökonomie nicht denkbar sind: Man arbeitet mit Wettbewerbern zusammen. Die Unternehmen Atlassian und Freshworks sind gute Beispiele hierfür. Atlassian, das mit seinen Entwickler-Tools wie Jira und Confluence jedem Software-Entwickler ein Begriff ist, bietet ein eigenes Helpdesk-Tool, den Jira Service Desk. Freshworks bietet ebenfalls einen sehr viel funktionsreicheren Helpdesk an. Aber anstatt die Anbindung an Freshdesk zu unterbinden, wird sie von Atlassian gefördert. Das Helpdesk-Tool von Atlassian ist ein Nebenprodukt, der Fokus des Unternehmens liegt auf den Produkten Jira und Confluence. Dennoch gibt es Kunden, die mit den Features von Jira Service Desk zufrieden sind und die umfangreichen Funktionen von Freshdesk nicht benötigen. Ein weiterer Grund, warum Atlassian sein Support-Tool nicht wegwirft mag sein, dass es durch einige interne Produktfunktionen in diesem Bereich einfacher ist, gute Schnittstellen zu externen Helpdesk-Tools anzubieten und somit ein vitaler Teilnehmer in der Plattform Ökonomie zu bleiben.

In der Laborbranche ist ein Aufblühen einer Plattform-Ökonomie derzeit nur sehr eingeschränkt möglich: Wie bereits erwähnt, verhindern nicht vorhandene, unzureichende oder schlecht dokumentierte Schnittstellen innovative und preisgünstige Lösungen. Oft wird insbesondere von Laborgeräteherstellern argumentiert, offene Schnittstellen würden zu Problemen in der Qualitätssicherung führen und Validierung und Qualifizierung erschweren. Aber das ist schlichtweg der falsche Ansatz: Es gibt technische Lösungen (Abschn. 4.4), die aber nur durch gute Schnittstellen und Standards möglich werden und dann sogar das Potenzial haben, die Qualitätssicherung im Labor um ein Vielfaches zu vereinfachen. Daher sind diese Argumente als reine Methode zu sehen, sich vor einem höheren Innovationsdruck zu verschließen und die Margen wahren zu können, die das einträgliche Geschäft mit z. B. Laborgeräten und etablierten LIMS Systemen mit sich bringt.

Viele junge Unternehmen dagegen, sowohl im Hardware- als auch im Software-Bereich, sind nicht an dieses Denken gebunden. Hier herrscht die Philosophie und Umsetzungsstrategie „API first“ – „Schnittstellen zuerst“ vor. Dadurch wird die Innovationskraft insgesamt verstärkt und individuelle Nutzererfahrung zu einem günstigeren Preis angeboten.

4.2 Geräte-Kommunikationsstandards

Die Entwicklung und Durchsetzung von Kommunikationsstandards erscheint als eine der wichtigsten Aufgaben der nahen Zukunft. Heutige herstellerübergreifende Lösungen zur Geräteintegration basieren meist auf einer manuellen Entwicklung von Gerätetreibern – schlimmstenfalls für jedes einzelne Laborgerät eines Geräteparks. Die initialen Kosten und Hürden der Digitalisierung von Laboren sind auch deshalb für viele Akteure noch (zu) hoch. Bedenkt man, dass die Geräteintegration an sich kaum Mehrwerte leistet, sondern nur die darauf aufbauenden Use Cases Kap. „[Innovationen jenseits des Kerngeschäfts](#)“ wird die Dringlichkeit einer Standardisierung nochmals deutlich.

Es gibt bereits einige Ansätze und Konsortien, die eine Standardisierung vorantreiben. Mit SiLA (Standardization in Lab Automation) wird ein auf TCP/IP-Protokoll basierender Standard entwickelt. Er soll Spezifikationen bzgl. Gerätesteueringen, Daten-Schnittstellen, Befehlssprachen und der Datenerfassung festlegen. Andere Akteure wiederum versuchen den allgemeineren OPC UA Standard durchzusetzen, der auch in vielen anderen Branchen zum Einsatz kommt und u. a. vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) für Industrie 4.0-Kommunikation etabliert wird.

Welcher Standard sich am Ende durchsetzt kann nur schwer prognostiziert werden. Sollten sich die aktuell am Thema arbeitenden Konsortien zu lange Zeit lassen, könnten neue Marktteilnehmer einen Standard etablieren ohne dies konkret zu forcieren. Über den schieren Umfang an Geräten, der mit einer Lösung kompatibel ist, könnten Labore gerade bei Neukäufen von Produkten auf solche setzen, die mit eben jener Lösung kompatibel sind.

4.3 Datenstandards für nach-nutzbare Daten

Zu unterscheiden von Geräte-Kommunikationsstandards sind die Standards, die für die erzeugten oder ausgewerteten Daten verwendet werden. Als erstes Beispiel ist hier die „Analytical Information Markup Language“, (AniML) zu erwähnen. Bei AniML handelt es sich um ein XML-Dateiformat, mit dem Daten verschiedener Methoden von UV/Vis bis hin zu 96 Well Plate Readouts strukturiert erfasst werden können. In dem XML File werden nicht nur die experimentellen Daten abgebildet, sondern auch die Schritte, die den Hergang des Laborprozesses beschreiben sowie regulatorische Informationen wie eine Versionshistorie (Audit Trail) und digitale Signaturen. Der Vorteil an AniML ist,

dass es ein offener, leichtgewichtiger und dadurch leicht zu verwendender Standard ist. Das heißt: Im Grunde genommen kann ihn jeder ohne Mehrkosten verwenden.

Im Gegensatz dazu ist z. B. das von der Allotrope Foundation vorangetriebene „Allotrope Data File“ ein proprietärer Standard, d. h. er wird aktuell von einem „geschlossenen“ Konsortium hauptsächlich größerer Pharmakonzerne entwickelt. Um zu partizipieren müssen die Teilnehmer eine Gebühr bezahlen und können so auch ihre Interessen stärker einbinden.

Ähnlich den Geräte-Kommunikationsstandards ist auch hier nur schwer absehbar, welcher Standard sich am Ende durchsetzen wird. Obwohl alle Vorhaben zur Standardisierung prinzipiell das gleiche und mit Sicherheit richtige Ziel verfolgen, besteht doch die Gefahr, dass zu fragmentierte und geschlossene Standardisierungsvorhaben am Ende zu viel Zeit und Ressourcen verschlingen. Der Ruf nach offenen Standard jedenfalls wird lauter, um die Fehler vorangegangener und gescheiterter Initiativen nicht zu wiederholen (Column [2017](#)).

4.4 Neue Ansätze für das regulierte Umfeld

Wenn sich neue Standards, Frameworks oder zumindest halbwegs standardisierte Praktiken bei der Software- und Hardware-Entwicklung im Laborumfeld weiterentwickeln, wird es einfacher, verschiedene Lösungen miteinander zu vernetzen und Daten auszutauschen. Dies wird Markteintrittsbarrieren verringern und dadurch immer kleineren und jüngeren Unternehmen sowie Initiativen aus der Forschung die Möglichkeit verschaffen, mit geringeren Ressourcen Innovationen im Bereich der Labor-IT zu entwickeln. Kleine Unternehmen werden mit speziellen Produkten wertvolle Nischen besetzen, deren Eroberung vorher zu kostspielig war. Möglicherweise werden sich auch große Unternehmen auf Ihr Kerngeschäft fokussieren müssen und ausufernde Geräte-Kataloge und monolithische Softwarepakete geschrumpfen, um mit den neuen Anforderungen an Konnektivität, Nutzererfahrung, Entwicklungsgeschwindigkeit und Flexibilität mithalten zu können.

Dieses Entstehen einer jungen Plattform-Ökonomie würde also einhergehen mit einer größeren Kleinteiligkeit und Modularität. Aber genau dieser Umstand würde bei den heutigen Qualifizierungs- und Validierungspraktiken und -techniken zu exponentiellen Aufwänden im regulierten Bereich führen.

Eine Plattform-Ökonomie ist wie ein wunderschöner Flickenteppich, bei dem jeder Flecken an sich kunstvoller und detaillierter ist als ein normaler Teppich. Im regulierten Umfeld kommt es aber mehr auf die Verbindungsnahte zwischen den Flecken an als auf die Flecken selbst: Sie dürfen keine Löcher zulassen. Daher ist die verständliche Haltung vieler Labore im regulierten Bereich heute: Lieber alles aus einer Hand. Wie in den Vorkapiteln besprochen führt leider genau diese Einstellung dazu, dass Innovationen im Bereich des Labordaten-Managements auf der Strecke bleiben. Daher bedarf es neuer

Techniken und Praktiken, um dem Aufwand der Qualifizierung und Validierung im regulierten Umfeld zu minimieren.

Im Grunde drehen sich alle Sorgen im regulierten Umfeld um den Schutz der produzierten Daten vor unautorisierten Zugriffen bzw. Änderungen sowie deren Nachvollziehbarkeit – Stichwort Data Integrity und Audit Trails.

Als Kerntechnologie könnten in diesem Bereich Blockchain- oder andere Ledger-based Technologien eingesetzt werden, mit denen sich entsprechende Anforderungen umsetzen lassen. Es geht insbesondere darum, gespeicherte Daten zu überwachen und jegliche Änderungen (Wer? Wann? Was?) in einem nicht manipulierbaren „Transaktions-Logbuch“ festzuhalten, z. B. auf Grundlage von Blockchain-Technologie. Eine solche Lösung beschreiben Barinov et al. (2018). Die Blockchain als nicht manipulierbarer Informationsspeicher ermöglicht hier die erwünschte Data Integrity.

Der Ansatz eines solchen Transaktions-Logbuchs lässt sich in Richtung eines integrierten Labor-Audit Trails weiterdenken. Innerhalb eines IoT-basierten, kommunizierenden Laborumfeldes könnte damit eine durchgängige, unveränderliche Historie der Datentransfers zwischen den verschiedenen Teilnehmern (Geräten, Software, Speicher etc.) erzeugt werden. Durch einen integrierten Audit-Trail könnte im Rahmen von Validierungsprozessen auch verlässlich überprüft werden, welche anderen Bestandteile des Ökosystems sich bei Updates oder Hinzu- oder Abschalten überhaupt verändern. Innerhalb der Kette von veränderten Bestandteilen kann ebenfalls die Integrität der transferierten Daten überprüft werden.

In der Softwareentwicklung setzen sich automatisierte Lösungen zur Qualitätssicherung immer mehr durch (Stichwort „Test Driven Development“, Abschn. 3.2). Auch im Labor-Umfeld gibt es Möglichkeiten, einen großen Teil der Qualifizierungsarbeit von Einzellösung und der Validierung von Prozessen, bei denen mehrere Software- und Hardware-Lösungen zusammengeschaltet werden, zu automatisieren. Der Großteil des Aufwandes würde sich dann auf die erstmalige Entwicklung von Qualifizierungs- und Validierungsprotokollen, die automatisch ausgeführt werden, beschränken.

5 Wann ist Zukunft?

Wann werden denn nun innovatives Datenmanagement und das Labor der Zukunft Realität? Im Folgenden wollen wir eine mögliche, wenn auch gewagte Zeitlinie aufzeichnen. Selbstverständlich handelt es sich dabei um völlige Glaskugel-Schauerei und sollte keinesfalls als in Stein gemeißelte Roadmap gesehen werden:

2020 bis 2021: Konnektivität steht auch weiter im Mittelpunkt

Auf Software wie auf Geräteseite wird „Konnektivität“ ein Muss. Viele Ausschreibungen stellen als Anforderung nicht mehr nur die Funktionalität einer Komponente, den Features einer Software oder der Sensitivität eines Messgerätes, sondern stellen

bestimmte Schnittstellen sowie eine vollständige Dokumentation derselben als höchste Priorität dar. Auch Anforderungen, offene Standards zu unterstützen, findet den Weg in Ausschreibungen.

Zunächst an Universitäten, Instituten und unter Start-ups bilden sich Allianzen und „LabTech“-Communities, die in öffentlichen Wikis und im Rahmen von Hackathons und Konferenzen Wissen über Schnittstellen, Gerätetreiber und Tools austauschen.

Auch große Unternehmen in Chemie, Pharma und Biotech werden sich zunehmend ihrer veralteten Software und den Beschränkungen im regulierten Umfeld bewusst und intensivieren den Dialog mit zertifizierenden Stellen, Prüfern und Behörden, um Vereinfachungen durch Modernisierung der Vorgehensweise und neue Technologien zu bewirken.

2022 bis 2023: Konsolidierung und Transformation

Die Konsolidierung im Labor-IT Markt erreicht Ihren Höhepunkt. Etablierte Software-schmieden geraten unter Druck, akquirieren Start-ups, werden von Private Equity Unternehmen zerpflückt oder selber von größeren Enterprise-Softwareunternehmen gekauft. Kleine Ein-Mann „Bastler“-Unternehmen und Software-Berater verschwinden zunehmend, je weiter maßgeschneiderte Software von „over-the-shelf“ Software verdrängt wird. VCs haben den Nischenmarkt im größeren Kontext von „Industrie 4.0“ entdeckt und investieren in vielversprechende Start-ups. Die letzten digitalen Abenteuer etablierter Gerätehersteller in Form von Corporate Start-ups scheitern, unter anderem, weil sie kein Zugriff auf externe VC Investments haben.

Die Cloud ist auch für die Pharmaindustrie viel attraktiver geworden. Neue Hybrid-Cloud-Angebote, die Einsparmöglichkeiten bei internen IT Abteilungen sowie höhere Qualitätsstandards ermöglichen, werden zunehmend eingeführt.

Der neue Mobilfunkstandard 5G hat auch das Labor erreicht und transformiert die Gerätee Welt: Sowohl von etablierten Geräteherstellern als auch von Start-ups werden auch für den akademischen Bereich die ersten IoT-basierten, Plug & Play Laborgeräte angeboten.

2024 bis 2026: Die Plattform-Ökonomie floriert

Das BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) gibt die Unterstützung eines offenen, digitalen Datenstandards bekannt, mit alle physikalischen Messeinheiten einheitlich digital abgebildet, voneinander abgeleitet und gespeichert werden können. Die Entscheidung wurde von der Aktivität der internationalen LabTech Entwickler-Community inspiriert und findet in der Industrie breite Unterstützung.

Auch in der Gerätekommunikation haben sich einige wenige Standards durchgesetzt, jeweils für gut abgegrenzte Bereiche der Laborgerätee Welt. Vor allem aber hat sich als Standard unter Herstellern etabliert, Geräte auch diszipliniert und gut dokumentiert mit Schnittstellen auszurüsten.

Eine Plattform Ökonomie hat sich herausgebildet. Ähnlich wie in vielen anderen Industrien lassen sich Arbeitsabläufe im Labor digital aus Software und IoT-fähiger Hardware einfach zusammenstecken.

Selbst für die kürzeste Notiz wird Papier nicht mehr im Labor eingesetzt. Daten werden ausschließlich digital gespeichert.

2027 bis 2030: Das Labor sieht nicht mehr im Geringsten aus wie im 19. Jahrhundert

Auch im regulierten Bereich sind die qualitätssichernden Abläufe nun so digital, dass Hardware und Software viel schneller ausgetauscht und verbessert werden kann.

Das Labor ändert sich zusehends auch im räumlichen Erscheinungsbild: Laborbänke sind kleiner und modularer geworden. Roboter und Automatisierungslösungen nehmen immer mehr Platz ein, Labormitarbeiter verbringen nur noch ein Bruchteil Ihrer Zeit im tatsächlichen Labor.

Miniatürisierung und weiter Modularisierung lässt manche Labore erscheinen wie vollautomatisierte Kommissionierungs-Zentren: Mobile Module schalten sich flexibel zu Arbeitsabläufen zusammen und transportieren Proben wie Daten weiter.

Alle Daten fließen standardisiert und über Blockchain-basierte Techniken abgesichert in zugängliche Datenseen. Standardprozesse werden schon zu 100 % von KIs ausgewertet, aber selbst bei in der Forschung werden mehr als 30 % der logischen Folgeexperimente schon von Maschinen geplant.

Das Labor der Zukunft ist erschaffen. Aber der Mensch stellt immer neue Fragen.

Literatur

- Barinov I, Lysenko V, Belousov S, Shmulevich M, Protasov S (2018) System and method for verifying data integrity using a blockchain network
- Column TD (2017) How standard are your standards? <https://www.spectroscopyeurope.com/tl-column/how-standard-are-your-standards>. Zugegriffen: 18. Dez. 2019
- Gordon SA (2019) Here's how much Uber pays to use Google Maps. <https://www.androidauthority.com/uber-google-maps-deal-975566/>. Zugegriffen: 18. Dez. 2019
- Stephens ZD, Lee SY, Faghri F, Campbell RH, Zhai C, Efron MJ, Iyer R, Schatz MC, Sinha S, Robinson GE (2015) Big data: astronomical or genetical?. PLoS Biol 13(7):e1002195
- Vogels W (2014) The story of apollo – amazon's deployment engine. <https://www.allthingsdistributed.com/2014/11/apollo-amazon-deployment-engine.html>. Zugegriffen: 18. Dez. 2019.



Dr. Simon Bungers ist Mitgründer und CEO der Labforward GmbH in Berlin. Er promovierte am Max-Planck-Institut für Experimentelle Medizin zu neuro- und molekularbiologischen Themen und gründete dann nach einer Episode als Unternehmensberater ein erstes e-Commerce Unternehmen. Nach dem erfolgreichen Verkauf des Unternehmens gründete er das Start-up labfolder GmbH, dass nach der Akquisition der cubuslab GmbH 2019 zur Labforward wurde. Seine Schwerpunkte liegen auf Unternehmensstrategie, wobei er im Business Development stark in den Aufbau von Partnerschaften und der Konzeptionierung innovativer Projekte involviert ist. Seine Erfahrung im Labor, seine Faszination an Wissenschaft und Technologie lassen ihn als Unternehmer das Labor der Zukunft nicht nur als Vision, sondern auch in Umsetzungskonzepten denken.



