

Innovationsmanagement in der chemischen Industrie

Der Innovationsprozess in der Chemieindustrie

-Kurzfassung-

Christian Neumann

Dipl.-Kfm. (FH)

Hauptstr. 33

D-82284-Grafrath

Telefon: ++49 8144 / 998 992

Mobil: ++49 175 / 700 88 46

Email: neumannc@gmx.de

März 2002

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis	Seite	II
II. Abbildungsverzeichnis	Seite	IV
III. Abkürzungsverzeichnis	Seite	VI
0. Einleitung	Seite	1
1. Innovationsprozess in der Chemieindustrie	Seite	3
2. Innovationsprozess im Branchenvergleich	Seite	7
2.1. Innovationsprozessphasen	Seite	7
2.1.1. Erste Phase: Ideengewinnung	Seite	7
2.1.2. Zweite Phase: Ideenbewertung	Seite	9
2.1.3. Dritte Phase: Ideenumsetzung	Seite	10
2.1.4. Vierte Phase: Scale-up-Phase	Seite	11
2.1.5. Fünfte Phase: Markteinführung	Seite	12
2.2. Einfluss der Globalisierung auf den Innovationsprozess	Seite	15
2.2.1. Regelungsmanagement	Seite	16
2.2.2. Dokumentationsmanagement	Seite	21
3. Innovationsprozess im Chemieunternehmen	Seite	22
3.1. Voraussetzungen für erfolgreiche Innovationen	Seite	22
3.1.1. Netzwerk	Seite	22

3.1.1.1.	Wissensmanagement	Seite	24
3.1.2.	Strukturierter Prozess	Seite	26
3.1.2.1.	Projektmanagement	Seite	27
3.1.2.2.	Simultaneous Engineering	Seite	29
3.1.3.	Organisation	Seite	33
3.1.3.1.	Innovationsdivision	Seite	34
3.1.3.2.	Optimierung Scale-up-Organisation	Seite	35
3.1.4.	Methoden/Tools	Seite	38
3.2.	Innovationsstrategien in Chemieunternehmen	Seite	41
3.2.1.	Strategieentwicklung	Seite	43
3.2.2.	Timing-Strategien	Seite	53
3.3.	Innovationszellenkonzept	Seite	55
4.	Innovationsprozess im Kundenfokus	Seite	58
5.	Zusammenfassung	Seite	60
IV.	Literaturverzeichnis	Seite	VI
V.	Anhang	Seite	IX

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufwendungen für Forschung und Entwicklung der chemischen Industrie im Zeitverlauf	4
Abbildung 2: Innovationsprozessdauer im Branchenvergleich	5
Abbildung 3: Abweichung versus Ertragseinbuße bei langen Innovationsprozessen.....	6
Abbildung 4: Ideensammlung versus Ideengenerierung.....	9
Abbildung 5: typischer Innovationsprozess in der chemischen Industrie.....	13
Abbildung 6: Veränderung der Exportquote im Zeitverlauf.....	15
Abbildung 7: Normen und Vorschriften der deutschen Chemieindustrie.....	17
Abbildung 8: Systemvergleich EU, Japan, USA: Anmeldeverfahren neuer chemischer Stoffe	18
Abbildung 9: Anmeldungen neuer Chemikalien beim BAuA - lt. ChemG	19
Abbildung 10: Vergleich der Chemikalienregelungen in den USA, Japan und Europa	20
Abbildung 11: Einbindung interner und externer Verflechtungen in Netzwerken	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 12: Die Personifizierung von Wissen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 13: Strukturierter Innovationsprozess mit definiertem Entscheidungsgremium	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 14: Simultaneous Engineering in der chemischen Industrie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 15: Personalaufwand beim Simultaneous Engineering und sequenziellen Projektverlauf	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abbildung 16: Vergleich simultaner und sequenzieller Prozessablauf
in der Chemieindustrie **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 17: Verschiedene Organisationsformen in Abhängigkeit der
Innovationsvorhaben **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 18: Innovationsdivision zwischen zentraler und
dezentraler F&E-Themenbearbeitung**Fehler! Textmarke
nicht definiert.**

Abbildung 19: Optimierung des Planungs- und Bauprozesses
von Chemieanlagen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 20: Einsatz leistungsfähiger Innovationsmethoden und –Tools
auf den Innovationsprozess**Fehler! Textmarke nicht
definiert.**

Abbildung 21: Voraussetzungen erfolgreicher Innovationen**Fehler!
Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 22: Einordnung der Innovationsstrategie in das Gesamtsystem
der Unternehmensstrategie**Fehler! Textmarke nicht
definiert.**

Abbildung 23: Phasen und Instrumente der Strategieformulierung**Fehler!
Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 24: Umfeldanalyse in der Chemieindustrie**Fehler! Textmarke
nicht definiert.**

Abbildung 25: Das Fünf-Wettbewerbskräfte-Modell nach *Porter***Fehler!
Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 26: Von der strategischen Analyse zur Formulierung
einer Technologiestrategie**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 27: TOWS-Analyse..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 28: TOWS-Analyse in der chemischen Industrie**Fehler!
Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 29: Technologie-Portfolio **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 30: Technologie-Portfolio und strategische Optionen**Fehler!
Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 31: Typische Anforderungen verschiedener Timing-Strategien an die Unternehmensfunktionen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Abbildung 32: Innovationszellenkonzept .. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

III. Abkürzungsverzeichnis

BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
DokM	Dokumentenmanagement
ERP	Enterprise Resource Planning
F&E	Forschung und Entwicklung
IAI	Institut für angewandte Innovationsforschung
SE	Simultaneous Engineering
SFT	Strategisches Technologiefeld
SGE	Strategische Geschäftseinheiten
SGF	Strategisches Geschäftsumfeld
STE	Strategische Technologieeinheit
TOWS	Threats Opportunities Weaknesses Strengths
VCI	Verband der chemischen Industrie e.V.

„Innovationen sind wichtige Werkzeuge zur Gestaltung unserer Zukunft.“¹

Prof. Dr. Jürgen Strube

0. Einleitung

Innovationen sind eine wesentliche Antriebskraft für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Fortentwicklung und sichern entscheidend den Fortbestand und das Überleben der Unternehmen. Innovative Produkte beschleunigen das Wachstum und die Ertragsentwicklung eines Unternehmens und sichern Wettbewerbsvorteile. Die Sicherung der Unternehmenserträge dagegen stellt für die Unternehmen der Chemieindustrie eine besondere Herausforderung dar. Sinkende Gewinnmargen resultieren aus der Tatsache, dass gestiegene Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen sinkenden Absätzen gegenüber stehen. So besteht die Pflicht der Chemieunternehmen, in immer kürzerer Zeit Innovationen am Markt erfolgreich zu implementieren. Jedoch zeigt eine aktuelle Studie der PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung, dass sich der Innovationsprozess, im Branchenvergleich verlangsamt darstellt.

Deshalb drängte sich mir die Frage auf: Welche Gründe und Probleme bestehen bei den Chemieunternehmen, sodass sich der Innovationsprozess in der Chemieindustrie (Kapitel 1) im Gegensatz zu anderen Branchen (Kapitel 2) erheblich verlängert? Welche Herausforderungen bzw. Voraussetzungen müssen in den Chemieunternehmen (Kapitel 3) geschaffen werden, um eine schnelle Produktimplementierung bei gleichzeitiger Aufwandsminderung zu erreichen? Am Beispiel des Innovationsprozesses wird das Management von Innovationen im Chemieunternehmen, im Branchenvergleich und anhand der starken Kundenfokussierung der Chemieunternehmen (Kapitel 4) erklärt, dabei die Besonderheiten erläutert, mögliche Schwachstellen skizziert und Lösungsansätze aufgestellt. Die Arbeit findet dann mit der Zusammenfassung der wesentlichen Aussagen zum Innovationsmanagement in der Chemieindustrie (Kapitel 5) ihren Abschluss.

¹ Zitat aus der Rede zur Hauptversammlung am 26.04.2001 der BASF AG, Ausführungen von Prof. Dr. Jürgen Strube, Vorsitzender des Vorstands der BASF Aktiengesellschaft

Aufgrund der Komplexität des Themas Innovationsmanagement werden folgende Einschränkungen gemacht:

- Die bei der Beschreibung des Innovationsprozesses genannten Produkt-innovationen, wenn nicht näher beschrieben, beziehen sich auf chemische Innovationen die in der Chemiebranche Anwendung finden; Prozessinnovationen werden nicht explizit beschrieben.
- Der vorgestellte und analysierte Produktinnovationsprozess wird auf die in der chemischen Industrie typischen Prozesse reduziert und wird zur Abgrenzung ohne den Einfluss der pharmazeutischen Industrie dargestellt.

Somit besitzt diese Arbeit ergänzenden Charakter und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

*„Mit Innovationen geht ein Unternehmen immer Risiken ein,
ohne Innovationen geht ein Unternehmen immer ein“*

Dr. Ferdinand Piëch²

1. Innovationsprozess in der Chemieindustrie

Die steigende Bedeutung der Forschung und Entwicklung (F&E) als maßgebliches Instrument zur Erreichung der Unternehmensziele, insbesondere der langfristigen Existenzsicherung, ist heute allgemein anerkannt. Das rapide wachsende Know-how in naturwissenschaftlichen und technischen Bereichen, verstärkt durch den Einsatz moderner Technologien, führt zu einer Verschärfung des nationalen und internationalen Wettbewerbs. Eine Folge dieser Entwicklung sind zunehmend kürzere Innovationszyklen und eine starke Differenzierung der angebotenen Produkte. Zur Sicherung des Unternehmensbestandes sind die Unternehmen verpflichtet, immer wieder neue Innovationen auf den Markt zu bringen, ihre hohen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung den Erfordernissen der Märkte anzupassen (vgl. [Brockhoff, 1998] S. 9-10) und bei der Vermarktung von neuen Produkten erfolgreich zu sein. Die hohen Kosten entstehen einerseits durch die lange Suche nach geeigneten Ideen und andererseits durch eine zeitaufwendige Erforschung und Umsetzung in marktfähige Produkte. Dies drückt sich in gestiegenen F&E-Aufwendungen der deutschen Chemieindustrie in den letzten zehn Jahren aus (vgl. Abbildung 1, sowie Tabelle II im Anhang).