Jan-Marten Buch ist seit 2019 Business Developer bei der Labforward GmbH in Berlin. Er hat Wirtschaftsingenieurwesen (M.Sc.) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) studiert, wobei seine Schwerpunkte auf Digitalisierung, Innovation und Entrepreneurship lagen. Seine Masterthesis dreht sich Rund um das Thema „Smart Labs“. Parallel zu seinem Studium unterstützte er den Aufbau der cubuslab GmbH, die mittlerweile Teil der Labforward GmbH ist. Als Wirtschaftsingenieur und Quereinsteiger im Laborumfeld liegt sein Fokus auf der betriebswirtschaftlichen und technischen Analyse von Digitalisierungslösungen im Labor – sein Antrieb ist stets der Entwurf eines holistischen Bildes.

Start-Up-Kultur im Konzern

Christian Küchenthal

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird dargestellt, was es mit einer Unternehmenskultur auf sich hat und worin sich Start-Ups in Bezug auf die Unternehmenskultur von Konzernen unterscheiden. Hieraus wird anschließend abgeleitet, welche kulturellen Faktoren sich positiv auf die Innovationsfähigkeit von Unternehmen im 21. Jahrhundert auswirken. Abschließend werden aktuelle Praxisbeispiele führender Unternehmen der chemisch-pharmazeutischen und Life Science Industrie aufgezeigt, die durch kulturelle Start-Up-Ansätze neue Wege beschreiten.

1 Einleitung

Schon seit einiger Zeit treibt es die CxOs der globalen Großkonzerne nach Kalifornien ins Silicon Valley, um Start-Up Luft zu schnuppern und zu verstehen, wie diese jungen, innovativen Unternehmen ticken. Es geht darum, die Dynamik aufzusaugen und entsprechend zu Hause in den eigenen Strukturen zum Leben zu erwecken. Als Ergebnis wurden und werden Einrichtungen, wie Inkubatoren und Gründerlabore, etabliert, die mit modernen, bunten und zumeist bequemen, vor allem aber mobilen Möbeln versehen werden, um die Gedankenwelt eines aufgeschlossenen, nicht festgefahrenen Geistes auch physisch widerzuspiegeln. Oft werden diese Aktionen mit dem frommen Wunsch verbunden, dass sich durch die „richtige“ Umgebung die Kreativität von allein entwickelt. Meist erst nachdem das physische Gerüst dann steht, stellen sich die Verantwortlichen

C. Küchenthal (✉)

Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland

E-Mail: christian.kuechenthal@merckgroup.com

die Frage nach dem Inhalt dieser Einheiten – was soll denn nun dort überhaupt gemacht werden und wer soll darin arbeiten? Um hier dann auch schnell etwas vorweisen zu können, werden die üblichen Buzz-Wörter in der internen und externen Kommunikation verwendet, wie etwa „Design Thinking“, „Agile Project Management“ oder „Lean Start-Up“, und damit ist ja dann eigentlich alles gesagt, denn dies bedeutet, man kann nun entsprechend einer Keyword-Suche auf Mitarbeitersuche gehen, denn wer darin eine Fortbildung vorzuweisen hat, wird wohl wissen, was nun zu tun ist. Natürlich ist es am Anfang unwahrscheinlich, dass diese Kompetenz im eigenen Hause verfügbar ist, denn sonst wäre man schon in der Vergangenheit mit Innovationsansätzen á la Silicon Valley erfolgreich gewesen. Also sucht man extern und wird schnell fündig, bei „Mittzwanzigern“, die sogar das jeweilige Thema studiert haben und gerade in den Arbeitsmarkt einsteigen. Zudem sind sie nicht durch die bisherige Einstellung der Mitarbeiterschaft von Konzernen beeinflusst; können also alles in Frage stellen und neue Wege gehen, ohne die üblichen Glaubenssätze, wie zum Beispiel „Das haben wir schon immer so gemacht!“, „Haben wir schon ausprobiert, hat nicht funktioniert!“ oder „Das passt nicht zu uns!“. Durch diese neuen Mitarbeiter soll die bisherige Belegschaft dann für das neue Denken angesteckt und für eine Transformation in die Agilität und ins Gründer- bzw. Unternehmer-Denken (Entrepreneurial Thinking) gewonnen werden – so die Erwartungshaltung des Managements. Und plötzlich würden so aus den bisher üblichen drei bis zehn oder auch fünfzehn Jahren Entwicklungszeit drei Monate. Dann würden die Projekte einfach an die Kernbereiche übergeben, die diese dann schon irgendwie an den Markt bringen. Oft kommt es aber ganz anders, denn es bildet sich eine unabhängige Blase im Unternehmen, die so gar nicht mit den existierenden Strukturen in Einklang gebracht werden kann. Beide Bereiche isolieren sich voneinander, bilden Silos und erreichen eher ein gegenseitiges Unverständnis und Misstrauen – das Not-invented-here-Syndrom lässt grüßen. Irgendwann stellt jemand aus dem Kerngeschäft die ungeliebte Frage: „Was ist denn bisher aus dieser Blase rausgekommen?“, und noch wichtiger „Wer bezahlt das eigentlich?“. Dieser Tipping Point ist dann spätestens der Moment, in dem Unternehmenslenker feststellen, dass etwas nicht so funktioniert hat, wie man sich es zunächst vorgestellt hatte. Das Problem liegt zumeist in den unterschiedlichen Kulturen, die mit großer Massivität und durch politischen Druck in kurzer Zeit aufeinandertreffen.

Natürlich ist nicht immer alles so schwarz-weiß, wie im vorangegangenen Absatz etwas zugespitzt dargestellt, aber es hilft aufzuzeigen, wie schnell gute Ideen in einem Misserfolg und so als Negativbeispiel für Innovationsmanagement enden können. Umso wichtiger für den Innovationserfolg ist es, sich mit Unternehmenskulturen zu beschäftigen und einen goldenen Mittelweg in der Überbrückung von Unterschieden – gerade zwischen Start-Ups und Konzernen – zu identifizieren.

2 Unternehmenskultur und ihre Rolle in Bezug auf Innovation

„Unternehmenskultur“ wird oft fälschlicherweise gleichgesetzt mit Moral und Zufriedenheit der Mitarbeiter, und so dann als „Betriebsklima“ bezeichnet. Sie ist jedoch deutlich komplexer und schwieriger zu erfassen. Gablers Wirtschaftslexikon definiert die Organisations- und Unternehmenskultur mit der Grundgesamtheit gemeinsamer Werte, Normen und Einstellungen, welche die Entscheidungen, die Handlungen und das Verhalten der Organisationsmitglieder prägen.

Vermutlich wird also jeder Manager zustimmen, dass es so etwas wie eine Unternehmenskultur gibt und dass sie wichtig ist, und das nicht erst seit den 1970er Jahren, als Tom Peters und Robert Waterman von McKinsey das 7S-Modell beschrieben und hier die Unternehmenskultur als einen von drei harten und vier weichen Erfolgsfaktoren definierten (Peters und Waterman 1982). Jedoch fällt es auf Grund der Komplexität schwer, eine Unternehmenskultur entsprechend zu beschreiben und somit zu steuern. Dies ist insofern besonders kritisch, da meist Unterkulturen existieren, die sich national und regional bzw. in verschiedenen Unternehmenseinheiten unterscheiden können. Wir können zudem zwei Ebenen der Kultur unterscheiden:

1. Die Tiefenstruktur mit Elementen, die die Handlungen und das Verhalten prägen, wie Werte, Normen und Einstellungen;
2. Die Oberflächenstruktur, die durch Artefakte wie Rituale, Logos und Marken, aber auch Verhaltensnormen bzw. Regeln – d. h. gelebte oder gezeigte Werte wie z. B. Unternehmensleitbilder – nach außen beobachtbar ist.
Letztere lässt sich leichter ändern, da sie sichtbar ist. Jedoch sind die zugrunde liegenden Annahmen bzw. grundlegenden Überzeugungen sowie die dazugehörigen Werte nur schwer zugänglich, also kaum veränderbar, da sie unsichtbar bzw. unbewusst sind (Hofstede 1980; Schein 2010; Sackmann 2017).

Die Unternehmenskultur erfüllt unterschiedliche Funktionen. Zum einen die Funktion der internen Integration und Koordination, die durch ein „Wir-Gefühl“ eine Verbindung zwischen den Mitarbeitern erzeugt und durch eine gemeinsame „Sprache“ ein zielorientiertes Arbeiten in wechselseitiger Abstimmung zwischen den Organisationsmitgliedern entstehen lässt. Typische Fragen dieser Funktion sind:

- Was ist unsere einzigartige Identität?
- Wie sehen wir die Welt?
- Wer gehört dazu?
- Wie verteilen wir Macht, Status und Autorität?
- Wie kommunizieren wir untereinander?
- Was ist die Basis für Freundschaften bzw. vertrauensvolle Beziehungen?

Zum anderen erfüllt sie die Funktion der Anpassung an externe Veränderungen, um Chancen und Risiken zu erkennen und als Unternehmen überlebensfähig zu bleiben. Typische Fragen dieser Funktionen wären wie folgt:

- Was ist unsere wirkliche Mission und was sind unsere Ziele?
- Wie können wir zur Zielerreichung beitragen?
- Welche externen Kräfte sind wichtig?
- Welche Resultate sind uns wichtig und wie messen wir sie?
- Wie gehen wir mit nicht erreichten Zielen um?
- Wie zeigen wir anderen außerhalb auf, wie toll wir sind?
- Woher wissen wir, wenn es besser ist, aufzuhören?

Zudem erfüllt die Unternehmenskultur die Funktion der Sinnstiftung und der Komplexitätsreduktion. Die Unternehmenskultur wird heute als ein dynamisches Konstrukt verstanden, in dem das Management nicht deterministisch-mechanistisch steuern und gestalten kann, sondern lediglich Bedingungen schafft, unter denen bestimmte Verhaltensweisen mit einer höheren oder einer niedrigeren Wahrscheinlichkeit auftreten.

Hier stellt sich die Frage, wie die Unternehmenskultur einen positiven Einfluss auf das wirtschaftliche Wirken eines Unternehmens haben kann?

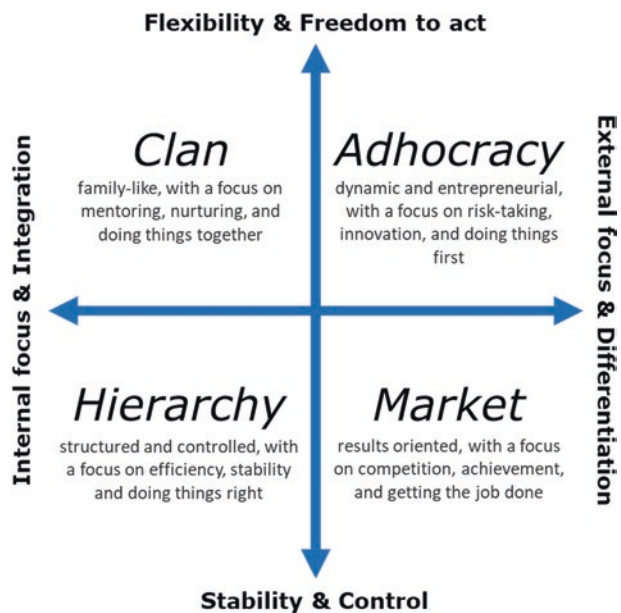
In zahlreichen Studien konnte über die letzten Jahrzehnte immer wieder gezeigt werden, dass eine stark ausgeprägte, homogene Unternehmenskultur gegenüber schwach ausgeprägten Kulturen einen positiven Effekt auf den wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen hat. Hierbei bedeutet „stark ausgeprägt“, dass die Mehrheit der Mitarbeiter einer bestimmten Unternehmenskultur folgen und sich daran orientieren, die Unternehmenskultur also tief in den Köpfen der Mitarbeiter verankert ist. Somit können z. B. Entscheidungen schneller und mit weniger Abstimmungsaufwand getroffen werden, da jeder über die Art und Weise der Bewertung und Entscheidungsfindung ähnlich denkt. Die Abweichung einzelner Mitarbeiter von der hauptsächlich vorliegenden Unternehmenskultur hat aufgrund ihrer starken Ausprägung kaum einen Einfluss auf diese. Jedoch kommt der positive Effekt der stark ausgeprägten Unternehmenskultur nur dann zur Geltung, wenn sich die Unternehmung in einem relativ stabilen technologischen Umfeld befindet. In einem dynamischen Umfeld, das kontinuierlich neue Innovationen erfordert, bringt eine solche, auf Stabilität ausgerichtete Kultur eher Nachteile mit sich. Ein erfolgreiches Unternehmen besitzt klar definierte Organisationsziele und die Fähigkeit, seine Arbeitsweise rasch an sich ändernde Herausforderungen anzupassen. In einem Umfeld, das einem hohen Anpassungsdruck und hoher Volatilität unterliegt, steigt die Bedeutung einer partizipativen Kultur unter Einbeziehung verschiedener Ebenen und Akteure, d. h. der Inklusion des Einzelnen, die Koordination der Akteure, ein erweitertes Verantwortungsgefühl für die Organisation als Ganzes und die Fähigkeit zur kollektiven Problemlösung. Diese partizipative Kultur erhöht die Nachvollziehbarkeit und die Akzeptanz von Entscheidungen und somit die konsequentere Verfolgung der mit der Entscheidung verbundenen Ziele. In einem stabileren Unternehmenskontext

ist die Bedeutung des partizipativen Einflusses jedoch mitunter geringer oder gar nicht sichtbar. Eine auf Adaptabilität äußerer Veränderungen ausgerichtete Kultur ist umso erfolgreicher, je stärker ausgeprägt diese sich anpassende Ausrichtung ist (Denison 1984; Kotter und Heskett; 1992; Gordon und DiTomaso 1992; Ernst 2003).

Bekannte, erfolgreiche Unternehmen wie Amazon und Apple verweisen immer wieder auf die spezifische Unternehmenskultur als Treiber für ihren Erfolg. Zwar spielen hier auch führende Persönlichkeiten, wie Jeff Bezos oder Steve Jobs, eine prägende Rolle, doch allein daran kann es nicht liegen, da diese nicht zu jeder Zeit an jeder Stelle die alleinige Führung übernehmen konnten. Vielmehr sind die hinter der Unternehmenskultur liegenden Prinzipien, wie Amazons „Zuerst kommt der Kunde“, in der Organisation so verankert, dass sie von alleine wirken. Peter Drucker formulierte daraus: „Unternehmenskultur frisst die Strategie zum Frühstück“.

Entsprechend bedeutet dies, dass die Kultur des Unternehmens zur Gesamtsituation der Unternehmung im Internen als auch gerade im Externen passen muss, um erfolgreich zu sein. Kim S. Cameron und Robert E. Quinn haben daher vier dominante, miteinander konkurrierende Kulturausrichtungen entlang von zwei Dimensionen identifiziert und im sogenannten „Competing Values Framework“ dargestellt (Cameron und Quinn 2006). Die bipolaren Dimensionen „Intern vs. Extern“ und „Stabilität vs. Flexibilität“ spannen einen spezifischen Wertekreis auf, der sich in vier Quadranten teilen und clustern lässt (siehe auch Abb. 1). Die „Clan“-Kultur wird mit einer sehr familiären Organisation gleichgesetzt, in der sich Führungskräfte eher als Mentoren definieren. Sie wird durch Tradition und Loyalität zusammengehalten. Langfristige Personalentwicklung,

Abb. 1 The Competing Values Framework. (Nach Cameron und Quinn 2006)



Kohäsion, Moral, Teamwork, Beteiligung und Konsens werden betont sowie Erfolg durch die Sensitivität gegenüber den Kunden und auf Basis des Menschen definiert. Sie steht für den Quadranten „Intern & Flexibel“. Die „Adhokratie“-Kultur zeichnet sich durch dynamisches, unternehmerisches und kreatives Arbeiten aus. Risiken werden eingegangen, um Ideen zu entwickeln und um zu experimentieren. Ausrichtungspunkte sind die Führerschaft in bestimmten Bereichen, Wachstum und Gewinnung neuer Ressourcen. Erfolg bedeutet hier, einzigartige und neuartige Produkte und Leistungen anzubieten. Individuelle Initiative und Freiheit wird betont. Sie steht für den Quadranten „Extern & Flexibel“. In einer „Markt“-Kultur sind die beteiligten Personen stark wettbewerbs- und zielorientiert. Mut, Tapferkeit und eine fordernde Einstellung zum „Gewinnen-Wollen“ werden betont. Eigene Reputation und persönlicher Erfolg sind ein gemeinsames Anliegen und unterliegen messbaren Zielen. Marktführerschaft ist wichtig und so wird Erfolg über Marktanteile und Marktpenetration definiert. Sie steht für den Quadranten „Extern & Stabilität“. In einer „Hierarchie“-Kultur zeigen sich klar formulierte und strukturierte Herangehensweisen und Prozesse. Gute Koordination und Organisation, gepaart mit Effektivitäts- und Effizienzdenken, dominieren den Führungsstil. Erfolg definiert sich über pünktliche Lieferungen, reibungslose Planung und geringe Kosten. Kontrolle, Leistung, Beschäftigungssicherheit und Vorhersagbarkeit werden betont. Sie stehen für den Quadranten „Intern & Stabilität“.

Betrachtet man nun die Konzerne der chemisch-pharmazeutischen Industrie so stellt man fest, dass die meisten seit vielen Jahrzehnten oder – wie die Firma Merck mit ihrer über 350 Jahren Firmengeschichte – seit Jahrhunderten existieren. Viele Unternehmen waren mit ausgewählten chemischen Verbindungen über die vergangenen Jahrzehnte sehr erfolgreiche globale Marktführer und konnten sich durch die kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Erfolgsprodukte immer wieder im Markt behaupten. Die Blockbuster haben für Stabilität und ein bekanntes, kontrollierbares Marktumfeld gesorgt. Jedoch muss sich die chemisch-pharmazeutische Industrie in den letzten Jahren stark verändern, da sich ihre Abnehmerindustrien auf Grund des immer schneller fortschreitenden, komplexeren, volatileren, zum Teil unsicheren und doppeldeutigen globalen Weltgeschehens wandeln. Unternehmen können in der heutigen Zeit nicht mehr auf Blockbuster-Moleküle bzw. Medikamente hoffen. Neue Innovationen kommen vielmehr aus Systemlösungen, also dem Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Disziplinen, wie den Ingenieurwissenschaften oder der IT. Akquisitionen und Desinvestments und damit Portfolio-Umstellungen mit Fokus auf ausgewählte Marktsegmente begleiten daher die Industrie. Die Schwierigkeit liegt hierbei in der richtigen Entscheidung, wo die profitablen Geschäfte der Zukunft liegen. In einer sogenannten VUCA-Welt, die durch Volatilität (V – Volatility), Unsicherheit (U – Uncertainty), Komplexität (C – Complexity) und Mehrdeutigkeit (A – Ambiguity) geprägt ist, können aber selbst Experten keine validen Aussagen mehr treffen, die Bestand für die nächsten 10 bis 15 Jahre Entwicklungszeitraum haben. Um mit den Veränderungen mithalten zu können, müssen die Entwicklungszeiten kürzer und die Entwicklungen stärker an den Erwartungen der Kunden ausgerichtet werden. Im Vergleich zu früher muss häufiger

die Frage gestellt werden, ob man auch die Kundenwünsche richtig verstanden hat, da diese komplexer, individueller, spezifischer geworden sind und sich schneller verändern. Flexible Anpassung an die Veränderungen von außen ist somit die große Herausforderung für die durch die früheren Erfolge kulturell konservativ gewordene chemisch-pharmazeutische Industrie.

Man könnte sich folglich die Frage stellen, wie nun diese Unternehmenskulturen – die auf Stabilität und Kontrolle und weniger auf Flexibilität und Handlungsfreiheit ausgerichtet sind – möglichst rasch auf Veränderungen durch außen reagieren können, sofern sie diese überhaupt als Notwendigkeit erkennen und erachten? Eine Lösung kann im richtigen Lernen der Organisation liegen, die eine Verhaltensänderung bzw. -verbesserung eher ermöglicht. Eine lernende Organisation kann sich besser an Veränderungen anpassen und sich unter einer neuen, gemeinsamen Vision ausrichten. Die Empfänglichkeit für neue Ideen und Innovationen wird so gefördert und hat einen positiven Einfluss auf die Innovationskultur eines Unternehmens. Innovationen können dann leichter in einem dynamischen Umfeld erzeugt werden, wenn Unternehmen lernen, ihr Wissen zu erneuern sowie Kompetenzen und Fähigkeiten effizient zu steigern, so dass sie schneller durch ihre Fehler lernen und Erfahrungen erweitern (Argyris und Schon 1978; Senge 1990; Tamayo-Torres et al. 2016).

3 Kontrast zwischen Unternehmenskulturen typischer Start-Ups und Konzernen

Wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert, sind Unternehmen dann erfolgreich, wenn es ihnen gelingt, die eigene Geschäftsstrategie mit der Unternehmenskultur in Einklang zu bringen und dabei immer wieder flexibel die eigene Kultur an die äußeren Gegebenheiten anzupassen. Dies gelingt umso leichter, je flexibler die Strukturen sind, je mehr sich das Unternehmen an externen Faktoren orientiert und je eher ein ständiges organisationales Lernen kultiviert wird.

Entsprechend findet sich gerade in den meisten Start-Ups die zuvor genannte „Adhocracy Culture“, da ohne eine solche Orientierung die Lebenszeit der gerade frischen Unternehmung schnell zu einem jähen Ende führen würde. Es gilt, sich stark an den Bedürfnissen und Erwartungen des Marktes auszurichten und entsprechend zu experimentieren, um herauszufinden, welche mögliche Lösung am besten bei den Kunden ankommt. Diese rasche Anpassung erlaubt keine starren Strukturen, keine vielschichtigen Hierarchien und kein Einzelgängertum der gepachteten Wahrheiten. Hierbei sei folgende Definition zu Grunde gelegt: Ein Start-Up ist eine Institution, die ein neues Produkt oder Service unter extremen Unsicherheiten erzeugt. Es geht also nicht um Neugründungen im Allgemeinen (Ries 2011).

Jedoch finden sich in den meisten Konzernen eher sehr stabile Strukturen, die sich über Jahre des wirtschaftlichen Erfolgs etabliert haben. „Never change a running system“ und „Too-big-to-fail“ sind hier die dominanten Philosophien. Man hat es daher

häufig mit den Unternehmenskulturen „Hierarchy“ oder „Market“ nach dem „Competing Values Framework“ nach Cameron und Quinn (2006) zu tun. Hieran erkennt man bereits die Schwierigkeit des Anspruchs, aus einem etablierten Unternehmen ein agiles Start-Up werden zu lassen. Es funktioniert schlicht und einfach nicht so leicht, da man es mit gegensätzlichen Unternehmenskulturen zu tun hat.

Doch woher kommt diese Erwartungshaltung, dass dies doch möglich sei? Im Allgemeinen wird angenommen, dass es eine natürliche Abfolge in der Entwicklung eines Unternehmens gäbe, vom Start-Up über den Mittelständler bis hin zum Konzern. Doch dies ist eher hypothetisch der Fall, denn die meisten Start-Ups scheitern bereits zuvor – Schätzungen zufolge scheitert ein Drittel aller Start-Ups innerhalb von zwei Jahren und etwa 50 % innerhalb von fünf Jahren – oder sie werden von anderen Unternehmen akquiriert und integriert. Unternehmen, die es geschafft haben, sich aus eigener Kraft vom Start-Up zum Konzern zu entwickeln, wie der Online-Riese Amazon, stoßen ab dieser Größenordnung auf die gleichen Hindernisse wie die der etablierten Konzerne.

Betrachten wir an dieser Stelle den Produktlebenszyklus (siehe auch Abb. 2, Vernon 1966): Die meisten Start-Ups kommen nicht über die Entstehungs- bzw. Launchphase hinaus. Daher ist ihr vornehmliches Bestreben, das Überleben zu sichern bis das Produkt am Markt Akzeptanz erfährt. Der Fokus liegt auf der Produktentwicklung inklusive eines Proof-of-Concept, der raschen Markteinführung und der Sicherstellung der Finanzierung für diese beiden Aktivitäten. Start-Ups bedienen sich daher mit weniger Personal – einem der größten Kostentreiber – und benötigen daher auch weniger Strukturen und Prozesse, da eine Abstimmung und die Informationsweitergabe schneller erfolgen kann. Jedoch ist das große Bestreben, möglichst schnell im Umsatz zu wachsen und so für die Investoren attraktiv zu sein.

Der etablierte Konzern wiederum muss zwangsweise den gesamten Produktlebenszyklus bedienen. Das bedeutet, vor allem die eigene Marktposition zu verteidigen, Effizienzen heben, das Produktportfolio ausbauen und in neue Märkte wachsen.

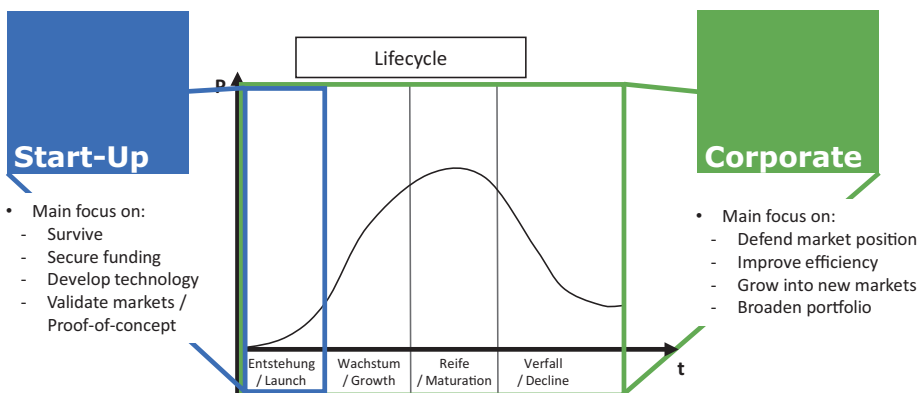


Abb. 2 Produktlebenszyklus. (Quelle: Specht und Beckmann 1996)

Dies gestaltet sich umso schwieriger, je komplexer das Konzerngefüge und somit die Koordination aller Beteiligten ist. Häufig hat man es hier mit zahlreichen Unternehmen unter einer Unternehmensführung zu tun, die zudem global aufgestellt sind. Es kommt zwangsweise zu einer Konzentration von Kapital und Führung. Nachhaltiges, stabiles Wachstum steht im Vordergrund und weniger die Quick-Wins.

Insofern präferieren große Unternehmen auch das klassische Projektmanagement, das entsprechend seiner Vorgehensweise auch oft „Wasserfallmodell“ genannt wird. Starker Fokus liegt hierbei auf der genauen Vorbereitung einer Entscheidung für ein Projekt. Dazu gehört ein detaillierter Businessplan, der u. a. den qualitativen Umfang des Projektes, dessen Anforderungen an Ressourcen und Zeit und die verbundenen Vorteile und Risiken enthält. Ziel ist es, eine gewisse Planungssicherheit für die Entscheidungsträger bzw. Sponsoren zu vermitteln, da diese auf Grund ihrer hierarchischen Stellung zumeist nicht direkt in den eigentlichen Projektthemen und -aufgaben gedanklich tief involviert sind. Anschließend – so die Vorstellung – kann das Projektteam dann recht einfach zur Ausführung entlang des Plans übergehen. In der Realität zeigt sich, dass sich gerade Projekte über einen längeren Zeitraum und mit einer hohen Komplexität sowie mit vielen Projektbeteiligten selten vollständig durchplanen lassen. Folglich sind vor allem Projekte erfolgreicher, je bekannter und je weniger dynamisch das Projektumfeld ist.

Demgegenüber steht die Herangehensweise von Start-Ups, die gerade nicht in einem bekannten Umfeld agieren (müssen), um erfolgreich zu sein. Die große Ungewissheit, welches Produkt sich für welche Kundengruppe am Ende durchsetzen kann, erfordert eine gewisse Flexibilität im täglichen Arbeitsrhythmus. Zumeist wissen die potenziellen Kunden selbst nicht so genau, was sie von einem neuartigen Produkt erwarten sollen bzw. dürfen. Ihre Anforderungen ändern sich mit dem zunehmenden Wissen über die Möglichkeiten, die das Produkt liefern wird. Um sich dieser relativ vagen Produktvorstellung bedienen zu können, versuchen Start-Ups viele Ansätze möglichst rasch auszuprobieren, um sich der Lösung anzunähern. Begriffe wie „Rapid Prototyping“ oder „Proof-of-Concept“ stehen entsprechend für das Vorgehen in der Entwicklungsphase. Durch frühe Kundeneinbindung in den Entwicklungsprozess soll der Kurs schneller gewechselt werden können, falls man sich doch in den Kundenerwartungen getäuscht hat. Dementsprechend ist der Businessplan eines solchen Projektes weniger vollumfänglich beschrieben, denn gerade der Projektumfang ist nicht klar bestimmbar. Durch die begrenzten finanziellen Möglichkeiten des Start-Ups sind die Faktoren Budget und Zeit bis Projektende nach den Vorgaben des Managements in den meisten Fällen recht festgelegt. Insofern versucht man auch, möglichst rasch zu einem Projektumfang zu gelangen, der ein Produkt vorsieht, welches gerade den Ansprüchen der Kunden für eine Kaufentscheidung genügt und möglichst wenig Zeit und Ressourcen für die Entwicklung benötigt. In diesem Fall spricht man auch von einem Minimal Viable Product (MVP). Für diese Art der Projektsteuerung hat sich der Begriff des agilen Projektmanagements etabliert. Ein großer Unterschied zum klassischen Wasserfallmodell liegt besonders in der Tatsache, dass die starke Kundenfokussierung und dem Druck, möglichst schnell

vorzeigbare Zwischenergebnisse zu erzeugen, erfordern, dass Entscheidungen auch auf Arbeitsebene getroffen werden müssen, um der Notwendigkeit der ständigen Anpassung Rechnung zu tragen. Eine Entscheidungskette über die Abstimmung zum richtigen Vorgehen nach oben in die Hierarchie und wieder zurück zur Arbeitsebene würde zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Die Funktion des klassischen Projektleiters kann ebenso einen Flaschenhals in der raschen Entscheidungsfindung darstellen, sofern nicht das vollständige Bild vorliegt bzw. die zeitliche Verfügbarkeit eingeschränkt ist. Somit liegen die meisten Entscheidungen über das richtige Vorgehen beim Projektteam selbst. Damit das Team über das richtige Vorgehen entscheiden kann, müssen möglichst alle Informationen zum Projektstand zu jeder Zeit offen kommuniziert werden. Daher haben sich einige Methoden etabliert, die einen transparenten Informationsaustausch ermöglichen sollen. Hierzu gehört das sogenannte Kanban Board, auf dem die einzelnen Aufgabenpakete in dem jeweiligen Bearbeitungsstand visuell dargestellt werden. Hieran können sich die Projektteammitglieder orientieren und über die kommenden Aufgabenpakete informieren und abstimmen, auf welche Art und Weise mit welchen Paketen umzugehen ist und wie die Prioritäten liegen sollten, um einen möglichst raschen Durchlauf der Pakete zu gewährleisten. Diese Prioritätsplanung erfolgt üblicherweise zu Beginn von sogenannten Sprints, die eine festgelegte Zyklusdauer – zumeist zwei Wochen – besitzen. Sie haben das Ziel, am Sprintende ein neues Zwischenprodukt bzw. neue Produktmerkmale („Product Increment“) zu erarbeiten, die getestet und dem Kunden vorgestellt werden können, um so direkt dazu Feedback zu erhalten. Sollten Probleme während des Sprints auftauchen, werden diese üblicherweise in täglichen Reportmeetings im Team kommuniziert, sodass zeitnah darauf reagiert werden kann („Daily-Standup-Meetings“, Dauer meist 15 min). Der rasche Austausch innerhalb des Teams und mit dem Kunden soll helfen, Fehler und Fehlschläge frühzeitig aufzudecken, durch Anpassung zu beheben und davon zu lernen („Fail fast, fail smart“). Dem Team steht als Unterstützung ein sogenannter Scrum-Master oder auch Agile Coach zur Seite, der die Aufgabe hat, für die Einhaltung der zuvor vom Team festgelegten Regeln zu sorgen und zwischen den Interessen des Teams und des Sponsors – meist als Product Owner bezeichnet – zu sorgen. Dieses Vorgehensmodell wird als Scrum-Methode bezeichnet. An dieser Stelle sei auf die vielfältige Literatur zu diesem Thema verwiesen (Timinger 2017; Ziegler 2018).

Basierend auf dem Anspruch, nachhaltig über den gesamten Produktlebenszyklus zu wirtschaften, tun sich vor allem Großkonzerne mit dem ständigen Abliefern von Zwischenergebnissen an den Kunden schwer. Dies liegt zum einen daran, dass man den Schutz des geistigen Eigentums vor den offenen Austausch mit dem Kunden setzt, zum anderen aber auch meist einen gewissen Qualitätsanspruch voraussetzt, um den Kunden nicht enttäuschen zu wollen oder eigene Schwächen aufzuzeigen. Gerade in hoch-innovativen und hochregulierten Industrien, wie den chemisch-pharmazeutischen und Life Science Industriebranchen sieht man sich daher heute noch einer gewissen Skepsis zum agilen Projektmanagement ausgesetzt. Dies ist vor allem in Bezug auf den Qualitätsaspekt nachvollziehbar, da man es zumeist mit Gefahrstoffen bzw. Medikamenten im

Zusammenhang mit der menschlichen Interaktion zu tun hat. Eine Null-Fehler-Toleranz des Produkts ist hier unabdingbar, um Schäden am Menschen zu vermeiden. Somit stehen sich die Unternehmenskulturen von Start-Ups und Konzernen in puncto Interaktion mit dem Kunden oft entgegen. Im Falle des Start-Ups wird eine offene, transparente Kommunikation und das schnelle Aufdecken von Fehlschlägen bevorzugt, wohingegen im Konzern Zurückhaltung von kritischen Informationen und das Darstellen von Perfektion noch immer anzutreffen sind.

Die Kunst ist es somit, diese sehr unterschiedlichen Perspektiven auf die unternehmerische Tätigkeit und damit auch auf die „richtige“ Unternehmenskultur zusammenzubringen, wenn man als Konzern in einem immer dynamischeren Umfeld erfolgreich innovieren möchte.

4 Die goldene Mitte – Faktoren einer erfolgreichen Innovationskultur im 21. Jahrhundert

Wie in den vorangegangenen Abschnitten erläutert, sind Konzerne und Start-Ups aus den genannten Gründen in ihrer Arbeitsweise und in ihrem Denken, sprich in ihrer Unternehmenskultur, sehr unterschiedlich. Eine Transformation des Konzerns in ein Start-Up erscheint fast unmöglich bzw. vergeblich. In diesem Abschnitt soll daher betrachtet werden, welche Ansätze genutzt werden können, um als Konzern dennoch Innovationen im dynamischen Umfeld mit Hilfe der Start-Up-Kultur zu fördern und so sukzessive in die eigene Kultur zu assimilieren. Hierbei stellt die bereits genannte kontinuierliche Anpassungsfähigkeit der Unternehmenskultur durch organisationales Lernen einen wichtigen Faktor dar. Mit anderen Worten, können erfolgreiche Projekte bzw. positive Erfahrungen einen Vorbildcharakter und damit einen Anreiz für die Adaption in die eigene Tätigkeit darstellen?

Hat man sich zum Ziel gesetzt, die eigene Kultur u. a. kreativer, dynamischer und lern- und anpassungswilliger zu gestalten, gibt es prinzipiell verschiedene Wege, die alle ihre Existenzberechtigung haben. Zum einen kann ein sehr harter Schnitt durchgeführt werden, u. a. mittels Austausch des bisherigen Personals durch neue Mitarbeiter, die das passende kulturelle Mindset bereits mitbringen. Damit würde jedoch sehr viel, gerade implizites Wissen verloren gehen, was im schlimmsten Fall zum Verlust des bisherigen Kerngeschäfts führen kann. Zum anderen gehen Unternehmen häufig einen anderen Weg und versuchen, die gewünschte kulturelle Ausprägung der „Adhocracy“-Kultur von außen durch die Integration und Zusammenarbeit mit Start-Ups hereinzuholen und eine Transformation durch den Austausch zwischen beiden Kulturen zu erreichen. Innovationskonstrukte, wie Corporate Venture Capital, Acceleratoren, Hackathons und klassische Entwicklungspartnerschaften, sind meist das Ergebnis dieser Versuche.