² Vorsitzender des Vorstandes der Volkswagen AG

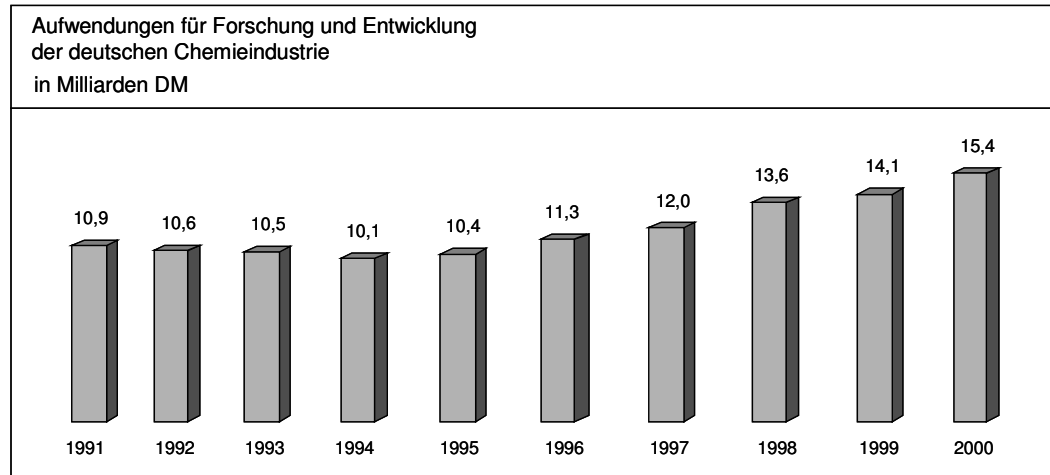


Abbildung 1: Aufwendungen für Forschung und Entwicklung der chemischen Industrie im Zeitverlauf ([o.V., 2001f] S. 13)

Die im letzten Jahrzehnt in der Chemieindustrie realisierten sinkenden Gewinnmargen, sowie die Annäherung der Innovationszyklen an die Amortisationszeit der Entwicklungsausgaben, erzwingen eine effiziente und effektive Steuerung und Kontrolle der Entwicklungsbereiche (vgl. [Bullinger, 1994] S. 21-23). Dazu kommt, dass die hohen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung aufgrund der Sättigung der Märkte einem stagnierenden oder sogar sinkendem Absatz gegenüber stehen. Wie zeitaufwendig die Suche nach geeigneten Ideen bis zur Umsetzung in Forschung und Entwicklung im Branchenvergleich ist, zeigt eine Untersuchung der PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung. So vergehen von der Produktidee bis zur Implementierung der Produktinnovationen auf dem Markt der chemischen Industrie durchschnittlich zwei Jahre. Und in der pharmazeutischen Industrie dauert dieser Prozess noch länger, im Durchschnitt 4,4 Jahre (vgl. [Davis / Milton, 2000] S. 35).

In der folgenden Grafik ist die Innovationsprozessdauer in der chemischen und pharmazeutischen Industrie im Vergleich zu anderen Branchen in Europa dargestellt.

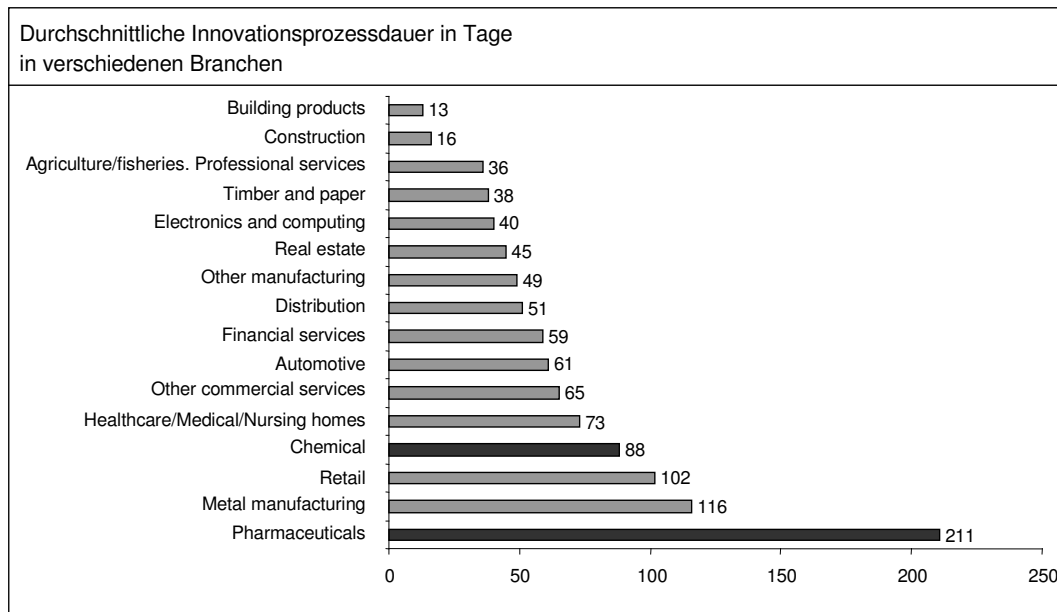
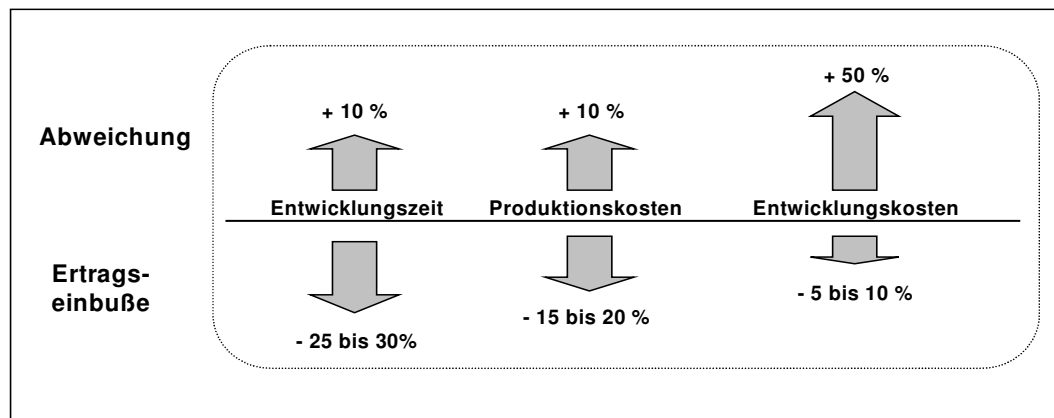


Abbildung 2: Innovationsprozessdauer im Branchenvergleich

(vgl. [Davis / Milton, 2000] S. 35)

Dies zeigt, dass insbesondere Chemieunternehmen im Vergleich zu anderen Branchen, z. B. zur Automobilindustrie mit ca. einem Jahr, mit erheblich langen Innovationsprozessen kämpfen, die letztendlich zu einem Dilemma führen. Um mehr Innovationen am Markt implementieren zu können, müssen die Chemieunternehmen ihre Innovationstätigkeit steigern, sodass sich die Forschungs- und Entwicklungsaufwände erhöhen würden. Um jedoch nicht noch weitere Gewinneinbußen hinnehmen zu müssen, wird dagegen eine Senkung der Forschungskosten angestrebt. Eine empirische Untersuchung von *Arthur D. Little* zeigt, dass eine Abweichung der Entwicklungszeit um 10 Prozent eine Ertragseinbuße von 25 bis 30 Prozent zur Folge hat. Dagegen verursacht eine fünfzigprozentige Entwicklungskostenüberschreitung eine Ertragseinbuße von nur 5 bis 10 Prozent.

In der folgenden Grafik wird dieser Sachverhalt dargestellt.



**Abbildung 3: Abweichung versus Ertrags-einbuße
bei langen Innovationsprozessen
(vgl. [Arthur D. Little, 1997] S. 65)**

Zur Beseitigung dieses Dilemmas müssen die Unternehmen der Chemieindustrie geeignete Mittel und Wege finden, um einerseits ihre Innovationstätigkeit im Unternehmen anzuregen und andererseits weitere F&E-Kosten vermieden bzw. gesenkt werden. Dazu macht es Sinn, den Innovationsprozess im Vergleich zu anderen Branchen darzustellen und geeignete Lösungsvorschläge zu unterbreiten.

2. Innovationsprozess im Branchenvergleich

Ein Innovationsprozess lässt sich in unterschiedliche Phasen unterteilen, die in zahlreichen literarischen Schriften, in verschiedenen Modellen und Ansätzen erklärt werden. Die einzelnen Ansätze unterscheiden sich durch ihre hohe Abstraktion der einzelnen Phasen, zum anderen betonen sie verschiedenartige Aspekte des Innovationsgeschehens und sind in Abhängigkeit der einzelnen Branchen und der unternehmensspezifischen Gegebenheiten zu betrachten. Die einzelnen Schritte des Innovationsprozesses enthalten alle Aktivitäten, die notwendig sind, um von einer Produkt- bzw. Prozessidee zu ihrer praktischen Umsetzung und ihrer Implementierung der Innovation auf dem Markt, zu gelangen (vgl. [Vahs / Burmester, 1999] S. 82). Insgesamt lässt sich somit der Gesamtprozess der Innovationsentstehung überschaubar und die typischen Aufgaben und Methoden jeder einzelnen Phase sichtbar darstellen und mit anderen Innovationsprozessen anderer Branchen vergleichen.

2.1. Innovationsprozessphasen

2.1.1. Erste Phase: Ideengewinnung

Produkt- und Verfahrensinnovationen entstehen aus kreativen Ideen. *„Unter Ideen sind Einfälle, Gedanken und Vorstellungen von Menschen zu verstehen, die auf der Suche nach einer anzustrebenden Problemlösung gedankliches Neuland betreten“* ([Vahs / Burmester, 1999] S. 137). So ist ein hohes Maß an Kreativität eines Menschen erforderlich, um neue und nützliche Ideen zu praxiswirksamen Lösungen von Problemen hervorzubringen. Dabei kann jedoch nicht immer sichergestellt werden, dass kreative Menschen, die in ihrer Arbeitsumwelt enormen Belastungen ausgesetzt sind, ihre Kreativität und Genialität im vollen Umfang zur Ideenfindung nutzen. Problematisch ist bei Unternehmen der Chemieindustrie hierbei die Fülle der Informationen, die bei der täglichen Forschung in den Laboren entsteht. So kommt es vor, *„dass für die meisten Problemstellungen bereits in zahlreichen Quellen mögliche Lösungsansätze vorliegen, die es nur systematisch zu suchen und zu finden gilt“* ([Vahs / Burmester, 1999] S. 137-138). Die Gewinnung der Ideen in der

Chemieindustrie erfolgt daher im Gegensatz zu anderen Branchen hauptsächlich durch die Suche und Sichtung der bereits im Unternehmen vorhandenen externen und internen Informationsquellen. Dabei muss vorhandenes und verfügbares Informations- und Ideenmaterial problemorientiert und umfassend aufbereitet werden, um die knappen Ressourcen im innovativen Unternehmen zu schonen und der Gefahr von Doppelprojekten entgegenzuwirken.