In einer kürzlich erschienenen Studie wurde deutlich, dass sich Konzerne von den oben genannten Innovationskonstrukten neben Pilotierung neuer Ideen und zusätzlichen

neuen Geschäften einen „Cultural Shift“ erhoffen (Brigl et al. 2019). Jedoch erklären 45 % der untersuchten Konzerne und 55 % der Start-Ups, dass sie mit der Erfüllung der Erwartungen einigermaßen bzw. sehr unzufrieden sind. Im Kontrast dazu sind nur 8 % der Konzerne und 13 % der Start-Ups sehr zufrieden. Beide Gruppen sehen die größten Probleme in der langsamen Entscheidungsfindung, den unterschiedlichen Erwartungen an die gemeinsame Unternehmung und die Unfähigkeit bzw. Unwilligkeit, in gleichem Tempo fortzuschreiten (siehe auch Abb. 3). Zudem werden die fehlende Mitwirkung bzw. Einbindung des Topmanagements und der fehlende Zugriff des Start-Ups auf ausreichende und fest zugeordnete Ressourcen gesehen. Beide Seiten erwähnen sowohl die mangelnde Einbindung der gemeinsamen Unternehmung in den Konzern, als auch gleichzeitig das Aufzwingen von Prozessen, Regeln und Reporting auf das Start-Up als Gründe für das Scheitern. In einigen Punkten unterscheiden sich die Perspektiven aber auch deutlich: Aus Sicht der Unternehmen scheitern die Unternehmungen vor allem an der ungleichen Anerkennung und Kooperation auf Augenhöhe und dem Fehlen von klarer Steuerung und Kontrolle des Start-Ups, wohingegen die Start-Ups die Gründe in der Unfähigkeit der Konzerne, das eigene Mindset und die Kultur an die gemeinsame Unternehmung anzupassen bzw. mit den unterschiedlichen Mindsets umzugehen, sehen. Die Verknüpfung zwischen Start-Up und Kerngeschäft ist somit schwierig und meist nicht erfolgreich. Aus Sicht der Start-Up-Studienteilnehmer ist es ein Irrglaube, dass das Start-Up die Veränderung im Unternehmen anführen kann. Mitarbeiter stellen sich der Verlinkung entgegen, wenn sie das Gefühl haben, dass sie damit ihr eigenes Geschäft sprengen. Change Management ist daher essentiell, um diese Ängste zu nehmen.

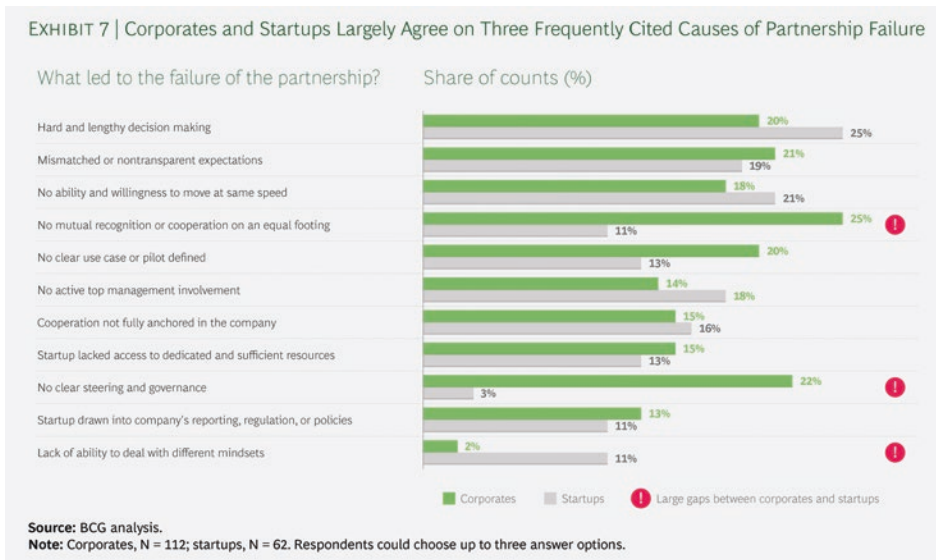


Abb. 3 Gründe für eine fehlgeschlagene Partnerschaft zwischen Konzern und Start-Up. (Quelle: BCG 2019)

Doch wie könnte dieses Change Management aussehen? Als genereller Grundsatz kann die Erkenntnis angesehen werden, dass man fürchtet, was man nicht kennt und was man demnach auch nicht versteht. Dass man zunächst in den Schuhen des Gegenübers gelaufen sein muss, um ihn wirklich zu verstehen, trifft hier ganz gut zu. Dies kann jedoch nicht passieren, wenn beide Kulturen nie aufeinandertreffen und sich somit auch nicht über ihre Erfahrungen austauschen können. Im Fall der Innovationskonstrukte Corporate Venture Capital und Accelerator wird dieses Aufeinandertreffen häufig dadurch erschwert, dass die Notwendigkeit gesehen wird, sich als Konzern im Start-Up-Ökosystem zu bewegen, also dort, wo sich die Talente, Gründer, Business Angels und Investoren tummeln – Berlin, München, Zürich, Wien u. a., und damit meist nicht dort, wo der jeweilige Konzern seine Standorte hat (Venture Capital Magazin 2018). Oft sehen zudem die Innovationskonstrukte einen direkten Austausch generell nicht vor. Eher wird es noch als kritisch betrachtet, wenn die Mitarbeiter des Konzerns die motivierten und offenen Start-Up-Mitarbeiter auf den Boden der Konzernrealität holen, indem sie ihnen erklären, warum neue Dinge in der Organisation nicht funktionieren. Diese Meinung wird im schlimmsten Fall dann noch dadurch bestätigt, dass die Mitarbeiter des Start-Ups die Meinungen der Konzern-Mitarbeiter als veraltet und risikoavers abtun. Ein gegenseitiger Respekt und somit ein Verständnis für die Denkweise des anderen kommt so nicht leicht zu Stande.

Sinnvoller erscheint es da, statt nach einer Transformation zu streben – die das Gefühl eines Win-Lose-Ergebnisses auf beiden Seiten mit sich bringen kann – eher die kontinuierliche Assimilation als Ziel der Kulturveränderung zu setzen, sodass eher eine Win-Win-Situation entsteht. Diese Assimilation mag nicht den schnellen, dafür aber den nachhaltigeren und weniger schmerzhaften Ansatz darstellen. Somit verhindert man auch die Resignation der Belegschaft direkt zu Beginn, wenn die immer wieder in kurzen Abständen auftretenden Begrifflichkeiten Transformations- oder auch Change-Kampagne/Initiative erwähnt werden. Veränderung wird entweder angenommen, wenn die Angst nur groß genug ist – was absolut keine sinnvolle, wenn auch effiziente Motivation darstellt – oder aber wenn die Vorteile der Veränderungen sichtbar, besser noch erlebbar, gemacht werden.

Zwei Ansätze für die Assimilation der Start-Up-Kultur im Konzern sollen hier beleuchtet werden, wobei diese nicht getrennt voneinander eingeführt werden sollten, sondern gerade in Kombination besonders wirkungsvoll sind.

Zum einen können Mitarbeiter aus unterschiedlichsten Bereichen neue Herangehensweisen erlernen, die sich gerade im Start-Up-Umfeld bewährt haben, und versuchen, diese auf ihr gewohntes Umfeld anzuwenden. Zum anderen können diese Mitarbeiter eingeladen werden, sich selbst als sogenannter „Intrapreneur“, also dem Entrepreneur im eigenen Unternehmen, zu verwirklichen und zu beweisen. Dies geschieht meist in Inkubatoren bzw. speziellen strategischen Projekten oder Stabsabteilungen. Hierbei sei gesagt, dass diese beiden Ansätze nicht anstatt der oben genannten Innovationskonstrukte Corporate Venture Capital oder auch Accelerator zu sehen sind, sondern eher eine gute Basis darstellen, auf denen diese Innovationskonstrukte dann erfolgreich aufbauen

können, da sie das gesuchte Grundverständnis und den gegenseitigen Respekt für beide Kulturen mit sich bringen.

Methoden wie Scrum, die sich in Start-Ups häufig wiederfinden und im vorangegangenen Kapitel bereits angerissen wurden, basieren meist auf dem Agilen Manifest, welches 2001 von führenden Köpfen der IT-Industrie geschrieben wurde und aus vier Werten und zwölf Prinzipien besteht, um Software erfolgreich zu entwickeln (Beck et al. 2001). Mittlerweile hat sich das Agile Manifest auch seinen Weg in andere Industrien gebahnt, da seine grundlegenden Aussagen in vielen Bereichen als allgemeingültig angesehen werden können.

Es seien hier der Einfachheit halber nur die vier agilen Werte genannt:

- Individuen und Interaktionen über Prozesse und Werkzeuge;
- Funktionierendes Produkt über umfassende Dokumentation;
- Kundenkollaboration über Vertragsverhandlungen;
- Reagieren auf Veränderungen über Verfolgen des Plans.

Möchte man nun die agilen Werte und Prinzipien mit den bisherigen, im Konzern vorherrschenden und eher auf Kontrolle basierten Ansätzen in Einklang bringen, so ist es wichtig, genau hinzuschauen, wo die jeweiligen Vorteile der Ansätze liegen. Hinweise, wie ein solcher Einklang aussehen könnte, bietet die folgende Gegenüberstellung von Faktoren, die häufig als unvereinbar angesehen werden, jedoch erfolgreich wirken können, wenn sie immer gemeinsam gelebt werden (Pisano 2019).

- Fehlertoleranz vs. Intoleranz für Inkompetenz: Fehler sollten immer zu wertvollen Informationen bzw. einem Lerneffekt führen und entsprechend gefeiert werden. Früher Scheitern ist als positiv zu sehen, da somit die Kosten dieses Scheiterns im Verhältnis zu den gewonnenen Erfahrungen gering ausfallen. Jedoch sollte dies keines falls als Freifahrtschein für Inkompetenz angesehen werden. Es benötigt daher klar artikulierte Erwartungswerte für Leistungsstandards. Low-Performer sollten entsprechend ausgetauscht bzw. auf Positionen versetzt werden, die ihrem Leistungsstand und Können mehr entsprechen.
- Experimentierfreudigkeit vs. Rigorose Disziplin: Das Entwickeln neuer Ideen und Hypothesen, auch frei von vorherrschenden Meinungen und Glaubenssätzen sollten gefördert werden, um neue Erkenntnisse zu ermöglichen. Gleichzeitig sollten jedoch klare Kriterien definiert werden, nach denen entschieden werden kann, welche Ideen und Projekte nicht weiterverfolgt werden bzw. weiter ausgearbeitet werden müssen, bevor sie im Innovationsprozess in die nächste Phase übergehen können. Ziel sollte sein, die Wahrscheinlichkeit möglichst zu erhöhen, alle Schwachstellen der Idee bzw. des Projektes zu identifizieren.
- Psychologische Sicherheit vs. Brutale Aufrichtigkeit: Probleme sollten von allen offen und ehrlich ausgesprochen werden können, ohne die Sorge Repressalien erwarten zu müssen. Dies erfordert jedoch auch, dass über alle Ebenen hinweg deutliche, konstruktive

Kritik respektvoll angebracht und angenommen werden kann. Konfrontation sollte nicht gemieden werden, unabhängig vom Ansehen der Person.

- Kollaboration vs. Individuelle Verantwortlichkeit: Hilfe von anderen zu suchen und diese anzubieten sollte selbstverständlich sein. Entscheidungen sollten erst nach Einbeziehung aller relevanten Teilnehmer geprüft und getroffen werden. Dennoch sollte die Entscheidungsbefugnis ganz klar geregelt sein. Die Person, die die Entscheidung trifft, ist entsprechend voll verantwortlich und hat die Konsequenzen der Entscheidung zu tragen.
- Flache Hierarchien vs. Starke Führung: Durch flache Hierarchien können Entscheidungen schneller getroffen und abgeändert werden, da dezentral am Ort der Information entschieden wird. Damit dies jedoch funktioniert, müssen die darüberliegende Vision, Strategie, Ziele und Schlüsselprinzipien klar formuliert und über alle Ebenen kommuniziert sein.

Viele Konzerne, gerade außerhalb der chemischen-pharmazeutischen Industrie, wie Bosch, Zeiss, Daimler oder Siemens, haben besonders in der Forschung und Entwicklung mittlerweile sehr positive Erfahrungen mit diesen Ansätzen gemacht und leben so agiles Projektmanagement im Rahmen von klassischen Wasserfall-Produktentwicklungsprozessen. Wichtig hierbei ist, nicht stur agile Methoden einzuführen und rigide abzuarbeiten, sondern genau zu prüfen, welche Werkzeuge sich in der jeweiligen Situation bewähren. Getreu dem Motto „So agil wie möglich, so rigide wie nötig“. Dieses Vorgehen erfordert Mut, Führungsstärke und Kommunikation in alle Richtungen, da das jeweilige interne Umfeld, vor allem die der Sponsoren, meist nicht auf ein solches Vorgehen vorbereitet ist. Gerade Abteilungen wie Quality Assurance oder auch das klassische Project Management Office sind hier andere Prozesse und Dokumentenvorlagen gewohnt. Anstatt groß angelegte Schulungen und Projekte über alle Ebenen hinweg zu initiieren, haben sich kleinere Versuchsballons auf Team- bzw. Gruppenebene als viel erfolgreicher herausgestellt. Gemeinsames Lernen in angepasster Geschwindigkeit und kontinuierliches Revidieren von Herangehensweisen führen zu raschen Erfolgen, die dann für die interne Kommunikation als Best Practices genutzt werden können und dadurch eher angenommen werden, weil sie aus dem eigenen Hause stammen und gerade nicht von Beratern von außen aufoktroiert sind.

Ein spezieller Fall der Anwendung der oben genannten Ansätze zeigt sich in den Inkubatoren oder auch sogenannten internen Start-Ups. In diesen bekommen Mitarbeiter die Chance, eigene Ideen nach vorheriger Prüfung innerhalb eines gewissen Zeitraums und unter Zuhilfenahme von Budgets und Coaching in ein erfolgreiches Produkt zu überführen. Diese Ideen finden meist keinen Platz im durchstrukturierten und über mittel- bis langfristige Roadmaps geplanten Umfelds des Kerngeschäfts. Zudem sind sie häufig auf Breakthrough-Innovationen ausgelegt, d. h. sie versprechen ein sehr hohes wirtschaftliches Potenzial, beinhalten aber eine hohe Unsicherheit in Bezug auf die technische Machbarkeit und die Akzeptanz des Marktes. Damit stellen sie ein hohes wirtschaftliches Risiko dar. Dieses Risiko scheuen entsprechend gerade die Kerngeschäfte, da sich

das Return on Investment – wenn überhaupt – meist erst nach langer Entwicklungszeit zeigt; also dann, wenn die zuständigen Manager schon wieder auf anderen Posten bzw. in anderen Firmen tätig sind. Die meisten Incentivierungswerkzeuge, wie jährliche Performance Boni, sind dafür nicht ausgelegt. Wichtig ist hierbei die Unabhängigkeit dieser Innovationskonstrukte gegenüber der Kerngeschäfte. Dies bezieht sich sowohl auf die Nutzung der finanziellen Ressourcen als auch auf die Freiheit zu entscheiden, welche Themen mit welchen Personen bzw. Teams bedient werden sollen. Häufig werden daher eigenständige legale Unternehmungen, wie GmbHs, oder Stabsabteilungen als auch spezielle Initiativen gegründet, deren Sponsoren auf CxO-Ebene angesiedelt sind. Diese ermöglichen sowohl die finanzielle Freiheit, als auch die Rückendeckung für neue, unkonventionelle Ansätze, die zudem ein Experimentieren vorsehen. Zudem schaffen sie aufgrund ihrer hierarchischen Position Stolpersteine und Hürden, meist interner Natur, aus dem Weg. Wichtig erscheint daher auch die Einbettung dieser Konstrukte in die Unternehmensstrategie, um Wechsel in der Führungsebene über einen längeren Zeitraum auszugleichen und damit eine Kontinuität zu ermöglichen, die diese sehr risikobehafteten, neuartigen Projekte brauchen, um sich im geschützten Rahmen entfalten zu können.

Über alle Innovationskonstrukte hinweg ist die frühe Einbindung von potenziellen Kunden als eine Art Co-Development-Partner als erfolgsversprechend anzusehen. Das direkte Feedback zum Konzept als auch zu den kontinuierlich erarbeiteten Prototypen bzw. Zwischenständen hilft zu vermeiden, über einen längeren Zeitraum an den realen Bedürfnissen der Kunden vorbeientwickelt zu haben und somit schlussendlich keinen Markterfolg zu verbuchen. Daher finden sich auch hier häufig agile Werkzeuge, wie Scrum oder Design Thinking. Trotz aller Freiheiten scheinen gerade die Ansätze im Konzernumfeld am Erfolgreichsten, die gewisse Rahmenbedingungen an die Projekte setzen. So wird ein regelmäßiges Reporting an die Sponsoren und eine Orientierung an groben Meilensteinen als wichtig erachtet. Besonderen Fokus wird auf die Formung von motivierten, engagierten und cross-funktionalen Teams ohne hierarchischen Aufbau gelegt, was mindestens auf gleicher Prioritätsstufe wie die eigentliche Gründungs-idee angesehen wird. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass die Teams skalierbar sind, d. h. bei erfolgreicher Umsetzung auch rasch vergrößert und bei geringerem Erfolg auf andere Themen fokussiert bzw. in die Kernbereiche zurück integriert werden können. Somit wird das Risiko, zu schnell zu große und damit teure Teams unterhalten zu müssen, reduziert. Gleichzeitig wird den Teams vermittelt, dass bei Erfolg auch Wachstum der Einheit vorgesehen ist: „Think big, start small!“. Der Vorteil der internen Start-Ups bzw. Inkubatorprojekte liegt im Vergleich zu externen Start-Ups in der Regel in der Möglichkeit der Nutzung der bereits verfügbaren internen, sehr spezialisierten Einheiten, wie etwa Quality, Regulatory Affairs, Supply Chain, etc., wobei die gute Ausstattung mit finanziellen Ressourcen die Einbindung von externer Unterstützung bei fehlender interner Expertise ermöglicht.

5 Beispiele von Start-Up-Kulturansätzen in der chemisch-pharmazeutischen und Life Science Industrie

In diesem Abschnitt sollen einige Ansätze aus verschiedenen Konzernen der chemisch-pharmazeutischen und Life Science Branche beleuchtet werden, die erfolgreich Start-Up Kultur für die Steigerung der Innovationskraft nutzen. Natürlich erhebt diese Darstellung weder den Anspruch der Vollständigkeit noch der korrekten Herangehensweise, da es zahlreiche Unternehmen und Initiativen gibt und deren wirtschaftliche Erfolge noch nicht bzw. nicht immer direkt messbar sind. Vielmehr sollen die Beispiele als Anreiz dienen, sich intensiver mit dem Thema auseinander zu setzen.

Zunächst werden Ansätze beleuchtet, die Start-Ups von außen in den Konzern bringen, wie Acceleratoren. Anschließend stehen Methoden im Fokus, die interne Start-Ups im Konzern fördern, wie die bereits oben genannten Inkubatoren. In allen Konstrukten lebt dabei nicht nur der Wunsch nach neuen Produkten und Geschäften, sondern man hat erkannt, dass hierdurch Mitarbeiter, denen das besondere Mindset des Entrepreneurs innewohnt, leichter identifiziert werden können.

Acceleratoren und weitere Innovationskonstrukte, wie Hackathons, haben das Ziel, existierende externe Start-Ups und interessierte potenzielle Gründer mit dem Konzern in Kontakt zu bringen und so positiv auf die bestehende Unternehmenskultur einzuwirken.

Bayers Accelerator „CoLaborator“ wurde in Berlin im Jahr 2014 gegründet (Bayer o. J.). Büro- und Laborräume werden an Start-Ups aus dem Life Science Bereich vermietet, um Kooperationen zwischen den Start-Ups leichter entstehen zu lassen. Die Auswahl erfolgt anhand der Forschungsschwerpunkte der Bayer, wobei keine Kapitalbeteiligungen angestrebt werden, d. h. die Firmen bleiben unabhängig, können aber auf die Expertise und das Forschungsnetzwerk von Bayer zugreifen. Zusätzlich zu Berlin betreibt Bayer noch CoLaboratoren in Moskau (Russland), San Francisco (USA), Sacramento (USA) und Kobe (Japan).

Im Rahmen des im Jahre 2013 gegründeten Bayer G4A (Grants4Apps)-Accelerator können sich sowohl Digital-Health-Start-Ups als auch externe Entwickler und Bayer-Mitarbeiter, die ihr eigenes Unternehmen gründen wollen, für eine finanzielle Förderung bewerben (Bayer G4A o. J.). Dadurch verspricht sich Bayer innovative Lösungsansätze für die internen Projekte. Mittlerweile unterstützt der Accelerator über 50 Start-Ups in 35 Ländern, auch mittels Mentoring/Coaching durch interne Spezialisten und Seniormanagement sowie Co-Working-Space in Berlin, Barcelona (Spanien), Moskau (Russland) und Shanghai (China) für 100 Tage. Hieraus entstand auch die Grants4Apps-Deal-maker-Challenge, die sich an etabliertere Start-Ups mit existierenden Produkten und Technologien richtet, die zu den Therapiegebieten und formulierten Fragestellungen von Bayer passen. Die Teams arbeiten zusammen mit internen Experten an der weiteren Umsetzung. Neben Grants4Apps rief Bayer mittlerweile weitere Funding Aktivitäten unter dem Grants4 Muster ins Leben, um weitere Forschungsgebiete abzudecken, die auf der Open Innovation Plattform dargestellt werden.

Seit Oktober 2015 führt Merck regelmäßig Accelerator Initiativen durch, sowohl in Deutschland, als auch in China (Interview mit Hong Wa Poon). Ziel ist es, dass Start-Ups und der Merck Konzern zusammen neue Lösungen entwickeln, wobei der Accelerator als die erste Phase dieses Co-Creation-Ansatzes auf die Bildung von Pilotprojekten fokussiert, die innerhalb drei Monate herausarbeiten, wie sich die langfristige Zusammenarbeit an der Lösung gestalten könnte. Die existierenden Einheiten liefern dafür zumeist die Themen, d. h. die Pain Points und Scouting-Felder für die die passenden Start-Ups gesucht werden. Pro Runde werden ca. zwölf Start-Ups über einen Zeitraum von etwa vier Monaten ausgewählt und mit 30.000 EUR sowie Büroräumen und Zugang zu den internen Experten für drei Monate unterstützt. Von den bisherigen 50 Start-Ups aus dem Accelerator wurden fünf Projekte von den existierenden Bereichen und weiter fünf im Merck Innovation Center weitergeführt, entweder als Forschungskollaboration, als IP-Kauf oder in Form von Lizenzverträgen aber auch als Zulieferer-Kunden-Beziehung. In den Anfängen war es sehr schwierig, intern Personen zu identifizieren, die an den Acceleratoren mitarbeiten bzw. als Sponsor auftreten wollten. Dies lag sowohl an dem starken Fokus auf das Kerngeschäft, als auch an dem fehlenden Mindset, in der Diskussion mit den Start-Ups einen kreativen Einlass für Ideen außerhalb der eigentlichen Themen zu sehen. Zudem wollten sich Start-Ups nicht auf die vertraglichen Konditionen bei der finalen Auswahl einlassen, die eine Beteiligung an den Gewinnen über mehrere Jahre vorsah. Dies konnte jedoch dadurch behoben werden, dass die Gewinnbeteiligung abgeschafft und der Prozess der Zusammenarbeit mit Hilfe von Meilensteinen, die ein gewisses Kommittent des Start-Ups aber auch einen anschließenden Letter of Intent von Merck-Seite einfordern, besser strukturiert wurde.

Neben den Accelerator-Runden führt Merck immer wieder Hackathons in verschiedenen Ländern durch. Hierzu werden je nach Fokus Studenten und Doktoranden als auch Start-Ups eingeladen, über einen Zeitraum von 24 h an ausgewählten Fragestellungen des Konzerns zu tüfteln und Lösungen auf Prototypenebene zu entwickeln. Die besten Lösungen werden prämiert und erhalten die Einladung, mit den Experten aus den entsprechenden Einheiten von Merck an der Umsetzung zu arbeiten. Hierbei muss es sich nicht immer um neue Produkte handeln, sondern kann auch neue Marketingkonzepte oder Verbesserungen von bestehenden Lösungen einschließen.

Wie bereits erwähnt, spricht die aktuelle Zufriedenheitsstatistik gegen die Innovationskonstrukte, die externe Start-Ups in den Konzern bringen, weil der Austausch zwischen den Mitarbeitern des Start-Ups und des Konzerns eine intensivere Zusammenarbeit über einen längeren Zeitraum und im besten Fall positive Ergebnisse erfordert. Somit sind die Auswirkungen auf die Unternehmenskultur des Konzerns nicht immer von Erfolg gekrönt. Erfolgreicher scheinen jedoch die Innovationskonstrukte zu sein, die die internen Mitarbeiter befähigen, ihre eigenen Ideen mit höherem Freiheitsgrad als im Kerngeschäft umzusetzen und so als Intrapreneur zu wirken.

Mit dem Inkubator „Chemovator“ ermöglicht die BASF seit 2018 ihren Mitarbeitern, hochrisikoreiche Geschäftsideen in einem geschützten Rahmen unabhängig vom Mutterkonzern als Entrepreneur umzusetzen (BASF o. J.; Interview mit Markus Bold). Die

Motivation des Vorstandes bestand darin, mit den Umbrüchen in den Abnehmerindustrien besser umgehen zu können, d. h. mögliche Portfolioergänzungen zu explorieren und zu experimentieren. Hierbei müssen die Themen einen chemischen Bezug bzw. einen Bezug zu den Kompetenzen der BASF besitzen, um die Verknüpfung von Ideen und Knowhow der etwa 120.000 Mitarbeiter hin zu neuen Geschäften zu führen. Dies kann bedeuten, dass für ein Produkt ein Markt gesucht wird, aber auch die Kapitalisierung verfügbarer Daten für neue Geschäfte oder auch neue Ansätze zum Thema Arbeitswelt. Rechtlich handelt es sich bei dem Inkubator um eine eigene Rechtsgesellschaft mit eigener Gewinn- und Verlustrechnung um eine gewisse Unabhängigkeit und Autonomie von den klassischen Unternehmensstrukturen und Prozessen zu ermöglichen. Externe Gründer und Investoren unterstützen die bis zu zwölf zwei- bis dreiköpfigen Venture Teams als Coaches, um die Geschäftsmodelle rund um die innovativen Ideen mit Impulsen von außen auszuarbeiten. Die Arbeit mit den erfahrenen Gründern spielt im Chemovator eine große Rolle, um die übliche Innenlogik, wie z. B. starker Fokus auf technischer Entwicklung als Entscheidungskriterium für die Zulassung eines neuen Venture Teams, nicht greifen zu lassen. Wichtiger ist die Frage nach dem externen Kunden und seinen Bedürfnissen. Der Chemovator basiert dabei auf den Werten „Ownership“, „Speed“, „Willingness to take risks“, „Focus on the market“ und „Learning culture“. Die Teams erhalten ein Budget, Coaching, Büroräume und Zugang zu relevanten Experten. Die Inkubationsphase kann nach erfolgreichen Pitches bis 24 Monate betragen und endet im Erfolgsfall mit einem Spin-In oder Spin-Out, so dass die Mitarbeiter entweder zur BASF zurückkehren oder ihr eigenes Unternehmen gründen. In der Reintegration in den Konzern wird aktuell noch ein hohes Risiko des Scheiterns aufgrund von kulturellen Unterschieden gesehen – aufgrund der kurzen Laufzeit konnten bisher noch keine Beispiele des Spin-Ins gezeigt werden. Lösungen dafür könnten in der weiteren relativen Unabhängigkeit der internen Start-Ups in Bezug auf Budget und Organisationaler Struktur liegen, um einen gewissen „Welpenschutz“ zu gewährleisten. Hierfür wird die Aufrechterhaltung der Berichterstattung an das Management des Chemovators zu Kennzahlen und Meilensteinen hilfreich sein. Der Ansatz von Spin-Offs mit Minderheitsanteilen der BASF an der Gründung wird ebenfalls als schwierig angesehen, da dies aktuell noch ein eher untypisches Herangehen ist. Unterstützend zu den eigentlichen Gründerteams werden noch verschiedene Veranstaltungsformate betrieben, wie dem Demo Day, wo die angehenden Entrepreneure vor den Investoren und dem CEO der BASF ihre Ideen vorstellen und den Vergleich mit der externen Start-Up-Welt aufnehmen. Die existierenden Kernbereichen haben zudem die Möglichkeit, die Angebote des Chemovators in Form eines zweitägigen Bootcamps ohne weitere Verpflichtungen auszuprobieren. Employer Branding Aktivitäten spielen quasi keine Rolle, damit sich die Teams und Mitarbeiter des Chemovators auf die Erarbeitung der erwarteten Ergebnisse fokussieren können. Herausforderungen an den Chemovator werden in den Erwartungshaltungen des Konzerns gesehen:

- Was bringt der Inkubator dem Konzern?
- Sind die Projekte im Externen wie Internen am Ende anlagefähig?

- Findet man ein Geschäftsmodell für den Inkubator, das sich am Ende selbst trägt?
- Wohin entwickelt sich der Inkubator in Bezug auf andere Länder als auch in der Öffnung nach außen?
- Welchen Beitrag kann man als Inkubator auf die Öffnung der BASF in der Rolle als Chemieunternehmen in Bezug auf komplexe, offene Ökosysteme leisten?

Die Chemische Fabrik Budenheim, die zur Oetker-Gruppe gehört und sich auf die Herstellung und Vermarktung von Spezialchemikalien spezialisiert hat, setzte sich zum Ziel, die bisherigen U-Boot-Projekte, die erfolgsversprechend aber dennoch teils unter dem Radar des Managements von den Mitarbeitern betrieben werden, als Start-ups an die Oberfläche und mit den benötigten Ressourcen voran zu bringen (Interview mit Pierre-Alain Weiss). Der Gedanke dahinter bestand darin, dass hinter diesen U-Booten scheinbar etwas dran sein müsse, wenn diese trotz mehrfachen Stoppens durch das Management immer wieder weiter betrieben werden. Hierfür konnten zu Beginn interessierte Mitarbeiter Ressourcen abfragen und kleine Teams aufbauen. Dies scheiterte jedoch meist daran, dass die Teams sehr stark von dem Wissen und der Erfahrung des jeweiligen Projektleiters abhingen und häufig nicht auf die erforderliche Breite an Kompetenzen zurückgreifen konnten. Zudem wurden Hierarchien entsprechend der Kernbereiche aufgebaut und ausführliche Businesspläne und Präsentationen entwickelt. Infolgedessen wurde ein neuer Ansatz aufgesetzt, in dem ein Managing- oder Innovations-Board nun die Ressourcen freigibt. Dieses besteht aus der Geschäftsführung, dem Leiter des Innovation-Managements sowie Coaches aus den Kerneinheiten bzw. aus der Oetker-Digital-Organisation. Die Leitung jedes Start-Ups muss aus mindestens zwei, jedoch maximal drei Personen bestehen und sollte sowohl technische als auch kaufmännische und unternehmerische Expertise aufweisen. Die Leitung fokussiert sich ausschließlich auf die jeweilige Geschäftsidee, anstatt nebenbei PR-Aktivitäten im und außerhalb des Konzerns nachzugehen. Die wesentliche Fragestellung zielt auf den jeweiligen Markt und die entsprechenden Anforderungen ab. Im Sinne des Lean Start-Up Ansatzes werden an das Innovationboard eher Erfahrungen (Learnings) statt des Business-Plans berichtet. Zu Beginn wurde versucht, für die Leistungsteams neue Mitarbeiter mit der entsprechenden Gründer- bzw. Unternehmer-Mentalität (Entrepreneurial Mindset) von außen hereinzuholen. Jedoch stellte sich dies zum einen auf Grund des Bekanntheitsgrades von Budenheim als etabliertes Unternehmen, als auch zum anderen auf Grund der Persönlichkeitsmerkmale der Kandidaten als schwierig heraus. Somit werden nun gezielt entsprechende interne Mitarbeiter identifiziert, die von ihrer Selbständigkeit und Wirkungsdrang in diese Rollen passen. Dem Leitungsteam obliegt anschließend die Budgetverantwortung für das Start-Up. Im Gegensatz zu vielen Innovationsräumen, stehen den Start-Ups keine hippen Räumlichkeiten zur Verfügung, sondern es zeigt sich eher eine praktische, effiziente Garagen-Atmosphäre. Tools wie Scrum und Kanban Boards werden geschult und in einem angepassten, mit Design Thinking- und Lean Startup-Elementen angereicherten Stage-Gate-Prozess gelebt. Im Laufe der Zeit haben sich die Start-Ups zu internen Talentschmieden entwickelt, da die existierenden Bereiche auf die Mitarbeiter

der Start-Ups und ihr Engagement rascher aufmerksam werden und so die Mitarbeiter in neue Positionen abwerben. Einige der Start-Up-Leiter wechseln auch anschließend in das Innovationsmanagement, um die existierenden Geschäfte dahingehend zu unterstützen, wie man flexibel in einem rigiden Produktentwicklungsprozess innovieren kann. Als Exit-Optionen für die Start-Ups ist es möglich, dass diese in die existierenden Bereiche übergehen, sie an Extern verkauft oder auch Joint Ventures angegangen werden.

Merck arbeitet seit 2009 mit dem Inkubator „Innospire“, den der Autor selbst einige Jahre zusammen mit seinem Kollegen Ulrich Betz leitete. Innospire wurde mittlerweile von vielen Firmen, auch aus anderen Branchen, kopiert und an deren Umfeld angepasst, was unter anderem im Jahr 2015 mit dem Innovationspreis der Deutschen Wirtschaft in der Kategorie Unternehmen mit innovativen Personalkonzepten honoriert wurde. Innospire wurde aus vier Motivationen heraus gegründet: Das erste Ziel ist es, das volle Innovationspotenzial der globalen Merck-Organisation zu mobilisieren, in dem alle Mitarbeiter über alle Unternehmensbereiche hinweg zur Teilnahme eingeladen sind. Als zweites Ziel soll Innospire neue Netzwerke und die Beziehung zwischen den unterschiedlichen Unternehmensbereichen Healthcare, Life Science und Performance Materials fördern und so neue Geschäftsmöglichkeiten zwischen diesen ermöglichen. Das dritte Ziel besteht in der Schaffung einer Umgebung in der Entrepreneurial Mindset in Form von hochmotivierten Teams zur Umsetzung von neuen Geschäftsideen in Produkte führt. Das vierte Ziel stellt schlussendlich die Botschaft dar, dass neuartige Innovationen in herausfordernden Zeiten, wenn die Budgets knapp bemessen sind, immer einen hohen Stellenwert im Unternehmen haben. Als Hauptmotivation für die Teilnehmer der alle zwei Jahre stattfindenden Initiative steht die Eigenmotivation im Vordergrund, die eigene Idee in ein Geschäft umsetzen zu können. Die Geschäftsideen können dabei in den existierenden Merck Geschäften liegen, aber auch Synergien zwischen diesen oder über diese hinausgehend sein, sofern sie in die strategischen Suchfelder von Merck passen. Über den Zeitraum von neun Monaten durchlaufen die üblicherweise fünfköpfigen Teams mehrere Auswahlstufen und Trainings, inklusive eines einwöchigen Bootcamps hin zu einem kompletten Businessplan, der dann vor der Geschäftsleitung und den Vertretern der Geschäftssektoren präsentiert und bei Erfolg mit einem jährlichen Budget von ca. 1 Mio. EUR über drei Jahre prämiert wird. Die Projektmitglieder arbeiten entweder in Teilzeit, oder teilweise auch in Vollzeit in den Teams und tragen den aktuellen Stand regelmäßig an ein Innovationskomitee weiter, welches für die Budgetfreigabe sowie die Unterstützung der Teams zuständig ist. Als Exit kommt die Reintegration in die existierenden Bereiche, was für die meisten Projekte der Fall ist, als auch eine Überführung als eigenständiges Geschäft bzw. eine Ausgründung in Frage. Mehrere Produkte wurden seit dem ersten Aufruf gelauncht und zahlreiche Patente geschrieben. Innospire hat sich über die Jahre zu einem dynamischen, globalen und bereichsübergreifenden Netzwerk von Innovatoren entwickelt, die wiederum in ihren Bereichen das Gründer- und Unternehmer-Mindset etablieren und leben.