Externe und interne Ideenquellen

Externe Ideenquellen, wie beispielsweise Veröffentlichungen, Patente und Schutzrechte, Informationen von Lieferanten und Kunden werden zur Ideenfindung ebenso häufig aufgegriffen, wie interne Ideenquellen. Informationen von Mitarbeitern oder unternehmenseigene Unterlagen müssen zunächst systematisch katalogisiert werden, um sie bei der umfassenden Ideensuche einbinden zu können. Dennoch sind externe und interne Ideenquellen zur Konzipierung und Identifikation der Suchfelder im Unternehmen besser geeignet und stellen das Bindeglied zwischen Innovationsanstoß und Ideengewinnung dar. In der Phase der Ideengewinnung dienen sie vor allem als Orientierungshilfe, um die Vielzahl der ermittelten Ideen einzuordnen und damit die Ideenfindung effizienter gestalten zu können.

Aktive Ideengenerierung

Eine aktive Ideengenerierung dagegen, beispielsweise durch den Methodeneinsatz der Kreativitätstechniken, dient zur Suche nach gänzlich neuen Ideen/Erfindungen und findet bei der Ideensuche nach innovativen Produkten der Chemieunternehmen zunächst wenig Beachtung. Dies liegt an der engen Verflechtung der Chemieindustrie zu ihren Kunden, die einer aktiven Ideengenerierung, beispielsweise durch Brainstorming- oder Brainwritingmethoden, entgegenstehen. So greifen die Chemieunternehmen im Kundenauftrag spezielle Problemlösungen auf und setzen diese gezielt in Innovationen um.

„Beide Vorgehensweisen sind komplementär...“ und werden in vielen Branchen u.a. in der Automobilindustrie, *“... in der Regel parallel oder ergänzend angewendet“* ([Vahs / Burmester, 1999] S. 138). Eine Schwerpunktsetzung

hinsichtlich der einen oder der anderen Vorgehensweise richtet sich nach den betrieblichen Zielsetzungen und den Rahmenbedingungen im Unternehmen. Es zeigt sich aber, dass sich aus der aktiven Ideengenerierung ein größeres Zukunftspotenzial ergibt. Zudem lassen sich durch die gezielte Aktivierung und Stimulierung der Ideenquellen neue Dimensionen von Problemlösungen erarbeiten.

In der folgenden Grafik wird die grundlegende Vorgehensweise bei aktiven und passiven Ideengewinnung im Vergleich dargestellt.

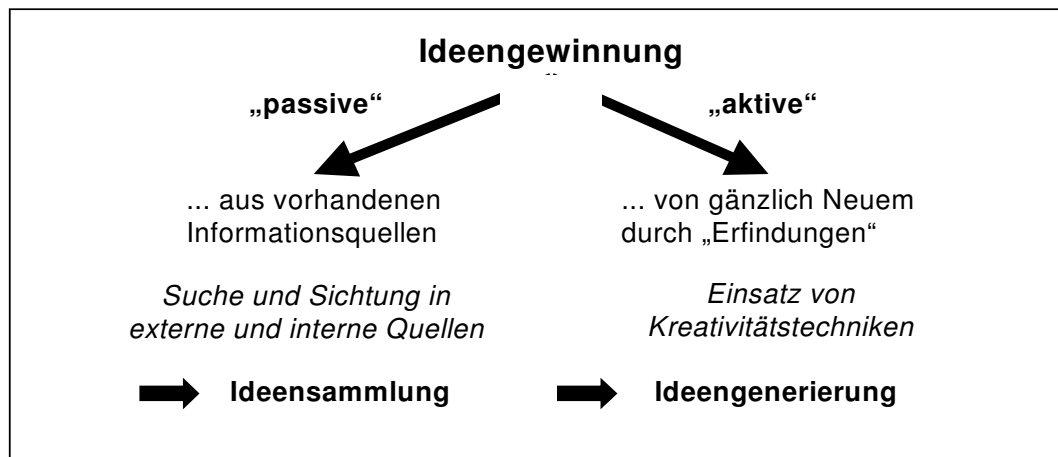


Abbildung 4: Ideensammlung versus Ideengenerierung

(vgl. [Vahs / Burmester, 1999] S. 137)

2.1.2. Zweite Phase: Ideenbewertung

Die gewonnenen Ideen stehen in der chemischen Industrie im Blickwinkel mit der zu lösenden Problemstellung des Kunden und werden aus einer Vielzahl von alternativen Ideen, welche die erfolgversprechendsten Innovationsansätze verfolgen, ausgewählt. Die einzelnen Ideen werden hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und ihrer Marktfähigkeit beurteilt, um so eine zielgerichtete Zuweisung der knappen Ressourcen sicher zu stellen. Damit kann gewährleistet werden, dass keine weiteren Ressourcen verschwendet und nur die Ideen herausgefiltert werden, die nicht oder wenig erfolgversprechend sind (vgl. [Vahs / Burmester, 1999] S. 184). Dennoch treten besonders in den frühen Phasen des Innovationsprozesses große Unsicherheiten bei der Bewertung der zu erwartenden wirtschaftlichen Ergebnisse der Ideen auf und verhindern eine exakte

Bestimmung der für die Umsetzung einer Idee erforderlichen Investitionen. Der Faktor Zeit beispielsweise, spielt bei der Bewertung von Ideen in Chemieunternehmen eine bedeutende Rolle. So können Annahmen in der Gegenwart, beispielsweise zum erwarteten ökonomischen Erfolg, schon morgen nicht mehr stimmen. Die Folge: die Idee wird falsch bewertet und führt dazu, dass eine negativ bewertete Idee von der Konkurrenz aufgenommen und in ein innovatives Produkt umgesetzt, sich zu einem ökonomischen Erfolg avancieren kann. Dagegen kann sich eine zunächst positiv bewertete Idee als Misserfolg herausstellen, die mit einer Verschwendung von Ressourcen und damit ein erhöhter F&E-Aufwandseinsatz einhergeht.

2.1.3. Dritte Phase: Ideenumsetzung

Die Umsetzung der Idee zu einem Produkt erfolgt in den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, zunächst mit der Herstellung bzw. Umsetzung in Prototypen. Die zuvor in zahlreichen Machbarkeitsstudien bewertete ökonomische und technische Realisierbarkeit der Idee, wird nun durch zeitintensives und ressourcenverschwendendes Testen der chemischen Innovationen hinterfragt. Sind die ersten noch lückenhaften chemisch-analytischen Tests positiv, kommen weitere, nun sehr zeit- und kostenaufwendige Testphasen dazu. Diese ergeben recht schnell, ob technische Schranken zur Umsetzung der Idee in Innovationen lösbar sind oder nicht. Dabei geht das Testen der Prototypen, der chemischen Substanz so weit, dass kleine Versuchsanlagen in vorhandenen Chemieanlagen errichtet und durchgeführt werden oder Testphasen beim Kunden initiiert werden. Neben der Untersuchung von nicht gewünschten Eigenschaften, die bei der mengenmäßigen Produktion entstehen können, dient die Durchführung der Testphasen beim Auftragsgeber auch der zwischenmenschlichen Kommunikation zwischen Kunde und Chemieunternehmen und reduziert zudem den enormen Kapitalaufwand, der bei der kostenaufwendigen Forschung³ anfällt. Im Vergleich mit anderen Branchen ist der hohe zeitlich und finanziell benötigte Rahmen zur

³ Die Aufwendungen in der Phase der Ideenumsetzung sind abhängig von der Innovation bzw. Produktmodifikation. Erfordert eine Innovation eine detaillierte Analyse, beispielsweise zur mengenmäßigen Produktion, wird der Bau einer Versuchsanlage notwendig und kann Kosten von mehreren 10 Millionen Euro verursachen. Produktmodifikationen dagegen können durch eine schnelle und kostengünstige Abwandlung der bestehenden Produktionsanlage durchgeführt werden.

Ideenumsetzung in der Chemieindustrie größer und verlängert insgesamt den Innovationsprozess.

2.1.4. Vierte Phase: Scale-up-Phase

In der Scale-up-Phase wird der zuvor geplante Bau der Chemieanlage umgesetzt. Der Bau der Produktionsanlage mit seiner extremen Ausprägung ist im Branchenvergleich einzigartig. So dauert der Bau der Chemieanlage bei kleineren Produktionsanlagen schätzungsweise achtzehn Monate, bei Großanlagen können durchaus drei Jahre vergehen. Für den Bau der Produktionsanlage werden spezielle Gerätschaften, wie Apparate, Messinstrumente bzw. Rohrleitungen mit besonderen Materialeigenschaften benötigt, die individuell für die Produktionsanlage angefertigt werden müssen. Dabei kommt es, besonders wenn bestehende Lieferungen spezieller Prozessanlagen nicht eingehalten werden, oft zu Verzögerungen, sodass sich letztendlich auch der Fertigstellungstermin der Chemieanlage verschiebt. Genaue Angaben über die Kosten für Produktionsanlagen können nicht beziffert werden, da jeder Bau individuell ausgelegt ist. So investierte beispielsweise die BASF AG in den Bau einer neuen Anlage für Streichfarbenbinder fünfzig Millionen Euro. Die Bayer AG dagegen investierte im Arbeitsgebiet Polymere im Jahr 2000 insgesamt 1,4 Milliarden Euro in den Bau neuer Anlagen, also fast die Hälfte der Konzern-Ausgaben für Sachanlagen (insgesamt 3,1 Milliarden Euro) im Bereich Kunststoffe (vgl. [o.V., 2001g] Nr. 21, S. 4). Schätzungsweise werden für den Bau einer völlig neuen kleinen Produktionsanlage Kosten von ca. zehn Millionen Euro; bei größeren Anlagen mehr als hundert Millionen Euro veranschlagt. Im Vergleich zu anderen Branchen, beispielsweise zur Elektronikbranche sind Investitionen in den Bau von Produktionsanlagen weniger zeit- und kostenaufwendig. Dies liegt zum einen daran, dass vorhandene Produktionsanlagen durch den Austausch der Werkzeuge von den zur Produktion eingesetzten Maschinen weiter verwendet werden, die so insgesamt die F&E-Kosten drücken. Gänzlich neue Produktionsanlagen sind nur bei den klassischen Industriezweigen⁴ in den wenigsten Fällen nötig.

⁴ u.a. Elektronik-, Maschinenbau- oder Automobilbranche

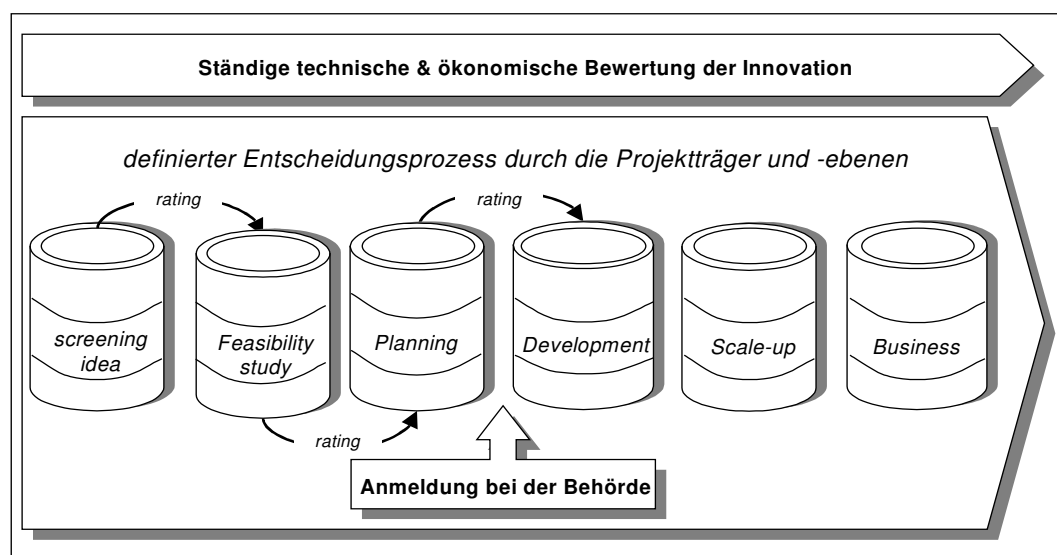
2.1.5. Fünfte Phase: Markteinführung

„Die Markteinführung eines neuen Produkts umfasst den Zeitraum vom Beginn der vorbereitenden Maßnahmen für den Markteintritt bis zu der erfolgreichen Behauptung der Problemlösung im Markt bzw. bis zum Erzielen eines stabilen Umsatzwachstums“ ([Vahs / Burmester, 1999] S. 251). Mit der Präsentation des neuen Produkts beginnt der Produktlebenszyklus. In dieser Phase kommen die potenziellen Käufer erstmals mit dem Produkt in Kontakt und können sich so ein eigenes Bild über dessen technische, funktionale, ästhetische und qualitative Eigenschaften (vgl. [Vahs / Burmester, 1999] S. 252) machen. Dieser erste Kontakt muss von den Chemieunternehmen sorgfältig vorbereitet werden und problemlos verlaufen. Die Einleitung von Marketingmaßnahmen in der Chemieindustrie kann dagegen nicht als zwingend vorausgesetzt werden. Viele Innovationen/Produktmodifikationen entstehen im Kundenauftrag, so dass zwangsläufig nur ein kleiner, definierter Wirkungskreis der Innovation entsteht und abgesetzt wird. In anderen Branchen, beispielsweise bei Consumer Products, ist die zeitnahe Durchführung des Marketings Grundvoraussetzung und beeinflusst maßgeblich den wirtschaftlichen Erfolg. Doch bevor in der chemischen Industrie Marketingmaßnahmen angestoßen werden, müssen alle neuen Stoffe nach dem Chemikaliengesetz, vor der Markteinführung beim Bundesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) angemeldet werden. Dies tritt in ähnlicher, wenn auch nicht vergleichbarer Form nur noch in der Pharmazeutischen Industrie auf und kann als ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zu anderen Branchen, in der eine formale Anmeldung⁵ nicht nötig wird, beschrieben werden. Nach der Anmeldung mit der Marktimplementierung des Produkts endet der Innovationsprozess.

Zusammenfassend können folgende Charakterzüge für einen typischen Innovationsprozess in der Chemie skizziert und in der nachfolgenden Grafik dargestellt werden:

⁵ Dies beinhaltet nur die formale Sichtung der eingereichten Unterlagen der Chemieunternehmung, nicht die Prüfung der toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften der Chemikalie.

- Keine im Branchenvergleich typische Ideenfindungs- und Ideengenerierungsphase, da eine enorme Ideen-Vielfalt von den Kunden eingebracht wird – anwendungsorientierte Forschung,
- aufwendungsintensive Scale-up-Phase – zeit- und kostenintensive Planungs- und Bau-Phase von Chemieanlagen und
- aufwendige gesetzliche Anmeldeprozedur bei neuen chemischer Substanzen – besonders bei international tätigen Unternehmen.



**Abbildung 5: typischer Innovationsprozess in der chemischen Industrie
(eigene Darstellung)**

Der im Branchenvergleich untersuchte Innovationsprozess ist offensichtlich, wie in der Studie „Innovation and Growth: a global perspective“ behauptet, verlängert. Entweder stellt sich der Innovationsprozess in anderen Branchen erheblich vereinfacht dar oder der Innovationsprozess in der Chemieindustrie ist nicht effizient.

Die chemische Industrie liefert mit ihren innovativen Produkten, die Grundlage für viele andere Innovationen in verschiedenen Branchen. Beispielsweise werden in der Unterhaltungselektronikbranche Plasma-TV-Geräte nur dann möglich, wenn von den Chemieunternehmen die dafür notwendigen Spezialchemikalien, spezielle Polymere für die flachen Bildschirme, hergestellt werden. Die Chemieindustrie liefert innovative Technologien/Chemikalien, die von anderen Branchen

wiederum in innovative „Formen“ gebracht werden. Das würde bedeuten, dass andere Branchen nur dann schnell innovativ sein können, wenn die Chemieindustrie im gleichem Maße neue Innovationen realisiert und effizient innoviert. Die Ergebnisse der Studie und die Analyse des Innovationsprozesses im Branchenvergleich zeigen, dass dies nicht der Fall ist und die Chemieindustrie vielmehr Probleme mit der Umsetzung ihrer Ideen zu marktfähigen Produkten hat und somit nicht effizient implementiert. Die Klärung, ob nun die anderen Branchen ineffizient sind, ist nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Vielmehr muss eine Klärung der Effizienz in der Chemieindustrie auf Unternehmensebene (siehe Kapitel 4) erfolgen.

Die in der Studie beschriebene Angreifbarkeit und Verletzbarkeit der Chemiemärkte durch andere Branchen, die ihre Innovationsprozesse schneller durchlaufen, kann nicht bestätigt werden. Zwar durchlaufen offenbar andere Branchen den Innovationsprozess schneller und realisieren vielleicht auch höhere Gewinne, aber den Markt und das Know-how können sie nur schwer „zukaufen“. Märkte sind wie Inseln, die Automobilindustrie ist ebenso, wie die Chemieindustrie, eine Insel, in der sich viele kleine aber nicht weniger attraktive Inseln/Märkte befinden. Da sich die einzelnen Märkte mit ihren „Teilmärkten“ untereinander verschmelzen und die Branchen beeinflussen, gestaltet sich ein Drängen in den jeweiligen von einem anderen Akteur beherrschten Markt, schwierig. Unternimmt beispielsweise die Automobilindustrie Anstrengungen auf dem Markt der Chemieindustrie, würde sich ihr Innovationsprozess verlängern, da dieser nicht so effizient aktiviert werden kann. Durch lange Erfahrungen in dem Segment der Chemikalienherstellung haben die Chemieunternehmen ihre Innovationsprozesse frühzeitig und konsequent verkürzen können; nutzen diese aber nicht optimal. Der Einsatz von Innovationen führt dazu, dass neue Märkte entstehen, bestehende entwickelt oder zerstört werden (vgl. [Wieandt, 1994] S. 18-21). Dazu hat sich die Chemieindustrie frühzeitig und stetig ausländische Absatzmärkte zur Schaffung neuer Absatzkanäle und Vertriebsmöglichkeiten erschlossen.

2.2. Einfluss der Globalisierung auf den Innovationsprozess

„Angesichts des sich weiter verschärfenden globalen Wettbewerbs und der zunehmenden Dynamik des Wandels gewinnt das zielgerichtete Management von Innovationen immer mehr an Bedeutung“ (vgl. [Vahs / Burmester, 1999] S. VII). Der rasante technologische Fortschritt in der Chemie-, besonders aber in der Pharmaindustrie, hat dieser Entwicklung gerade in den neunziger Jahren eine außerordentliche Dynamik verliehen. So muss eine Chemieindustrie, um weiter wettbewerbsfähig zu sein, die Chancen der europäischen Integration und der Globalisierung nutzen und sich international orientieren. Die Erschließung ausländischer Absatzmärkte geschieht in der deutschen Chemieindustrie auch unter dem Druck der Senkung der hohen F&E-Kosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Innovationstätigkeit; dies lässt sich beispielsweise an der Exportquote, also dem Anteil der Chemieexporte am Umsatz der chemischen Industrie, ablesen. So stieg die Exportquote der deutschen chemischen Industrie (vgl. Abbildung 6) von knapp 44 Prozent im Jahr 1980 bis zum Jahr 2000 auf fast 70 Prozent, so dass die Chemieunternehmen im Jahr 2000 einen Exportüberschuss von ca. 25 Milliarden Euro erwirtschafteten. Damit leisteten die Chemieunternehmen zugleich einen Beitrag zum Wohlstand und sozialer Sicherheit in Deutschland.