Ein sehr ähnliches Konstrukt nutzt auch Evonik, um den Gründergeist im Unternehmen zu fördern – mit der Erwartung, dass Vielfalt stets zu mehr Kreativität und

damit am Ende auch zu besseren Ergebnissen führt (Interview mit Stefan Buchholz, „Interview mit Carlos Andrés Martínez Cristancho“). Wie bei der Merck Innospire Initiative wird ein Ideenwettbewerb initiiert, bei dem die Ideen global über eine Online-Plattform gesammelt werden, auf der die Mitarbeiter dann die Ideen liken und kommentieren und so auch mit dem Ideengeber weiterentwickeln können. Eine erste Vorselektion, die von internen Mitarbeitern aus der Forschung, durchgeführt wird, reduziert die Zahl der Ideen um solche, die bereits in einer ähnlichen Form existieren oder für Evonik nicht interessant sind. Die verbliebenen Ideengeber haben dann die Aufgabe, ein schlagkräftiges Team mit benötigter Expertise zusammenzustellen und die Idee weiter auszuarbeiten. Ein Expertengremium von Führungskräften aus Forschung und Marketing, das eine langjährige Betriebszugehörigkeit ihrer Mitglieder vorweisen kann und ausreichend Kenntnis darüber verfügt, welche Themen im Unternehmen eine reelle Chance auf Umsetzung haben, wählt dann sechs Teams aus, die dann wie auch im Falle von Merck's Innospire Initiative ein Bootcamp durchlaufen, um das Minimal Viable Product und das Business Model an Hand der Business Model Canvas Methodik zu erarbeiten. Dabei fungieren die Mitglieder des Expertengremiums gleichzeitig als Coaches für die Teams. Auf einem Abschlussevent präsentieren und verteidigen die Teams ihre Ideen dann vor 200 Kolleginnen und Kollegen. Ein anschließendes Voting, bei dem 50 % der Bewertung von einer Jury, bestehend aus einem Executive Board Member, dem Chief Innovation Officer, dem Head of Technology & Infrastructure und drei Geschäftsleitern, und 50 % von den Gästen stammen, kürt dann den Sieger. Dieser erhält 200.000 EUR und 1 Jahr Zeit für die Erarbeitung eines Proof-of-Concept, mit dem dann die Business Lines von Evonik überzeugt werden sollen, das Thema fortzuführen. Aus den bisher drei einjährigen Erarbeitungsphasen wurden anschließend zwei Projekte fortgeführt. Der Gewinner dieses Jahres (2019) befindet sich gegenwärtig noch in der Proof-of-Concept-Phase. Als kritisch wurde in den letzten Jahren erkannt, dass die potentiellen Entrepreneure bereits vor und während des Bootcamps die relevanten Stakeholder im Konzern identifizieren und als Sponsoren und Förderer aus den Geschäftseinheiten gewinnen müssen. Des Weiteren zeigt sich, wie auch bei der Merck Innospire Initiative, dass nicht jeder Ideeneinreicher auch unbedingt seine Idee selbst als Gründer bis zur finalen Umsetzung des Proof-of-Concept treiben möchte. Der aktuelle Job, alternative Karriereziele sowie das private Umfeld kommen hier zum Tragen. Auch kann das Mindset eine Rolle spielen, weil man nicht bereit ist, das Risiko einzugehen zu scheitern. Infolgedessen zeigt sich, dass der Wettbewerb gerne auch als Talentwerkzeug verwendet wird, um Mitarbeiter mit diesem besonderen Entrepreneurial Mindset zu identifizieren und auf andere Projekte in den Geschäftseinheiten einsetzen zu können.

Neben den Inkubatoren setzen einige Firmen auch Einheiten aus strategischen Gesichtspunkten direkt ein, die dann als interne Start-Ups tätig sind, um neue Geschäftsansätze auszuprobieren. Diese finden sich in der chemischen-pharmazeutischen Industrie aktuell besonders im digitalen Produktumfeld.

Merck Life Science startete beispielsweise im Frühjahr 2018 mit der Stabsabteilung „Digital Lab Productivity Solutions“ eine strategische Initiative für die Entwicklung neuer digitaler Geschäfte im industriellen Laborbereich. Zum einen befinden sich unter

diesem Dach Start-Ups, die unabhängig vom Kerngeschäft neue digitale, vernetzte Lösungen nach agilen Methoden entwickeln und im Sinne des Inbound-Marketings vermarkten. Eines dieser Start-Ups, genannt „Smart Consumables“ und geleitet vom Autor, beschäftigt sich zum Beispiel mit der Steigerung der Effizienz, Qualität, Sicherheit und Compliance im Labor durch die intelligente Vernetzung von Chemikalien und anderen Konsumgütern. Zum anderen übernimmt die Einheit die Aufgabe, die etablierten Konzernstrukturen so neu aufzustellen, dass auch die Kerngeschäfte zukünftig digitale Geschäftskonzepte leichter umsetzen können. Hierbei geht es u. a. um die Fähigkeiten der Quality-Organisation, Software als Produkt qualifizieren zu können, aber auch die interne IT-Organisation zu befähigen, die Infrastruktur und Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, die es benötigt, um externen Kunden digitale Produkte anbieten zu können. Des Weiteren wird der bisherige Produktentwicklungsprozess, der einem klassischen Wasserfallmodell folgt, auf die Verwendung von agilen Projektmanagement-Methoden ergänzt und für DevOps-Einheiten, also der Kombination aus Entwicklung und Operations, um einen kontinuierlichen Software-Auslieferungsprozess erweitert. Damit lebt Digital Lab Productivity Solutions die neuen Methoden im klassischen Life Science Markt mit ihren eigenen digitalen Geschäften vor und kann so glaubwürdiger in die etablierten Bereiche wirken.

Im Jahr 2017 gründete Evonik die Evonik Digital GmbH als „Digital Innovation Factory“, mit dem Ziel der Entwicklung neuer digitaler Geschäftsmodelle und Pilotprojekte mit Hilfe von Lean Start-Up und Design Thinking Ansätzen entsprechend der konzernweiten Ansatzpunkte für Digitalisierung (Kundennähe, Geschwindigkeit und Agilität, Partnernetzwerk, Kompetenzaufbau, Digitale Kultur) (Digital Evonik o. J.; Welt (2017); „Interview mit Henrik Hahn“). Darüber hinaus unterstützt die Evonik Digital den Konzern in der Umsetzung einer veränderungsoffenen, lernfähigen Unternehmenskultur, Stichwort „#HumanWork“, durch die Förderung der Kommunikation und des Austauschs über das Arbeiten im digitalen Zeitalter. Themen sind hier u. a. die Förderung der Wissensteilung durch Nutzung der internen sozialen Netzwerke mittels der „Working-out-Loud“-Methode von John Stepper und eine Alltagsgestaltung, die geprägt ist durch kontinuierliches Feedback, experimentieren, flexible Arbeitsweisen und entscheidungsbefugte Teams. Dabei versteht sich die Evonik Digital als Brückenbauer in die Geschäftsbereiche, um so neue Methoden zu etablieren als auch das eigene Ökosystem und Partnerschaften rund um die digitalen Themen für den Konzern zu erschließen. Die Perspektive „Anschub-Unterstützung“ trifft hier wohl am besten zu, wobei die Evonik Digital häufig einen umfangreichen Beitrag im Hintergrund leistet – wenn sich andere Bereiche des Unternehmens im Laufe der Zeit selber als eigentliche Urheber einer Initiative wahrnehmen, dann ist dies für die Evonik Digital ein besonderes Zeichen gelungener Zusammenarbeit. Als eigenständige GmbH besitzt die Evonik Digital Start-Up-Charakter, kann aber auf viele Serviceleistungen eines großen Unternehmens zurückgreifen. So entsteht zusätzlicher Spielraum, um eigene Initiativen zu entwickeln und voranzutreiben. Die Evonik Digital wirkt außerdem wie ein „Inkubationsraum“, in dem besonders tiefgreifende Innovationen auf dem Gebiet der Digitalisierung reifen können – zum Beispiel solche, die man aktuell noch nicht

direkt den existierenden Bereichen zuordnen kann. Somit bietet sich Mitarbeitern der Evonik Digital die Möglichkeit, Freiräume zu nutzen, neue Dinge einfach auszuprobieren und bei Bedarf zu verändern, falls sie nicht den eigenen Erwartungen entsprechen. Es kann jedoch konstatiert werden, dass Mitarbeiter, die aus dem Konzern in die Evonik Digital wechseln, weil sie gezielt diese Freiheiten suchen, nicht schon allein durch die Veränderung davor gefeit sind, in traditionelle Denkmuster mit stärkerem Prozess- und Hierarchiedenken zurückzufallen. Dies wird umso deutlicher, je größer die jeweiligen Einheiten der Evonik Digital zu einem bestimmten Thema werden und je mehr Abstimmungsbedarf besteht. Um für das Gesamtunternehmen die besonderen Vorteile der Start-Up-Kultur zu erschließen, ist die Evonik Digital sehr fokussiert in ihrer Arbeit und geht im Bewusstsein streng limitierter Ressourcen und Möglichkeiten vor. Das eigene Konzept muss somit permanent herausgefordert und geprüft werden. Das Input-zu-Output-Verhältnis sollte immer wieder in Frage gestellt werden, denn es geht auch bei der Digitalisierung darum, wirtschaftlichen Erfolg anzusteuern, zu erreichen und zu sichern. Die Idee, mehr Mittel einzusetzen bringe automatisch mehr Innovation, greift zu kurz. Es geht darum, beides gut zusammenzubringen – Geld und Geist.

Zuletzt sei noch erwähnt, dass neben besonderen Organisationsformen zahlreiche Firmen im Kleinen bereits erfolgreich Methoden anwenden, die einzelne Teams oder Gruppen von Teams befähigen, agile neue Produkte zu entwickeln. So hat z. B. der Autor bei Merck in einer der Materialforschungseinheiten Scrum-ähnliche Werkzeuge eingeführt und die Projektstruktur neu aufgesetzt, wodurch die Leistungsparameter der gesuchten Substanzen in einem deutlich kürzeren Zeitraum als zuvor erheblich gesteigert werden konnten. Zudem konnte eine eindeutige Zunahme des Informationsaustauschs zwischen allen Beteiligten und damit auch eine verbesserte Zusammenarbeit über Projektgrenzen hinweg festgestellt werden. Die übliche Denkweise, dass agile Methoden in der klassischen Materialentwicklung nicht funktionieren, konnte damit widerlegt werden.

6 Fazit

In den vorangegangenen Abschnitten haben wir gelernt: Um in Zeiten von Globalisierung und Digitalisierung erfolgreich in der chemisch-pharmazeutischen Industrie innovieren zu können, ist ein tiefes Verständnis für die vorherrschende Unternehmenskultur unabdingbar. Nur so kann geprüft werden, ob eine Strategie innerhalb dieser Unternehmenskultur auch umsetzbar ist. Falls nicht, sollte entweder die Strategie angepasst oder an einer Veränderung der Unternehmenskultur gearbeitet werden. Letzteres stellt sich jedoch auf Grund der tiefen Verankerung in den „Genen“ des Unternehmens und damit der Belegschaft als überaus herausfordernd da. Die Arbeit mit Start-Ups bzw. die Etablierung interner, Start-up-ähnlicher Konstrukte können hier eine Perspektive geben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Unternehmenskulturen eines Start-Ups und eines Konzerns natürlicherweise in den allermeisten

Fällen nicht deckungsgleich sind. Es mag durch die Dynamik und Flexibilität eines Start-Ups eher möglich sein, die Start-Up-Kultur in eine Konzern-Kultur zu überführen, jedoch umgekehrt bedarf es überbrückender Innovationskonstrukte, wie Acceleratoren, Inkubatoren. Corporate Venture Capital oder auch interne Start-Ups, die der Belegschaft neue Perspektiven und den Raum für die Entfaltung einer neuen Unternehmenskultur bieten. Auch die Nutzung von Werkzeugen aus dem Start-Up-Umfeld, wie agiles Projektmanagement oder Hackathons, stellen eine Methode der kontinuierlichen Assimilation als Ziel der Kulturveränderung durch organisationales Lernen dar.

Einige Unternehmen der chemisch-pharmazeutischen Industrie haben vor einigen Jahren mit diesen neuen Start-Up-Ansätzen begonnen und befinden sich entsprechend noch auf dem Weg. Es zeigen sich bereits sehr positive Ergebnisse – besonders in Bezug auf die Identifizierung und Entwicklung von Talenten innerhalb der bestehenden Organisation – jedoch bereiten die aktuellen Strukturen, Prozesse und vor allem die existierende Konzern-Unternehmenskultur noch die ein oder andere Herausforderung. Das Potential der zukünftigen Entwicklung hin zu agilen, sich an schnell ändernde Kundenbedürfnisse ausrichtenden und damit hoch-innovativen Unternehmen kann über alles als sehr vielversprechend angesehen werden und gibt damit Zuversicht auf das was noch kommen mag.

Literatur

- Argyris C, Schon D (1978) Organizational learning: a theory of action perspective. Reading, Mass, Addison-Wesley
- BASF (o. J.) <https://www1.basf.com/digitalization-at-basf/startups.en.html>. Zugriffen: 2. Sept. 2019
- Bayer (o. J.) <https://innovate.bayer.com>. Zugriffen: 2. Sept. 2019
- Bayer G4A (o. J.) <https://www.g4a.health/>. Zugriffen: 2. Sept. 2019
- Beck K, Beedle M, van Bennekum A, Cockburn A. et al (2001) Manifesto for agile software development. <http://agilemanifesto.org>. Zugriffen: 7. Nov. 2019
- Brigl M, Gross-Selbeck S, Dehnert N, Schmieg F, Simon S (2019) After the honeymoon ends. making corporate-startup relationships work. http://image-src.bcg.com/Images/BCG-After-the-Honeymoon-Ends-July-2019-R2_tcm9-222810.pdf. Zugriffen: 7. Nov. 2019
- Cameron K, Quinn R (2006) Diagnosing and changing organizational culture. Jossey-Bass, Chichester
- Denison D (1984) Bringing corporate culture to the bottom line. Org Dyn 13:4–22
- Digital Evonik (o. J.) <https://digital.evonik.com>. Zugriffen: 2. Sept. 2019
- Ernst H (2003) Unternehmenskultur und Innovationserfolg: Eine empirische Analyse. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 55:23–44
- Gordon G, DiTomaso N (1992) Predicting corporate performance from organizational culture. J Manage Stud 29:783–798
- Interview mit Hong Wa Poon, Innovation Manager China Innovation Hub, Merck, 28.08.2019
- Interview mit Stefan Buchholz, Leiter Evonik Creavis GmbH, 09.09.2019
- Interview mit Carlos Andrés Martínez Cristancho, Head of Crowdsourcing & Digital Innovation, Evonik Industries AG, 22.10.2019

- Interview mit Henrik Hahn, Chief Digital Officer, Evonik, 31.10.2019
- Interview mit Markus Bold, Leiter Chemovator, BASF, 15.08.2019
- Interview mit Pierre-Alain Weiss, VP Research & Innovation, Chemische Fabrik Budenheim, 05.09.2019
- Hofstede G (1980) Culture's consequences. International differences in work related values. Sage, Beverly Hills.
- Kotter J, Heskett J (1992) Corporate culture and performance. Free Press, New York
- Peters T, Waterman R (1982) In search of excellence. Harper & Row, New York
- Pisano G (2019) The hard truth about innovative cultures. Harvard Bus Rev 97:62–71
- Ries E (2011) The lean start-up. Crown Publishing, New York
- Sackmann S (2017) Unternehmenskultur: Erkennen – Entwickeln – Verändern. Erfolgreich durch kulturbewusstes Management, 2. Aufl. Springer Gabler, Wiesbaden
- Schein E (2010) Organizational culture and leadership, 4. Aufl. Jossey-Bass, San Francisco
- Senge P (1990) The fifth discipline. The art & practice of a learning organization. Random House Audio. Doubleday, New York
- Specht G, Beckmann C (1996) F&E-Management. Schäffer-Poeschel, Stuttgart
- Tamayo-Torres I, Gutierrez-Gutierrez L, Llorens-Montes F, Martinez-Lopez F (2016) Organizational learning and innovation as sources of strategic fit. Ind Manage Data Syst 116:1445–1467
- Timinger H (2017) Modernes Projektmanagement. Mit traditionellem, agilem und hybridem Vorgehen zum Erfolg. Wiley-VCH, Weinheim
- Venture Capital Magazin (2018) e-Special Corporates & Start-Ups 2018 <http://www.vc-magazin.de>. Zugegriffen: 2. Sept. 2019
- Vernon R (1966) International investment and international trade in the product cycle. Quart J Econ 80:190–207
- Welt (2017) Wenn ein Traditionskonzern auf Start-up macht. <http://www.welt.de>. Zugegriffen: 2. Sept. 2019
- Ziegler M (2018) Agiles Projektmanagement mit Scrum für Einsteiger: Agiles Projektmanagement jetzt im Berufsalltag erfolgreich einsetzen. Wolf Digital GmbH, Stuttgart



Dr. Christian Küchenthal begann 2012 seine berufliche Karriere beim ältesten chemisch-pharmazeutischen Unternehmen der Welt – Merck – in Darmstadt. Dort durchlief er unterschiedliche Positionen rund um die Themen Innovationsmanagement und Business Excellence, bis er 2016 für Merck die Forschungsleitung des Performance Materials Standorts in Jerusalem übernahm. Seit 2018 leitet er im Merck Life Science Bereich das Start-Up Smart Consumables, welches digitale Produkte für den hoch-regulierten Laborbereich entwickelt und vermarktet. Er studierte Chemie an der Justus-Liebig-Universität Gießen, wo er in Organisch-medizinischer Chemie promovierte, und absolvierte anschließend ein Master of Business Administration Studium am Collège des Ingénieurs in Paris, Turin und München. Neben seiner Tätigkeit bei Merck lehrt Christian Küchenthal das Fach Innovationsmanagement an den Universitäten Gießen und Hamburg und ist zudem als Coach und Business Angel Investor im deutschen Start-Up-Umfeld aktiv.

Kulturkreisübergreifendes Innovationsmanagement – Erfahrungsberichte aus der Praxis

Josef Glaß, Sabine Landwehr-Zloch, Wolfgang Kleemiss,
Christian Küchenthal und Marcus Vossen

Zusammenfassung

Die Globalisierung hat in den vergangenen Jahrzehnten dazu geführt, dass viele Produkte weltweit vertrieben werden. Diese Entwicklung hat sich auf die Strukturen und Steuerungsprozesse der Unternehmen ausgewirkt – auch auf die der chemischen Industrie. Zahlreiche Geschäfte werden in dieser Industrie mittlerweile global gesteuert und wichtige Entscheidungen werden nicht mehr in isoliert arbeitenden regionalen Management-Teams getroffen. Die Globalisierung verändert auch das Innovationsmanagement: Wenn große Synergien zwischen den interagierenden

J. Glaß
execon partners GmbH, Baar, Schweiz
E-Mail: josef.glass@execon-partners.com

S. Landwehr-Zloch (✉)
Fachbereich Wirtschaft, Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe,
Karlsruhe, Deutschland
E-Mail: sabine.landwehr-zloch@dhbw-karlsruhe.de

W. Kleemiss
FD-O-Innovation Excellence, Evonik Industries AG, Hanau-Wolfgang,
Deutschland
E-Mail: wolfgang.kleemiss@evonik.com

C. Küchenthal
Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland
E-Mail: christian.kuechenthal@merckgroup.com

M. Vossen
CI/CI - D105, BASF SE, Ludwigshafen am Rhein, Deutschland
E-Mail: marcus.vossen@basf.com

Regionen bestehen oder wichtige Kunden einen global abgestimmten Innovationsbereich erwarten, gilt es abzuwägen, ob eine globale Aufstellung und Steuerung des Innovationsbereichs sinnvoll ist. Innovationsmanagement über mehrere Kulturkreise hinweg ist für alle Beteiligten mit enormen Anstrengungen verbunden. Dieser Beitrag skizziert diese und zeigt anhand von Erfahrungsberichten aus Best Practice Unternehmen, dass eine globale Innovationssteuerung nur dann zielführend ist, wenn die dadurch gewonnenen Vorteile gegenüber den Anstrengungen überwiegen.

1 Einleitung

Viele Chemieunternehmen sind weltweit und damit in allen wichtigen Wirtschaftsregionen aktiv. Kundenbedürfnisse müssen lokal identifiziert und bedient werden. Dieser globale Fingerabdruck spiegelt sich jedoch nicht immer im Innovationsmanagement wider: Im Jahr 2018 ergab eine Umfrage unter 30 Chemieunternehmen, dass nur etwa ein Viertel der Unternehmen Innovationsthemen in größerem Umfang global angehen, so dass Mitarbeiter aus verschiedenen Kulturkreisen regelmäßig zusammenkommen – meist bei größeren Konzernen. Bei den verbleibenden drei Vierteln gibt es entweder wenig miteinander agierende themenspezifische ‚Hubs‘, die Ressourcen werden außerhalb des Heimatlandes nur für Adaptionen eingesetzt, oder es befinden sich nahezu alle Innovations-Ressourcen im Heimatland.

Ein globales Innovationsmanagement ist kein Selbstzweck. Es erweist sich als strategisch sinnvoll, wenn die Vorteile größer sind als der mit einer globalen Steuerung verbundene Aufwand. Dies ist beim Innovationsmanagement, wie bei vielen anderen Funktionen, meist dann der Fall, wenn ein Geschäft einen starken globalen Charakter hat. Global agierende Kunden und global identische oder zumindest sehr ähnliche Produkte weisen dabei auf einen starken globalen Charakter hin. Bei Geschäften mit starken regionalen Unterschieden und einer regionalen Kundenstruktur ist ein globales Innovationsmanagement mit einer gemeinsamen Strategie, einem gemeinsamen Projekt-Portfolio und global einheitlichen Prozessen meist nicht das geeignete Steuerungsmodell. Bei vielen Chemieunternehmen sind insbesondere global agierenden Kunden, z. B. aus der Automobilindustrie, ein Treiber für die Entscheidung zu einer global aufgestellten R&D gewesen.

Die Motivation, ein Geschäft bzw. einen Innovationsbereich global zu steuern, ist zu trennen von anderen Motivationen wie „Erhöhung der Diversity“ oder dem „Global War for Talents“.

2 Herausforderungen zur Umsetzung globaler Innovationssteuerung

Innovationsprojekte sind immer mit Herausforderungen verbunden, da Neuerungen naturgemäß Risiken und Unvorhergesehenes bereithalten. Durch zunehmende Globalisierung werden die Herausforderungen noch deutlich verstärkt.

Drei davon werden nachfolgend näher beleuchtet. Dies sind mentalitätsbedingte Herausforderungen, Herausforderungen beim Aufbau und der Aufrechterhaltung von Expertenwissen sowie Herausforderungen im Rahmen von interkultureller bzw. regionsübergreifender Kommunikation.

2.1 Mentalitätsbedingte Herausforderungen

In jedem Team – unabhängig ob kulturkreisübergreifend oder nicht – gibt es unterschiedliche Ansichten und Meinungen. Eine erste Hürde in einem Innovationsprojekt sind unterschiedliche Erwartungen hinsichtlich der Dynamik, was sich bereits bei der Planung äußert. Soll das Projektteam möglichst zügig loslegen und sich durch die Erfahrungen lenken lassen oder wird vorab ein detaillierter Projektplan erstellt? Ähnlich gelagert ist die Frage, ob ein möglichst frühzeitiger Markttest mit einer 80 % perfekten Lösung angestrebt wird oder der Kunde die Lösung erst ab einem hohen Perfektionsgrad zu Gesicht bekommt. Diese unterschiedlichen Erwartungshaltungen sind ein Kristallisationspunkt für Konflikte in nahezu allen Dimensionen des Innovationsmanagements.

Erfahrungsgemäß spielen Mentalitätsunterschiede auch bei der Diskussionskultur eine wichtige Rolle. In einigen Regionen nutzen Führungskräfte häufig eine intensive Diskussionskultur, um Ideen mit ihren Teams abzugleichen und weiterzuentwickeln. Sowohl hitzige Debatten, als auch eine leidenschaftliche Beteiligung der Experten an der Diskussion sind dabei erwünscht. Im Idealfall sind diese Debatten hierarchiefrei und hinterlassen bei allen Teilnehmern das gute Gefühl, das Thema weitergebracht zu haben. In anderen Regionen führen derartige Auseinandersetzungen häufig zu Irritationen. So ist es nicht üblich, Diskussionen mit größerer Vehemenz zu führen und den Menschen fällt es teilweise schwerer, Inhalte von Personen zu trennen. Es besteht damit die Gefahr, dass sich die Diskussionsteilnehmer persönlich angegriffen fühlen. Auch ist es nicht üblich, hierarchiefrei inhaltlich gegen Vorgesetzte zu diskutieren.

Zu einer guten Diskussionskultur gehört auch der Umgang mit Konflikten und Meinungsverschiedenheiten. Im Idealfall schafft es ein Team, Konflikte auf der Sachebene durch Austausch und Abwägung von Sachargumenten zu lösen. Bereits innerhalb eines Kulturkreises ist dies eine große Herausforderung – die im globalen Kontext noch deutlich größer wird.

Ein weiterer Unterschied zeigt sich im grundsätzlichen Umgang mit Neuerungen. Im Innovationsbereich der Chemie spielt dies aktuell eine große Rolle beim Umgang mit der Digitalisierung. Die Bereitschaft, sich auf neue digitale Werkzeuge einzulassen, ist von Mensch zu Mensch unterschiedlich. In Regionen mit rasantem wirtschaftlichen Fortschritt sind die Menschen rasche Veränderungen gewohnt und deshalb tendenziell offener bei dem Umgang mit Neuerungen.

2.2 Aufbau und Aufrechterhaltung von Expertenwissen

Um in der chemischen Industrie nachhaltig Forschung und Entwicklung betreiben zu können und erfolgreiche Innovationen hervorzubringen, ist eine kritische Masse von Experten ein wichtiger Erfolgsfaktor. Das hat im Wesentlichen zwei Gründe:

1. Viele Innovationen benötigen auf dem Weg zwischen Idee und Vermarktung verschiedene Kompetenzen. Diese werden bei dem kreativen Akt der Ideengenerierung benötigt, für die Umsetzung der Ideen und auch für die Beurteilung der Ideen und Konzepte. Das örtliche Zusammenbringen von Experten verschiedener Kompetenzen katalysiert den Austausch zwischen den Mitarbeitern sowohl innerhalb ihrer jeweiligen Fachgebiete, als auch interdisziplinär. Durch die kritische Masse wird auch sichergestellt, dass neue Mitarbeiter leicht in die Organisation eingearbeitet werden können und dass einzelne Personalabgänge nicht zu Problemen bei der Durchführung der Projekte führen.
2. Ein weiterer Grund für kritische Massen ergibt sich aus praktischen Erwägungen: Chemische R&D erfordert in vielen Fällen eine umfangreiche Infrastruktur. Diese besteht zum einen aus Laboren, Technika und Analytik-Geräten. Zum anderen ist der Umgang mit Chemikalien auch aus regulatorischen Gründen nicht trivial. So kann z. B. der Transport von in der Entwicklung befindlichen und damit noch nicht zugelassenen Substanzen einen großen Aufwand verursachen. Dies macht es oft sinnvoll, regionale Tätigkeiten an einem Ort zu bündeln.

Das Zusammenbringen dieser kritischen Massen von Experten an einem Ort stellt unabhängig von der Globalisierung eine wachsende Herausforderung dar. Junge Absolventen und Absolventinnen stellen immer höhere Anforderungen an das Arbeitsumfeld und die Karriereentwicklungsmöglichkeiten. Daneben werden für die regionalen Strukturen erfahrene Innovations-Führungspersönlichkeiten benötigt.

Durch die globale Aufstellung ergeben sich auch neue Herausforderungen für das Wissensmanagement. Das Expertenwissen muss von einer lokalen Struktur losgelöst und global transferierbar aufgestellt werden.

2.3 Kommunikationshürden

Neben den oben skizzierten mentalitätsbedingten Unterschieden gibt es weitere Herausforderungen bei der Kommunikation: unterschiedliche Sprachen, räumliche Distanz und unterschiedliche Zeitzonen.

Das Innovationsmanagement erfordert von allen Beteiligten ein breites fachliches Vokabular: So werden im Rahmen von Business Plänen technische und wirtschaftliche Themen behandelt, Kunden- und Marktkonstellationen besprochen sowie Risiken analysiert. Kurz-, mittel-, und langfristige Innovationsziele sind differenziert zu besprechen,

ebenso wie strategische Innovations-Roadmaps mit einem höheren Abstraktionsgrad. Je weiter die adressierten Innovationsfelder in der Zukunft liegen, also eher transformationalen Charakter haben, und daher mit herkömmlichen „Business Cases“ (ECV) schwer zu fassen sind, desto anspruchsvoller wird die „Kunst der Überzeugung“ für den eingeschlagenen Weg. In globalen Projekten findet dies für einen großen Teil der Projektteilnehmer außerhalb ihrer Muttersprache, nämlich meist in Englisch, statt. Selbst bei sehr guten Englischkenntnissen ist es fast unmöglich, den gleichen Kommunikationsfluss wie in der Muttersprache zu erzielen.

Eine weitere Barriere ist die räumliche Distanz. Trotz aller technischen Hilfsmittel zur Kommunikation auf Distanz ist das persönliche Gespräch hinsichtlich Kommunikationsqualität nicht zu überbieten. Für einzelne Projekte kann diese Barriere umgangen werden, indem globale Teams an einem Ort zusammengebracht werden. Über alle Aktivitäten eines Unternehmens hinweg ist dies aber in der Regel nicht durchführbar.

Ein weiteres praktisches Problem bei der globalen Kommunikation sind die verschiedenen Zeitzonen. Für globale Abstimmungen gibt es nur ein kleines Zeitfenster in den frühen europäischen Nachmittagsstunden, wo ein unmittelbarer Austausch möglich ist. Voraussetzung ist, dass der Feierabend in Asien nach hinten ausgedehnt wird und in Amerika sehr früh aufgestanden wird. Kürzere Abstimmungen mit mehreren Beteiligten, z. B. bei unerwarteten Problemen, stellen dadurch schnell eine größere Herausforderung dar.

Die beschriebenen Herausforderungen sind in der Regel nicht nachhaltig durch singuläre Maßnahmen zu lösen. So ist es beispielsweise naheliegend, sprachliche Probleme mit Sprachkursen zu begegnen. Doch nur die wenigsten Mitarbeiter werden nach einem Sprachkurs eine angelernte Sprache genauso gut sprechen wie ihre Muttersprache. Es bedarf somit weiterer, konzentrierter Maßnahmen bzw. Lösungsansätze, auf die im nachfolgenden Abschnitt genauer eingegangen werden soll.

3 Erfahrungen und Lösungsvorschläge

Zentral für den Erfolg eines standortübergreifenden Innovationsmanagements ist dessen übergreifende Akzeptanz bei den Mitarbeitern. Die Unternehmens- und Innovationskultur stellt dabei einen wichtigen Einflussfaktor für erfolgreiche interkulturelle Zusammenarbeit dar. Gehört globales Denken bereits zur DNA eines Unternehmens, so ist die Einführung einer globalen Innovationssteuerung sehr viel einfacher.

Bekanntermaßen kann die Kultur einer Organisation nicht einfach angeordnet werden – sie erwächst basierend auf gemeinsamen Aktivitäten und Erfolgen und äußeren Wahrnehmungen. Bei der Einführung einer globalen Innovationssteuerung ist davon auszugehen, dass der Pool an gemeinsamen Erfahrungen noch stark limitiert ist. Die nachfolgend beschriebenen Punkte setzen Rahmenbedingungen, in denen gemeinsame Aktivitäten und Erfolge stattfinden können. Aus diesen gemeinsamen Erfahrungen erwächst dann über die Zeit ein gemeinsam getragenes Verständnis von

Innovationskultur. Neben den eher weichen bzw. psychologischen Aspekten wie z. B. Wertschätzung gibt es auch gestaltbare Aspekte, wie z. B. geeignete Strukturen und Prozesse, die sich hier förderlich auswirken können.

Sie werden nachfolgend anhand von Erfahrungen aus Best Practice Unternehmen aufgezeigt und zu sechs Erfolgsfaktoren verdichtet. Da es sich um einen Erfahrungsbericht aus ausgewählten Firmen handelt stellen die Ausführungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern sollen bedenkenswerte Anregungen liefern.

Erfolgsfaktor 1: Wertschätzung

Wertschätzung als Startpunkt einer gemeinsamen Innovationskultur stellt sicher, dass sich alle Beteiligten als Teil einer Gemeinschaft – einer Community – fühlen. Die Herausforderung für viele Unternehmen in der chemischen Industrie ist, dass es häufig eine starke Konzentration an Forschern ‚um die Firmenzentrale‘ gibt. Daraus entsteht dann leicht der Eindruck einer Trennung zwischen ‚Experten‘ in der Firmenzentrale und ‚Ausführungsgehilfen‘ in den restlichen Teilen der Erde. Dieser Eindruck einer Zweiklassen-Organisation verhindert oder verlangsamt damit die Bildung einer gemeinsamen Innovationskultur und das Entstehen eines Zusammengehörigkeitsgefühls. Die nachfolgend beschriebenen Punkte können zum Abbau dieses Zweiklassen-Denkens beitragen. Durch entsprechende Kommunikation dieser Punkte, insbesondere durch Führungskräfte, kann der Prozess beschleunigt werden.

Erfolgsfaktor 2: Innovationsziele, Innovationsstrategie und Projektportfolio

Voraussetzung für ein wertstiftendes kulturkreisübergreifendes Innovationsmanagement sind global formulierte Innovationsziele, die im Einklang mit der Geschäftsstrategie stehen. In der Innovationsstrategie wird beschrieben, wie die Ziele erreicht werden sollen. Im Kontext des Aufbaus einer globalen Innovationssteuerung hat die Innovationsstrategie eine besonders hohe Bedeutung. Die Innovationsstrategie ‚zwingt‘ die Organisation, Transparenz über den Ist-Zustand zu schaffen: welche Kompetenzen und Assets sind vorhanden, welche Projekte werden gerade bearbeitet und welche sind geplant, welche Kooperationen bestehen und zu welchen Netzwerken hat man Zugang? Dieser Austausch legt die Basis, um durch eine gemeinsame Strategie einen Mehrwert gegenüber unabhängigen Regionalstrategien zu schaffen.

Danach ist die gemeinsame Entwicklung der Innovationsstrategie im Kontext unterschiedlicher Sprachen und Mentalitäten ein wichtiges Element, um ein gemeinsames Verständnis für die zukünftige Ausrichtung zu erzeugen. Die Umsetzung der Strategie in das Projektportfolio ist dann ein entscheidender Schritt: Ähnliche Projekte werden zusammengelegt, Teams werden verändert, neue Projekte werden gestartet und bestehende Projekte werden abgebrochen oder modifiziert. An dieser Stelle gilt es insbesondere bei der Einführung einer globalen Innovationssteuerung die Beharrungskräfte von Organisationen zu überwinden. Solange die bestehenden regionalen Projekte mit regionalen Projektteams alle unverändert und unkoordiniert weitergeführt werden, schafft

die globale Strategie keinen Mehrwert. Üblicherweise wird eine globale Strategie in ein global gesteuertes Projektportfolio mit einheitlichen Priorisierungskriterien übersetzt.