Jahr	1980	1990	2000
Anteil der Exporte am Chemie-Umsatz in Prozent	43,9	52,0	69,8

Abbildung 6: Veränderung der Exportquote im Zeitverlauf
(vgl. [o. V., 2001f] S. 90)

Hauptabnehmerregionen deutscher Chemieunternehmen waren dabei die Europäische Union (ca. 53%), Nordamerika (ca. 13%) und Asien (ca. 12%). Des weiteren investierten deutsche Chemieunternehmen in den ersten fünf Jahren dieses Jahrzehnts (von 1990 bis 1994) gut 20 Milliarden Euro in ausländische Sachanlagen, beispielsweise zur Errichtung neuer Chemieproduktionsanlagen oder in die Modernisierung bestehender Großanlagen. Im Vergleich dazu waren das etwa 64 Prozent der Summe, die im Inland aufgewendet wurde. In der zweiten

Hälfte der 90er Jahre stieg dieses Verhältnis auf knapp 87 Prozent, die Auslandsinvestitionen lagen in diesem Zeitraum mit schätzungsweise gut 28 Milliarden Euro um mehr als 40 Prozent höher als in den fünf Jahren zuvor. Beherrschendes Motiv für diese Auslandsinvestitionen stellt zum einen die notwendige Präsenz der Chemiefirmen auf den wichtigen Auslandsmärkten dar, um auf die schnell wechselnden Veränderungen der Unternehmensumwelt zeitnah reagieren zu können. Zum anderen vereinfacht sich die Implementierung von neuen innovativen Chemieprodukten durch die Umgehung von Markteintrittsbarrieren. Daher stellt die Organisation und Steuerung der verschiedenen internationalen Verordnungen, Normen und Regelungen für Chemieunternehmen eine besondere Herausforderung dar und kann für eine Time-to-market-Implementierung erfolgsentscheidend sein.

2.2.1. Regelungsmanagement

Eine hohe gesetzliche Regeldichte ist heute charakteristisch für die Chemieunternehmen in den Ländern der EU, Japan und den USA. Wachsendes Umweltbewusstsein und zunehmende Erkenntnisse über die Gefährlichkeit von Chemikalien, haben zu einer verstärkten Regulierung in Entwicklung, Produktion und Nutzung von Chemikalien geführt. Alle wichtigen Bereiche im Arbeitssicherheits-, Umwelt- und Gesundheitsschutz, sowie in der technischen Sicherheit von Anlagen und Produkten sind in der Bundesrepublik Deutschland durch rund 800 Gesetze, ungefähr 2.800 Verordnungen und um die 4.700 Verwaltungsvorschriften und technische Regeln (vgl. Abbildung 7) reglementiert. Zwar sind die vom Gesetzgeber erlassenen gesetzlichen Regelungen in den zurückliegenden Jahren zahlenmäßig deutlich weniger geworden, dennoch haben besonders kleine und mittelständische Chemieunternehmen erhebliche Probleme bei deren Umsetzung (vgl. [Schroll / Schwering, 2001] S.70).

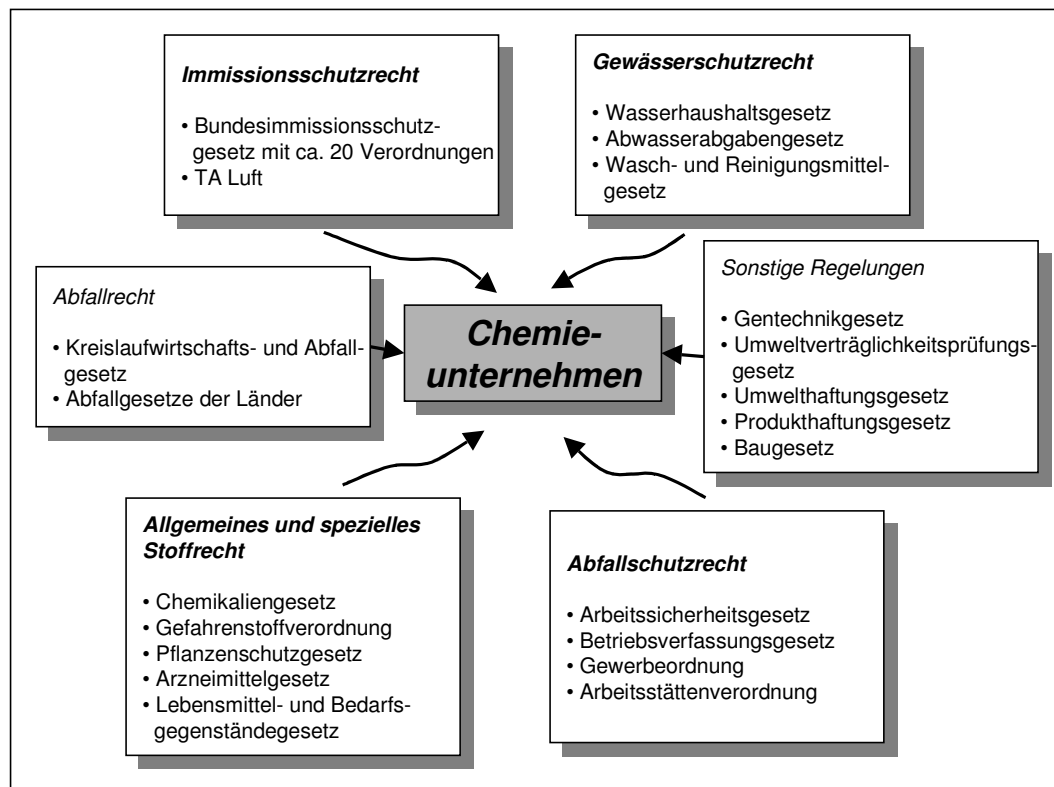


Abbildung 7: Normen und Vorschriften der deutschen Chemieindustrie
(vgl. [Schroll / Schwering, 2001] S.70)

Eine nationale Besonderheit ist die formale Anmeldeprozedur neuer chemischer Verbindungen nach dem Chemikaliengesetz. Sechzig Tage vor der Markteinführung müssen diese beim zuständigen Bundesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAmA) angemeldet werden; dies stellt eine besondere Anforderung an die global agierenden Chemieunternehmen dar (vgl. [o.V., 1997] S. 10). Diese müssen sich mit den nationalen Unterschieden beim Anmeldeverfahren neuer chemischer Stoffe der einzelnen Länder auseinandersetzen. Die Prüfung der toxikologischen und ökotoxikologischen Eigenschaften der Chemikalie, die auf umfangreichen Labortests beruhen, steht dabei im Fokus eines internationalen Systemvergleichs. Im Gegensatz zu den USA und Japan ist das in Europa verwendete starre Anmeldeverfahren ein System mit vorab festgelegten Testanforderungen und wird im Rahmen der Grundprüfung ausschließlich von den Absatzmengen der Neustoffe gesteuert. Nur wenn nichtakzeptable potenzielle Schadenswirkungen anhand der Daten erkannt werden, sind Anwendungsbeschränkungen oder ein Verbot des betreffenden Stoffs möglich. Das japanische und das US-System sind risikoabhängige Testsysteme, die frühzeitig als

gefährlich eingestufte chemische Substanzen verbieten oder mit entsprechenden Auflagen reglementieren. In der folgenden Grafik wird ein grober Überblick über das nationale Prüfungssystem bei der Anmeldung neuer Substanzen der drei größten Chemienationen dargestellt.

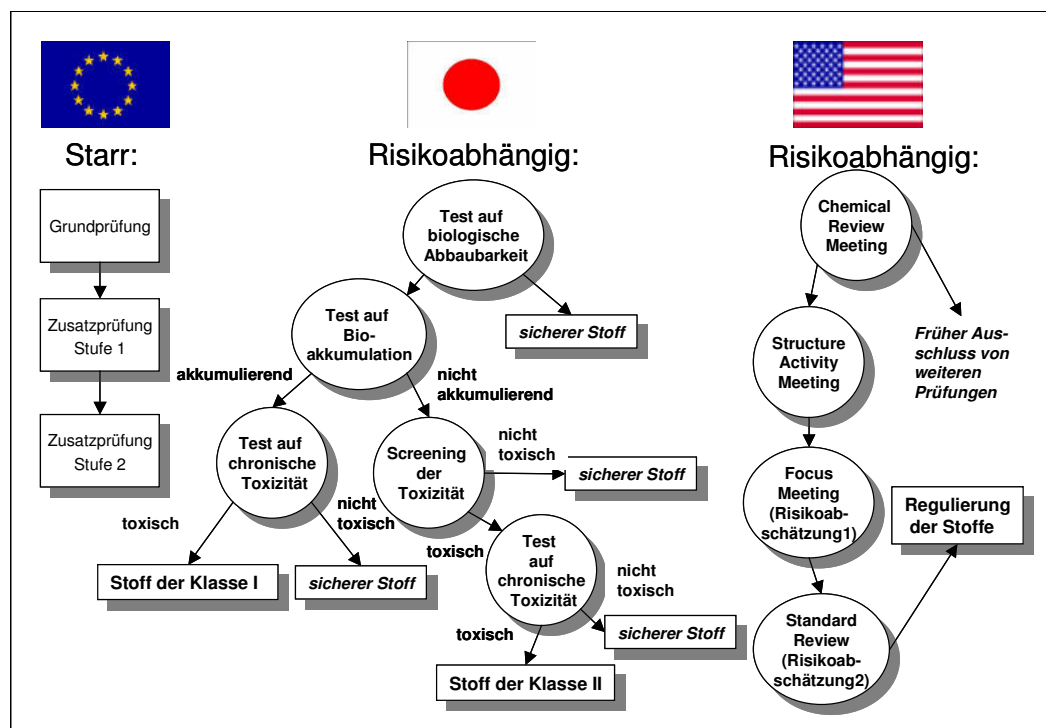
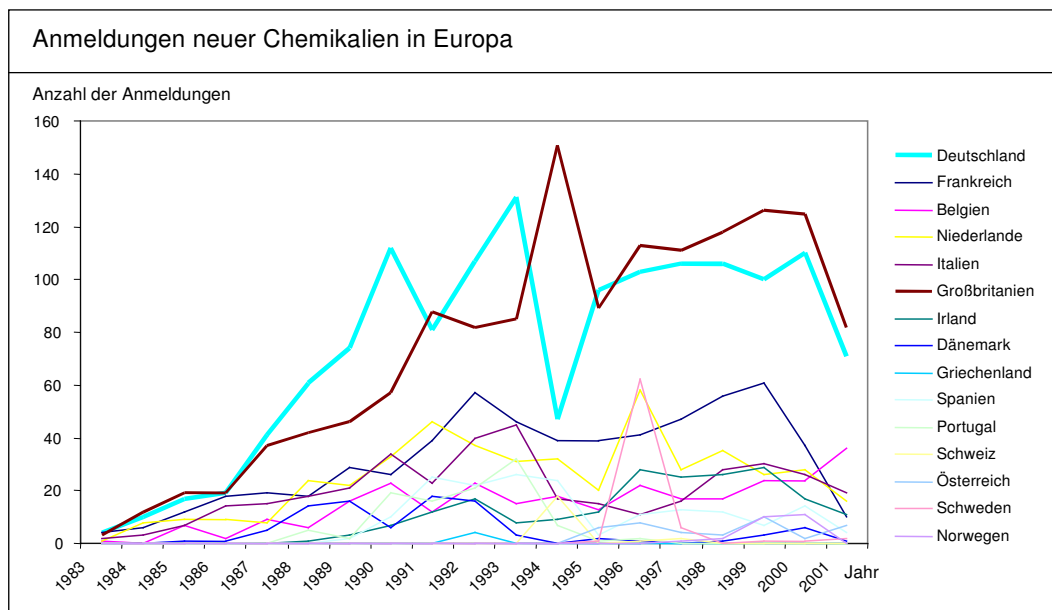