Erfolgsfaktor 3: Globale Strukturen

Nach dem Prinzip „Structure follows strategy“ gehören zu einer globalen Ausrichtung auch globale Strukturen. Hier sind insbesondere drei Elemente zu berücksichtigen. Das prominenteste Element ist das grundsätzliche Organisationsprinzip der Innovationsbereiche. Auf der einen Seite sind globale Leitungsfunktionen in diesem Kontext ein sehr starkes Signal für eine globale Innovations-Identität. Dadurch werden Entscheidungen zugunsten des globalen Optimums gefördert und es wird verhindert, dass wichtige Entscheidungen aus einer einseitigen regionalen Perspektive getroffen werden. Auf der anderen Seite bilden lokale Einheiten die direkte Brücke zu den Kunden, deren Bedürfnisse sich meist in sehr speziellen, regionalen Unterschieden ausdrücken. Um diesem Zwiespalt gerecht zu werden, hat sich der Begriff der „Glocalization“ herausgebildet. Ökonomisch betrachtet ist hiermit die Herstellung einer lokalen systemischen Wettbewerbsfähigkeit einerseits („local“) und einer Einbindung in den Weltmarkt andererseits („global“) gemeint.

Das zweite wichtige Element ist ein starkes globales Projektmanagement-Office, welches die globale Struktur zusammenhält. Globale Prozesse stellen sich nicht von selbst ein und sind in vielen Organisationen auch nicht von sich aus stabil. Regionale „Zentrifugalkräfte“ wirken dauerhaft auf sie ein und wenn diesen Kräften nicht entgegengewirkt wird, verselbständigen sich die Prozesse in den verschiedenen Regionen sehr schnell. Dadurch geht ein Teil der ‚gemeinsamen Sprache‘ verloren und die Zusammenarbeit wird erschwert. Ein übergreifendes Projektmanagement-Office stellt sicher, dass wesentliche Elemente, wie z. B. ein einheitlicher Ablauf von Gate-Meetings, nicht auseinanderdriften.

Das dritte Element bezieht sich auf die Menschen. Trotz aller technischen Fortschritte ist der Mensch bei der Speicherung und Weitergabe von Wissen noch immer der Schlüsselfaktor. Ein rein auf Datenbanken gestütztes Wissensmanagement ist aktuell nicht ausreichend. Die globale Vernetzung der Experten ist damit ein wichtiger Erfolgsfaktor für ein globales Innovationsmanagement. Für einige sehr wichtige Themen können feste Strukturen mit disziplinarisch gebundenen Experten gebildet werden. So können beispielsweise Arbeitsgruppen zu Themen wie ‚Katalyse‘ oder ‚Computational Chemistry‘ aufgebaut werden.

Für viele Themen existieren jedoch keine festen Strukturen. Hier gilt es durch lose Expertennetzwerke das Wissen zu sichern und weiterzuentwickeln (sogenannte „Center of Excellence“). In den Expertennetzwerken schließen sich die besten internen Experten zu bestimmten Themen zusammen. Sie widmen einen Teil ihrer Arbeitszeit für Expertennetzwerk-Themen – z. B. der Definition interner Standards. Meist gibt es einen Leiter für jedes Expertennetzwerk, der dieses ohne disziplinarische Gewalt führt. Dadurch lebt ein Expertennetzwerk in großem Maße von der Motivation der Teilnehmer. Basis für die Motivation ist eine grundsätzliche Wertschätzung der Arbeit im

Expertennetzwerk. Diese ergibt sich insbesondere dann, wenn die Empfehlungen aus den Expertennetzwerken ein hohes Gewicht bei Unternehmensentscheidungen haben.

Mit Strategie und Organisation werden Rahmenbedingungen geschaffen – ob die globale Zusammenarbeit auch tatsächlich funktioniert, zeigt sich letztendlich in den Prozessen. Demnach gehören zu einer globalen Innovationsstrategie und -organisation auch globale Innovationsprozesse.

Erfolgsfaktor 4: Globale Prozesse

Das Thema Prozesse – insbesondere das Denken bis ins Detail – ist nicht in allen Kulturkreisen verbreitet. Es wird häufig stärker auf das Ziel eingegangen; der durch einen Prozess beschriebene Weg zum Ziel ist meist weniger relevant. Ein erster Erfolgsfaktor ist demnach, bei der Definition der Prozesse hinsichtlich des Detaillierungsgrades nicht zu übertreiben. Die im Innovationsmanagement relevanten Prozesse sind hier in drei Gruppen gegliedert: Prozess zur Projekt-Portfoliosteuerung, Prozesse für das Projektmanagement und sonstige, meist inhaltliche Prozesse.

Der Kern eines globalen R&D Managements ist ein gemeinsames, globales Projektportfolio. Ohne ein gemeinsames Portfolio weiß eine Region nicht, mit welchen Themen sich die anderen Regionen beschäftigen. Damit fehlt die Grundlage für eine gemeinsame Innovationsarbeit. Konzeptionell unterscheidet sich die Steuerung eines globalen Projektportfolios nicht wesentlich von der Steuerung regionaler Portfolios. Der große Unterschied liegt in der Vorarbeit. Ein globales Portfolio setzt voraus, dass alle Projekte transparent sind und in einer einheitlichen Logik beschrieben werden. Die Priorisierung der Projekte findet auf globaler Ebene statt – die Projektvorschläge und Projekte aus den Regionen konkurrieren dabei um die Ressourcen. Der Projekt-Portfolio-Prozess dient dazu, die Entscheidungsoptionen transparent zu machen und den Entscheidern eine effiziente, inhaltliche Beschäftigung mit dem Projekt-Portfolio zu ermöglichen. Eine prozessgetriebene, quasi-automatisierte Portfolioentscheidung über Kennzahlen wie den NPV (Net Present Value) ist aufgrund der vielen Einflussgrößen und Risikofaktoren hier nicht zielführend.

Die Projektsteuerung bzw. das Projektmanagement ist einer der wichtigsten Hebel für die Implementierung eines globalen Innovationsmanagements. Hier entscheidet sich zum einen, ob Projekte global vergleichbar sind und über ein gemeinsames Portfolio gesteuert werden können. Zum anderen erleichtert es die operative Zusammenarbeit in Projekten, wenn es einige vereinheitlichte Spielregeln gibt.

Weit verbreitet und akzeptiert ist dabei der Stage-Gate®-Prozess (vgl. Kap. 7). Dieser teilt ein Projekt in mehrere Phasen ein. Am Ende jeder Phase wird im Rahmen eines ‚Gate Meetings‘ überprüft, ob die Bedingungen zum Eintritt in die nächste Phase vorliegen, ob nachgearbeitet werden muss, oder ob ein Abbruch des Projektes die beste Option ist. Die Stakeholder aus dem Geschäft bringen dabei den strategischen Kontext, die „Ressourcenowner“ klären Machbarkeit, sowie inhaltliche Eignung und Verfügbarkeit der Ressourcen. Vermehrt werden im Innovationsbereich auch agile Methoden eingesetzt, die in einem anderen Beitrag näher erläutert werden.

Für die globale Zusammenarbeit ist entscheidend, dass wesentliche Eckpunkte des Prozesses von allen Projektbeteiligten verinnerlicht werden und sich dadurch eine ‚gemeinsame Sprache‘ auf globaler Ebene entwickelt.

Um die eher global überspannende Strategie mit den eher lokal und häufig über mehrere Standorte ablaufenden Aktivitäten in Perspektive zu setzen, bedienen sich Unternehmen gerne sogenannter Roadmaps. Diese bestehen aus einer Auflistung aller Aktivitäten, Informationen und Meilensteine zum Projekt mit zeitlicher Darstellung von Vergangenheit über Gegenwart zur Zukunft. Die Roadmaps erfüllen somit häufig unterschiedliche Funktionen, wie

- die Sammlung und Analyse von Informationen
- die Strukturierung von Informationen
- die Schaffung von Transparenz
- die Unterstützung von Kommunikation über Einheiten hinweg
- die Einbindung und Verpflichtung aller Akteure
- das Denken in Alternativen
- das frühzeitige Adaptieren von Veränderungen
- das Verringern von Planungsrisiken.

Generell lässt sich sagen, dass Roadmaps vor allem ein Kommunikationstool, auch und gerade über Kulturkreisgrenzen hinweg, sind.

Auf inhaltlicher Ebene erleichtern globale Standards die globale Zusammenarbeit. Viele Standards sind jedoch in der Chemie extern bestimmt und regional unterschiedlich. Grundsätzlich müssen somit Projektteams in der Lage sein, mit unterschiedlichen Standards und Rahmenbedingungen umzugehen.

Erfolgsfaktor 5: Globales Personalmanagement und Mitarbeiterführung

Beim Thema Personal zeigt sich, wie global das Innovationsmanagement tatsächlich ist. Strategien, Organisationen, Prozesse und Tools können relativ leicht eingeführt werden – ob sie tatsächlich ‚gelebt‘ werden, das entscheiden die handelnden Personen. Ein erster wichtiger Schritt ist ein global vergleichbares Personalmanagement. Zwar ist ein komplett identisches Vorgehen häufig nicht möglich, da viele Vorschriften rund um das Thema Personal länderspezifisch sind. Stellenprofile können dagegen in der Regel global vereinheitlicht werden. Dies ermöglicht auch, dass der Bewerbungsprozess – z. B. das Führen von Bewerbungsgesprächen – eine globale Komponente bekommt.

Ein zentraler Baustein für ein globales Personalmanagement ist eine global ausgelegte Mitarbeiterentwicklung. Hier spielen Trainings eine wichtige Rolle, welche die interkulturelle Zusammenarbeit fördern, sowie global einheitliche, fachliche Trainings zum Beispiel zur Etablierung von gemeinsamen Methoden. Weiter eignen sich Trainings hervorragend zur Erweiterung des persönlichen Netzwerkes im eigenen Unternehmen. Der persönliche Kontakt ist nach wie vor ein Kernelement, um eine Vertrauensbasis aufzubauen. Durch Trainings kann die globale Vernetzung der Mitarbeiter mit

vergleichsweise einfachen Mitteln gefördert werden. Die Regionalisierung der Trainings zum Einsparen von Reisekosten ist deshalb nicht immer der zielführende Weg.

Eine noch intensivere Art der Vernetzung im Vergleich zu gemeinsamen Trainings erreicht man über Job Rotation. Hier werden Mitarbeiter gezielt in eine andere Region ‚rotiert‘. Das Instrument der Job Rotation kann in verschiedenen Ausprägungen genutzt werden. Es beginnt mit einer relativ kurzen Aufenthaltsdauer von zwei bis drei Monaten, zum Beispiel im Rahmen einer spezifischen Projektphase. Bei diesem Modell erfolgt in der Regel keine Migration in das System der Job Rotation Stelle und nach Beendigung steht die Rückkehr in die ‚alte‘ Stelle. Daneben gibt es längere Modelle, bei denen der Mitarbeiter für eine längere Periode auf seiner Rotationsstelle verbleibt.

Ziele, Zielvorgaben, Kennzahlen und Incentivierung zur erfolgreichen Mitarbeiterführung im Kontext von Innovationen sind grundsätzlich eine schwierige Aufgabe – unabhängig davon, ob man einen globalen oder regionalen Blick hat. Die in der Theorie gewünschte quantitative Messbarkeit von Zielen und Zielvorgaben ist in der Praxis oft nicht möglich. Die Quantifizierung des Wissensaufbaus durch Zählen von Patenten und Veröffentlichungen hat sich in der Praxis nicht bewährt. Sobald gemessen wird, steigen die Kenngrößen stark an, ohne dass jedoch substantiell mehr Wissen generiert wird. Die Quantifizierung des Outcome kann dagegen grundsätzlich mit Kennzahlen wie beispielsweise dem Neuproduktumsatz erfolgen – der Zeitverzug beträgt dabei jedoch oft viele Jahre. Diese Herausforderungen sollen hier nicht weiter vertieft, sondern auf den Beitrag von Wolfgang Kleemiss verwiesen werden (vgl. Kap. [Die große Herausforderung: Messung des „Return on Innovation“](#)).

In einem global aufgestellten Innovationsmanagement ist es essentiell, dass globale Ziele definiert werden. Diese werden dann über Projekte oder Themen weiter unterteilt.

Das Thema Incentivierung ist im Bereich des Innovationsmanagements aus den gerade beschriebenen Gründen nicht weniger herausfordernd. In einer globalen Organisation sollte zumindest das Prinzip für die Incentivierung einheitlich sein. In einem Teil der Unternehmen ist der Bonus stark vom Erreichen individueller Ziele abhängig. Die Ziele werden nach einer vorgegebenen Methodik und Zieldimensionen in einem Zielvereinbarungsprozess zusammen mit dem Vorgesetzten festgelegt. Einige Unternehmen gehen jedoch auch den anderen Weg: Die Incentivierung ist von der individuellen Zielvereinbarung getrennt und an den Unternehmenserfolg gekoppelt. Ein wesentliches Element zur Motivationssteigerung ist dabei die Sichtbarkeit von Erfolgen z. B. durch Preise und Awards, sowohl in der Innovations-Community als auch im gesamten Unternehmen.

4 Fazit und Ausblick

Globale Innovationsorganisationen sind letztlich eine Folge der Globalisierung von Unternehmensstrategien.

Im Kontext von zunehmendem Protektionismus und drohenden Handelskriegen stellt sich die Frage, ob dies zu einer Umkehr der Globalisierung führen wird. Wie wird in

Zukunft Innovationsmanagement in der chemischen Industrie betreiben, sollten sich die Geschäftsbereiche wieder stärker regional aufstellen? Und werden die bisher vergleichsweise wenigen globalen Innovationsorganisationen in der chemischen Industrie wieder zurückgebaut?

Gesicherte Antworten auf diese Fragen wird es zum heutigen Tag nicht geben. Es ist aber zu unterstellen, dass die heute global agierenden Unternehmen kein Interesse haben, das Rad der Zeit zurückzudrehen und die durch die Globalisierung gewonnenen Vorteile wieder abzugeben. Somit wird in der Zukunft vieles davon abhängen, ob die Menschen in der kulturkreisübergreifenden Zusammenarbeit einen Nutzen sehen oder ob Ängste und Risiken der Globalisierung überwiegen.



Dr. Josef Glaß ist seit 2014 Gründungspartner und Geschäftsführer der auf die chemische Industrie spezialisierten Managementberatung *execon partners*. Er verantwortet bei *execon* die Innovationsthemen und betreut mehrere Kunden-Accounts. Daneben organisiert er die jährlich stattfindende Veranstaltung „Return-on-Innovation in der chemischen Industrie“. Nach dem Studium des Chemieingenieurwesens und anschließender interdisziplinärer Promotion über Innovationsmanagement in der Verbrennungstechnik arbeitet er seit über 20 Jahren als Berater. Wichtige Stationen auf dem Weg zum eigenen Beratungshaus waren die Boston Consulting Group (BCG) und die interne Beratung von Bayer in Leverkusen. In über 150 Kundenprojekten konnte Josef Glaß dabei Klienten bei der Lösung von Management-Herausforderungen unterstützen. Ein aktueller Schwerpunkt seiner Tätigkeit sind Innovationsstrategien in der chemischen Industrie im digitalen Zeitalter.



Prof. Dr. Sabine Landwehr-Zloch ist Professorin für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Controlling an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Karlsruhe. Nach ihrem Studium der Betriebswirtschaftslehre und anschließender Promotion an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg arbeitete Sabine Landwehr-Zloch mehrere Jahre im Innovationsmanagement der BASF SE. Sabine Landwehr-Zloch forscht auf den Gebieten des Innovationsmanagements mit Schwerpunkt auf den spezifischen Fragestellungen der chemischen Industrie und auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit. Sie ist Autorin verschiedener einschlägiger Publikationen und Mitherausgeberin dieses Buches.



Dr. Wolfgang Kleemiß ist seit 2008 im Innovationsmanagement bei der Evonik Industries AG tätig. Sein Schwerpunkt liegt auf der Erarbeitung und kontinuierlichen Überprüfung der Innovationsstrategie von Evonik. Von 2003 bis 2008 hat er als Marketing Direktor den Bereich der Pharmavorprodukte für die Region Asien vertreten. Für die Geschäftsneuentwicklung der Degussa-Huels Japan war er in Tokyo von 1999 bis 2003 verantwortlich. Von 1990 bis 1999 arbeitete er als Gruppenleiter in der Forschung und Entwicklung für den Bereich Feinchemie der ehemaligen Hüls AG.



Dr. Christian Küchenthal begann 2012 seine berufliche Karriere beim ältesten chemisch-pharmazeutischen Unternehmen der Welt – Merck – in Darmstadt. Dort durchlief er unterschiedliche Positionen rund um die Themen Innovationsmanagement und Business Excellence, bis er 2016 für Merck die Forschungsleitung des Performance Materials Standorts in Jerusalem übernahm. Seit 2018 leitet er im Merck Life Science Bereich das Start-Up Smart Consumables, welches digitale Produkte für den hoch-regulierten Laborbereich entwickelt und vermarktet. Er studierte Chemie an der Uni Gießen, wo er in Organisch-medizinischer Chemie promovierte, und absolvierte anschließend ein Master of Business Administration Studium am Collège des Ingénieurs in Paris, Turin und München. Neben seiner Tätigkeit bei Merck lehrt Christian Küchenthal das Fach Innovationsmanagement an den Universitäten Gießen und Hamburg und ist zudem als Coach und Business Angel Investor im deutschen Start-Up-Umfeld aktiv.



Dr. Marcus Vossen leitet seit 2009 das Innovationsmanagement im Unternehmensbereich Intermediates bei BASF und beschäftigt sich mit dort mit den Themen Projektmanagement, Innovationsprozesse, Forschungscontrolling, Ideenmanagement und IP-Management. Er absolvierte sein Studium der Chemie in Düsseldorf, wo er auch in Organischer Chemie promovierte. Im Rahmen seiner mittlerweile über 25-jährigen Karriere bei BASF sammelte er Erfahrung in unterschiedlichsten Tätigkeitsgebieten von der Wirkstoffsuchforschung, Verfahrensentwicklung, strategischer Planung und Kapitalmarktkommunikation bis zum globalen Marketing.

Aktuelle Schwerpunkte seiner Arbeit im Innovationsmanagement sind Bewertung und Steuerung von Forschungsprojekten und -portfolios, Weiterentwicklung von Projekt- und Ideen-Managementsoftware sowie Digitalisierung.