Abbildung 8: Systemvergleich EU, Japan, USA: Anmeldeverfahren neuer chemischer Stoffe (vgl. [Fleischer, 2001] S. 25)

Durch den frühen Abbruch der Tests beim japanischen und amerikanischen System, werden weitere Laborkosten eingespart und eine kostengünstige Anmeldung neuer Stoffe ermöglicht. Dies zeichnet sich durch eine positive Bilanz der Neuanmeldungen neuer Stoffe in den USA ab. So melden die USA durchschnittlich 425 neue chemische Substanzen pro Jahr an. Das ist mehr als das Doppelte an Anmeldungen neuer chemischer Stoffe der Japaner (154 neue Stoffe pro Jahr) und fast dreimal (143 neue Stoffe pro Jahr) mehr als in Europa (vgl. [Fleischer, 2001] S.26). In Deutschland werden jedes Jahr etwa 100 neue Stoffe⁶ nach dem Chemikaliengesetz angemeldet.

⁶ Eine Einschätzung von Herrn Dr. Elmar Böhlen, Mitarbeiter des Bundesamts für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Anmeldestelle Chemikaliengesetz). Demnach benötigen die Chemieunternehmen zur Anmeldung der Chemikalien zur Erstellung der notwendigen Unterlagen ca. 9 Monate (für die Zusammenstellung der Berichte etwa 7 Monate, einschließlich der zweimonatigen Wartepflicht, während die Unterlagen beim Bundesamt durchgesehen werden).

In der folgenden Grafik werden die erfolgreichen Stoffanmeldungen in Europa im zeitlichen Verlauf dargestellt (vgl. Tabelle I im Anhang).



**Abbildung 9: Anmeldungen neuer Chemikalien beim BAuA - lt. ChemG
(eigene Darstellung)**

Die Einführung eines restriktiven Gentechnik-Gesetzes seit Mitte der neunziger Jahre ist für den enormen Einbruch der Anmeldungen neuer chemischer Substanzen u.a. in Deutschland und Großbritannien verantwortlich und führte teilweise zur Abwanderung von Forschung und Entwicklung ins Ausland, außerhalb der EU.

Im Gegensatz zu Japan und Europa resultiert die hohe Zahl der Anmeldungen in den USA durch die geringeren Labor- und Notifizierungskosten (vgl. [Fleischer, 2001] S.27). In Europa fallen bei den Chemieunternehmen für Labortests bis hin zur Notifizierung einer neuen chemischen Substanz Kosten von mehr als 200.000 US-Dollar an. Das ist fast das Vierfache der Kosten als in den USA (min. 55.000 US\$ je Innovation) und ca. das Doppelte der Kosten (min. 100.000 \$ pro neue Substanz) der Japaner. In der folgenden Grafik wird der Vergleich der Chemieregelungen in den USA, Japan und Europa zusammengefasst dargestellt.

Kriterium: Neue Stoffe	USA	Japan	Europa
Notifizierungspflicht	Vor erstmaliger Herstellung; sowie alle neuen Polymere	Vor der Herstellung; ab 1 jato	Vor der Vermarktung; abgestuft nach Mengen
Verwendungsdaten und Info-Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Identität (physik.-chem. Daten) • Verwendung, Produktionsmenge; • erwartete Exposition von Mensch und Umwelt • Meldepflicht von neuen Anwendungen; • nur vorliegende Informationen und Daten zur Toxikologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Identität • Verwendung, Produktionsmenge • Einfache ökologische Wirkdaten. • Aufwendigere Untersuchungen nur, wenn Stoff schwer abbaubar oder bioakkumulierend 	<ul style="list-style-type: none"> • Identität • Verwendung; Produktionsmenge • keine Meldeverpflichtung von Weiterverarbeitern über neue Anwendungen • Automatische Datenanforderungen führen zu ungenutzten „Datenfriedhöfen“
Testverfahren	Risikoabhängige Testverfahren	Risikoabhängiges Testverfahren Zweiweg-System	Starre Testanforderungen: Einweg- bzw. Blocktestsystem
Kosten für Labortests	Keine Prüfverpflichtungen, kein vorgeschriebener Datensatz (ca. 15.000\$)	Fortschrittsbericht (bis 12.500\$) ggf. Einzelaufstellung (bis 60.000\$)	Grunddatensatz bei 1 jato bis 30.000\$ Zusatzttests (nach Menge) bis 325.000\$
Kosten für Notifizierung	40.000 US-Dollar (geschätzt)	80.000 US-Dollar (geschätzt)	177.000 US-Dollar (geschätzt)
Anzahl der neuen Stoffe	425 pro Jahr ohne Polymere	154 pro Jahr	143 pro Jahr

Abbildung 10: Vergleich der Chemikalienregelungen in den USA, Japan und Europa (vgl. [Fleischer, 2001] S.27)

Um in diesem Gesetzesdschungel den Überblick zu bewahren, ist ein professionelles Regelungsmanagement notwendig. Wie wichtig der professionelle Umgang mit den Gesetzen und Normen letztendlich ist, zeigt aktuell eine im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführte Studie des Instituts für angewandte Innovationsforschung (IAI). So ist bei 80 Prozent der befragten Unternehmen der Umgang mit Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzregelungen defizitär; deren wirtschaftliche Folgen dagegen enorm wären. So kann mangelnde Professionalisierung beim Regelungsmanagement zu Verzögerungen bei der Markteinführung neuer Produkte, aber auch zum Abbruch von Forschungs- und Entwicklungsprojekten führen. Dabei ist zu bemerken, dass diese Probleme bei großen Chemieunternehmen eher seltener auftreten. Denn hier spielen die Global Player der chemischen Industrie ihre Routine aus und können so oft den harten Wettbewerb für sich entscheiden. Dennoch muss es den Global Playern der Chemie gelingen, die sehr unterschiedlichen Regularien bei der Anmeldung neuer chemischer Stoffe in den einzelnen Ländern zu verstehen, um innovative Produkte umsetzen zu können. Deshalb muss das Wissen um die gesetzliche Lage im internationalen Vergleich, durch die Schaffung von Netzwerken und unter Einsatz geeigneter Kommunikationsmittel, kontinuierlich gebündelt, ausgebaut, gespeichert und den einzelnen Innovationsprojekten zur Verfügung gestellt werden.

2.2.2. Dokumentationsmanagement

Die Bündelung der Informationen, die im Unternehmen für verschiedene Geschäftsbereiche benötigt werden, ist sehr aufwendig und wird durch die Pflicht der Durchführung der Dokumentation bei der Anmeldung neuer Substanzen, noch verstärkt. Aufgrund ihrer globalen Tätigkeit, die ein Arbeiten mit verschiedenen räumlich entfernten Forschungsteams nötig macht, führen Kommunikationsprobleme zwischen den Projektbeteiligten, beispielsweise durch Abstimmungsprobleme sprachlicher oder kultureller Art dazu, dass die dringend benötigten Dokumente zur Anmeldung zu spät oder gar nicht erstellt werden. Fehlende oder unzureichende Dokumentenmanagementsysteme (DokM-Systeme) sind u.a. für verlängerte Innovationsprozesse in der chemischen Industrie verantwortlich. Die Schaffung effizienter Lösungen mit dem Hauptaugenmerk auf die Integration der DokM-System-Technologien mit den vorhandenen ERP-Systemen⁷ (z.B. SAP R/3) und Groupware- sowie Intranet/Internet-Umgebungen kann hierbei als Herausforderung an die Chemieindustrie verstanden werden. Durch die synergetische Integration dieser Systemwelten können erhebliche Nutzenpotenziale freigelegt und somit Qualität, Geschwindigkeit und das Kosten-/Nutzenverhältnis vielfältiger Geschäftsprozesse beispielsweise von Innovationsprozessen, entscheidend verbessert werden. Verschärfter Konkurrenz- und Kostendruck zwingt die Chemieunternehmen zu kontinuierlicher Steigerung der Ergebnisqualität, verbessertem Service und Verringerung von Reaktions- und Durchlaufzeiten. In vielen anderen Branchen, gerade im Dienstleistungsbereich, sind Effizienz- und Qualitätspotenziale im Bereich der Steuerung und Unterstützung standardisierter, strukturierter Arbeitsprozesse sowie der Steuerung und Archivierung von Dokumenten bereits vorhanden. Hier müssen die Unternehmen der Chemieindustrie intensiv ihren Nachholungsbedarf beseitigen und konsequent das im Unternehmen verankerte und gespeicherte Wissen reaktivieren.

⁷ Enterprise Resource Planning-System

5. Zusammenfassung

Die deutsche Volkswirtschaft befindet sich bekanntlich in einem rasanten Strukturwandel, von dem auch die chemische Industrie in starkem Maße betroffen ist. In klassischen Geschäftsfeldern wie Grundchemikalien, Textilfarben, Fasern und Standardkunststoffen sehen sich deutsche Unternehmen der chemischen Industrie in Fernost, dem Mittleren Osten und zum Teil auch in Osteuropa gefährlichen Konkurrenten gegenüber. In vielen Bereichen drücken Überkapazitäten auf die Preise und aufgrund eines geringeren Lohnniveaus und niedrigerer Umweltstandards produzieren die neuen Wettbewerber gleiche Qualität oftmals erheblich günstiger. Um im internationalen Wettbewerb zu bestehen, müssen die deutschen Chemieunternehmen die dort gebotenen Chancen mit innovativen und qualitativ hochwertigen Produkten nutzen. Es besteht für sie der Zwang zum Innovationswettbewerb, d.h. sie müssen zur Sicherung des eigenen Überlebens auf innovative Produkte setzen. Dies gilt im Grunde für viele Branchen und so erfordert die schwindende Wettbewerbsfähigkeit unseres ressourcenarmen Landes generell eine stärkere Innovationsorientierung im Sinne einer schnelleren wirtschaftlichen Nutzung kreativer Ideen.

Beherrschung des technologischen Wandels

Technologieorientierte Branchen, wie die chemische Industrie, sind gekennzeichnet durch eine hohe Forschungsintensität mit entsprechend hohen F&E-Ausgaben sowie immer kürzere Innovations- und Produktlebenszyklen. Zur Sicherung des Unternehmensbestandes besteht die Notwendigkeit, immer wieder Innovationen auf den Markt zu bringen und bei der Entwicklung und Vermarktung von neuen Produkten erfolgreich zu sein. Dies gilt vor allem für die Pharmabranche, aber auch in zunehmendem Maße für das Geschäft mit Spezialchemikalien und für anwendungstechnisch anspruchsvolle Chemieprodukte wie Pflanzenschutzmittel oder Hochtemperaturkunststoffe. Dabei ist die Analyse und das Erkennen von Technologietrends eine grundlegende Voraussetzung, um rechtzeitig auf Folgetechnologien umstellen zu können. Das Aufkommen neuer Technologien bedingt somit die Notwendigkeit eines professionellen Innovationsmanagements. Bezüglich des wirtschaftlichen Erfolges ergeben sich aufgrund

von Innovationen neben den großen Chancen auch gravierende Risiken. Da eine Innovation nur dann als erfolgreich gelten kann, wenn sie sich am Markt auch wirklich durchsetzt, sind nicht wissenschaftliche Erkenntnisse, sondern ausschließlich deren wirtschaftliche Umsetzung in konkurrenzfähige Erzeugnisse entscheidend. So können die Chemieunternehmen zeitlich nicht einschätzen, wann F&E-Anstrengungen zu Ergebnissen führen, oder damit gerechnet werden muss, dass alle Bemühungen keinen Erfolg zeigen. Eine Bewertung der Innovationsprojekte ist daher für die Chemieunternehmen enorm wichtig und entscheidet letztendlich über den Erfolg oder Misserfolg einer Innovation am Markt. Falls technologische Innovationen schon bis zur Marktreife entwickelt wurden, besteht beispielsweise die Gefahr, dass diese durch F&E-Anstrengungen anderer Unternehmen veralten. So scheitert tatsächlich ein hoher Prozentsatz aller Produktinnovationen mit der Folge, dass sich ein hoher Forschungsaufwand nicht automatisch rentiert. Viele innovative Unternehmen sind aufgrund dieser Probleme dann auch weniger rentabel als konservative Unternehmen.

Verbindung von Technologie und Markt auf gleicher strategischer Ebene

Eine zentrale Rolle nimmt die strategische Ausrichtung der Innovationspolitik im Unternehmen ein. Im Rahmen des Gesamtunternehmens muss es den Chemieunternehmen gelingen, günstige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung von Innovationen zu schaffen. Das Ziel ist, die Anforderungen des Marktes und die technischen Entwicklungsmöglichkeiten zu verbinden, um ein ausgewogenes Verhältnis von Technologieschub (“technology push“) und Marktsog (“market pull“) bei der Produktentwicklung zu erreichen. Da der Lebenszyklus von Produkten immer kürzer wird, ist Zeit zunehmend ein kritischer Erfolgsfaktor. Daher hat gerade auch in der chemischen Industrie die Notwendigkeit zur Prioritätensetzung der F&E-Vorhaben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Es ist notwendig, den Entscheidungsprozess zu systematisieren und transparent zu machen, um den Innovationsprozess letztendlich zu beschleunigen und eine Time-to-market-Produkteinführung realisieren zu können.

Um Innovationen erfolgreich am Markt implementieren zu können, sollte folgende Voraussetzungen durchgesetzt werden:

1) Strukturierung von F&E-Projekten

Um F&E-Projekte in erfolgreiche Innovationen umzusetzen, muss der F&E-Prozess strukturiert und gesteuert werden. Während bei der Technologieplanung und der Grundlagenforschung eine detaillierte Strukturierung nicht möglich ist, hat sich ein hohes Maß an Strukturierung bei der Produktentwicklung und Markteinführung neuer Produkte als vorteilhaft erwiesen. Bei der Produktentwicklung sollte eine klare Trennung zwischen Vorprojekt und eigentliches Entwicklungsprojekt erfolgen. In der Vorprojektphase werden mit viel Kreativität und ohne Zeitdruck Ideen generiert. Weil dieser kreative Freiraum für die Forscher sehr wichtig ist, finden Vorprojekte relativ unstrukturiert statt. Klassische Projektmanagementmethoden in der Vorprojektphase sind unangebracht. Risikoreiche Forschungsprojekte werden allerdings häufig wie Entwicklungsprojekte einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen, was bei der unsicheren Datenlage oft zu falscher Projektauswahl führt. So sollte die Projektrentabilität bei Vorprojekten nur für die Abschätzung von Szenarien und Sensibilitäten herangezogen werden. In der kostenintensiven Entwicklungsphase, in welcher der größte Teil der Projektressourcen verbraucht wird, ist ein zeit- und ressourcenorientiertes Projektmanagement erforderlich. Das Anforderungsprofil an neue Produkte zu erfassen, ist primär Aufgabe des Marketings. Oft fehlt jedoch beim Ermitteln von Kundenanforderungen die Genauigkeit, die für eine detaillierte Produktentwicklung notwendig ist. Dies ist ein kritischer Punkt, da die Forscher und Entwickler eher zu einem technischen Produktverständnis neigen und damit auf eine genaue Beschreibung der Kundenanforderungen angewiesen sind. Ihnen fehlen damit häufig die Daten, um die Kundenanforderungen in die Produktentwicklung einfließen zu lassen. Dies gilt im Besonderen für anwendungstechnisch anspruchsvolle Produkte, die im Rahmen von Systemlösungen eingesetzt werden. Zu denken ist hier beispielsweise an Lacke, Beschichtungen, Kleb- und Dichtstoffe. Nur durch ein exaktes Anpassen der Produkteigenschaften an die Kundenanforderungen und das Einpassen in eine Systemlösung, die dem Kunden gegenüber Konkurrenzprodukten Vorteile bietet, ist eine Neuproduktentwicklung erfolgreich.

2) Schaffung einer innovativen Unternehmenskultur

Weil kreative Mitarbeiter ein Umfeld benötigen, in dem ihr innovatives Potenzial anerkannt und genutzt wird, ist die Schaffung eines positiven Innovationsklimas von großer Bedeutung. So wurden in vielen Unternehmen der chemischen Industrie in den letzten Jahren sogenannte „Ideenpools“ etabliert. Dadurch, dass Innovationen im Unternehmen ein hoher Stellenwert beigemessen wird, steigt die Motivation der Mitarbeiter, sich auch außerhalb des eigenen Arbeitsgebietes mit innovativen Ideen zu beschäftigen. Es bietet sich beispielsweise eine organisatorische Zweiteilung in die Position eines Ideengenerators, dessen Haupteigenschaften Kreativität und Originalität sein sollten, und die Rolle des Promotors an, dem eher unternehmerische und durchsetzungsorientierte Eigenschaften zukommen. Wichtigkeit ist auch ein Mentor, der den Ideengenerator betreut und den nicht Managementqualitäten, sondern Sachkenntnis und die Bereitschaft zum Zuhören auszeichnen. Ihm kommt die Rolle zu, den Ideengenerator zu ermutigen, durch konstruktive Kritik zum Nachdenken anzuregen, Alternativen vorzuschlagen und eine Brückenfunktion zum Promotor einzunehmen. So hat sich beispielsweise bei DuPont die Etablierung von Netzwerken als erfolgreich erwiesen. In mehr als 400 Netzwerken arbeiten die Beschäftigten zusammen, um Kosten zu senken, Qualitätsstandards zu entwickeln und vor allem Innovationen umzusetzen. Der Netzwerkgedanke ist nicht neu und im Grunde recht einfach. Über organisatorische Grenzen hinweg finden sich Leute mit ähnlich gelagerten Interessen und Kompetenzen zusammen, um gemeinsam gute Ideen zu generieren und umzusetzen. Entscheidend für den Erfolg ist auch hier die Bereitschaft der Mitwirkenden, ihre Informationen auszutauschen und die Fähigkeit von Promotoren, den Informationsaustausch effizient zu gestalten.

3) Organisationen schaffen - Bildung bereichsübergreifender Projektteams

Im Team durchgeführte Innovationsprojekte sind ein Weg, die Produktentwicklung und Markteinführung besser und effizienter zu gestalten. Bei der Zusammenstellung von Projektteams hat sich in der Praxis die Bildung bereichsübergreifender Teams, die alle beteiligten Unternehmensbereiche von der Forschung und Entwicklung über Fertigung und Logistik bis zu Marketing und Vertrieb abdecken, als besonders erfolgreich erwiesen. Der Vorteil, Mitglieder aus allen relevanten Bereichen zu rekrutieren, besteht darin, dass zum einen alle

wichtigen Bereiche durch Fachleute abgedeckt werden und zum anderen eine breite Unterstützung im Unternehmen sichergestellt wird. Die Projektmitarbeiter sollten für die Zeit der Projektarbeit in der Regel aus der übrigen Organisation herausgelöst und weitgehend von sonstigen Aufgaben befreit sein. Nur so ist gewährleistet, dass sich die Projektmitarbeiter voll auf das Projekt konzentrieren können. Für den Projekterfolg sind neben Mitarbeitern, welche innerhalb gegebener Grenzen optimale Arbeit leisten, auch Querdenker notwendig, die immer wieder die Grenzen in Frage stellen und versuchen, Neuland zu betreten. Wegen der entscheidenden Bedeutung von Impulsen aus der Forschung muss in innovativen Branchen eine Strategie der angebotsorientierten Innovationspolitik verfolgt werden, welche eine Verbindung von Technologie- und Marketingaspekten auf Gesamtunternehmensebene ermöglicht.

Innovationen als Schlüsselfaktoren der Unternehmensstrategie haben nur dann Erfolg, wenn sie von allen Unternehmensbereichen unterstützt werden. Wichtig ist daher die Förderung des konstruktiven Dialogs zwischen Forschung, Entwicklung, Produktion und Marketing. Speziell das Marketing ist ein gleichberechtigter Partner der F&E, welcher in hohem Maße zum Erfolg oder Misserfolg von Innovationen beiträgt. Ein erfolgreiches Innovationsmanagement ohne eine enge Zusammenarbeit von F&E und Marketing kann es nicht geben. Zur Verbesserung der Innovationsfähigkeit muss innerhalb flexibler Forschung und Produktentwicklung im ständigen Kontakt mit etablierten und potenziellen Kunden nach neuen Problemlösungen gesucht werden. Durch intensive Zusammenarbeit mit den Kunden wie beispielsweise die Einbeziehung der Anwender in den Entwicklungsprozess muss eine konsequente Ausrichtung auf den Kunden erfolgen.

IV. Literaturverzeichnis

Albach, Horst (Hrsg.): Innovationsmanagement, Theorie und Praxis im Kulturvergleich, Gabler Verlag, Wiesbaden, **1990**.

Arthur D. Little (Hrsg.): Management von Innovation und Wachstum, Gabler Verlag, Wiesbaden, **1997**.

Bierfelder, Wilhelm H.: Innovationsmanagement, 2. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, **1989**.

Brinkhoff, Jan J.: Patenstreitigkeiten in Europa bedürfen der Änderung: Die künftige Gestaltung von Patenstreitigkeiten in Europa, Europäisches Patentamt, in: Sonderausgabe zum Amtsblatt **1999**, URL: http://www.european-patent-office.org/epo/pubs/oj000/se/se_100.pdf, S.1.

Brockhoff, Klaus: Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle, 5. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München, **1998**.

Bullinger, Hans-Jörg: Einführung in das Technologiemanagement, B.G. Teubner, Stuttgart **1994**.

Bullinger, Hans-Jörg; Warschat, Joachim (Hrsg.): Forschungs- und Entwicklungsmanagement, Simultaneous Engineering, Projektmanagement, Produktplanung, Rapid Product Development, B. G. Teubner, Stuttgart, **1997**.

Davis, Trevor; Milton, Frank: Innovation and Growth: a global perspective, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, MCS, **2000**.

Fleischer, Manfred: Zwischen Innovation und Regulation, in: chemie report, Heft 6/7 2001, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, **2001**.

Hauschild, Jürgen: Innovationsmanagement, 2. Aufl., Vahlen Verlag, München, **1997**.

Higgins, James M.; Wiese, Gerold G.: Innovationsmanagement: Kreativitätstechniken für den unternehmerischen Erfolg, Springer – Verlag, Berlin, **1996**.

Kulbeda, Jim; Roscoe, Clifton: Strategically Positioning your E-Business, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, Global Chemical Practice, Atlanta Georgia, **2000**.

Müller-Böling, Detlef; Seibt, Dietrich; Winand, Udo (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement, Poeschel Verlag, Stuttgart **1991**.

o.V.: A Revolution in R&D: The Impact of Genomics Part I, The Boston Consulting Group, June **2001a**.

o.V.: A Revolution in R&D: The Impact of Genomics Part II, The Boston Consulting Group, July **2001b**.

o.V.: ATEX - Was steckt dahinter?: Die unendliche Geschichte von Normen und Richtlinien, in: CHEManager 18/2001, S.19, Git Verlag, Darmstadt, **2001c**.

o.V.: Biotechnologie in: Handelsblatt, Sonderbeilage v. 26.09.2001, S. B13-B18, Frankfurt, **2001d**.

o.V.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.): Leitfaden für die Anmeldungen neuer Stoffe nach dem Chemikaliengesetz, 2. Auflage, URL: <http://www.baua.de/amst/leitfaden.doc>, **1997**.

o.V.: CHEManager Ausgaben 18 bis 22/2001, Git Verlag, Darmstadt, **2001e**.

o.V.: Chemiewirtschaft in Zahlen, 43. Auflage, Ausgabe 2001, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, **2001f**.

o.V.: Chemische Rundschau, Ausgaben Nr. 20 bis 22, 54.Jahrgang, Vogt-Schild/Habegger Medien AG, **2001g**.

o.V.: ChemZahlen: Branche in der Konjunkturflaute, in: chemie report, Heft 8/9 2001, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, **2001h**.

o.V.: Economic Bulletin June **2001i**, in: CEFIC, URL: <http://www.cefic.org/activities/eco/ecobul/EB2001b-June.pdf>, 09.11.2001.

o.V.: Economic Bulletin November **2000a**, in: CEFIC, URL: <http://www.cefic.org/activities/eco/ecobul/EB2000-Nov.pdf>, 09.11.2001.

o.V.: Erfolgsformel Globalisierung: Ein Diskussionsbeitrag der chemischen Industrie in Deutschland, Verband der chemischen Industrie e.V., Frankfurt, **2000b**.

o.V.: F&E Info 1/2001, Wirtschaftsstatistik, Stifterverband für die deutsche Wirtschaft, Essen, **2001j**.

o.V.: German Patent and Trade Mark Office, Annual Report 2000, URL: <http://www.dpma.de/veroeffentlichungen/jahresbericht00/jb2000.pdf>, 12.11.2001.

o.V.: Innovationsmanagement, Edition Harvard Business Manager, Band 1, Hamburg.

o.V.: Innovationsmanagement, Edition Harvard Business Manager, Band 2, Hamburg.

o.V.: Krise in der Chemie spitzt sich zu: BASF spürt deutlichen Auftragsrückgang in der Kunststoffsparte – Bayer droht Kurzarbeit, in: Handelsblatt v. 26.09.2001, S.13, Frankfurt, **2001k**.

o.V.: Market briefing: Germany Organic Chemicals Market, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, August **2000c**.

o.V.: Market briefing: Germany Pharmaceuticals Market, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, August **2000d**.

o.V.: Post-Conference Themes and Highlights European Pharmaceuticals, Goldman Sachs Global Equity Research, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, Frankfurt, June **2001l**.

o.V.: Wissensmanagement: Austausch muss belohnt werden, in: chemie report, Heft 8/9 2001, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, **2001m**.

o.V.: Zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands: Zusammenfassender Endbericht 2000, Bundesministerium für Bildung und Forschung, **2000d**.

Perpels, Werner: Innovationsmanagement, Cornelsen Verlag, Berlin, **1999**.

Ploss, Thorsten; Johnson, Eric: E-Marketplaces in Chemicals, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, Frankfurt, **2000**.

Schroll, Markus; Schwering, Markus G.: Flucht nach vorn: Reglungsdickicht fordert Chemiebetriebe – Professionalisierung ist gefragt, in: CHEMIE TECHNIK, 30. Jahrgang Nr. 3. **2001**.

Staudt, Erich (Hrsg.): Das Management von Innovationen, Blick durch die Wirtschaft, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frankfurt am Main, **1986**.

Thom, Norbert: Innovationsmanagement, Schweizerische Volksbank, Bern, **1992**.

Townsend, Robert A.: Chemicals – Third Millennium: The New Business Model, PricewaterhouseCoopers Unternehmensberatung GmbH, December **1999**.

Trommsdorf, Volker (Hrsg.): Innovationsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen, Grundzüge und Fälle – ein Arbeitsergebnis des Modellversuchs Innovationsmanagement, Vahlen Verlag, München, **1990**.

Vahls, Dietmar; Burmester, Ralf: Innovationsmanagement: von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung, Schäffer – Poeschel Verlag, Stuttgart, **1999**.

Wieandt, Axel: Die Entstehung und Zerstörung von Märkten durch Innovationen, Schäffer – Poeschel Verlag, Stuttgart, **1994**.

V. Anhang

Tabelle I: Statistik der Anmeldungen neuer Chemikalien nach dem ChemG

	F	B	NL	D	I	GB	Irl	DK	GR	E	P	SF	A	S	N	Summe
1983	4	1	1	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
1984	6	0	8	10	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
1985	12	7	9	17	7	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	72
1986	18	2	9	19	14	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	82
1987	19	9	8	41	15	37	0	5	0	0	0	0	0	0	0	134
1988	18	6	24	61	18	42	1	14	0	0	5	0	0	0	0	189
1989	29	16	22	74	21	46	3	16	0	2	2	0	0	0	0	231
1990	26	23	33	112	34	57	7	6	0	10	19	0	0	0	0	327
1991	39	12	46	81	23	88	12	18	0	25	16	0	0	0	0	360
1992	57	23	37	107	40	82	17	16	4	22	21	0	0	0	0	426
1993	46	15	31	131	45	85	8	3	0	26	32	0	0	0	0	422
1994	39	18	32	47	17	151	9	0	0	24	7	18	0	0	0	362
1995	39	13	20	96	15	89	12	2	0	3	1	0	6	1	0	297
1996	41	22	58	103	11	113	28	1	0	11	2	1	8	62	0	461
1997	47	17	28	106	16	111	25	0	0	13	0	2	4	6	1	376
1998	56	17	35	106	28	118	26	1	0	12	0	0	3	0	2	404
1999	61	24	26	100	30	126	29	3	0	7	0	0	10	1	10	427
2000	37	24	28	110	26	125	17	6	0	14	0	0	2	1	11	401
2001	10	36	16	71	19	82	11	1	0	4	0	0	7	2	0	259
Summe	604	285	471	1396	384	1405	205	94	4	173	105	21	40	73	24	5284

Quelle: Bundesamt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Anmeldestelle Chemikaliengesetz), Stand: 21.09.2001

Tabelle II: Ausgewählte Wirtschaftsindikatoren der Chemieindustrie in Deutschland im Zeitverlauf

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<i>Umsatz (in Mrd. DM)</i>	180,1	175,1	188,9	187,4	190,0	212,4
<i>Produktion (gg. Vorjahr in %)</i>	0,1	4,9	5,7	0,5	4,4	2,9
<i>Beschäftigte (in Tsd.)</i>	536,0	518,0	501,0	485,0	477,0	470,0
<i>Sachanlageninvestition in Deutschland (Mrd. DM)</i>	11,3	12,5	12,5	13,5	13,6	14,0
<i>Exporte (in Mrd. DM)</i>	101,4	104,5	119,7	122,2	128,6	145,6
<i>Importe (in Mrd. DM)</i>	63,2	63,2	70,2	74,7	87,3	97,1
<i>F&E-Aufwendungen (in Mrd. DM)</i>	10,4	11,3	12,0	13,6	14,1	15,4

Quelle: Chemiewirtschaft in Zahlen, 43. Auflage, Ausgabe 2001, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, S 8.

Tabelle III: Produktionswerte der Chemieindustrie in Deutschland aufgeteilt in Chemiesparten

Produktionswerte in Chemiesparten Wert der zum Absatz bestimmten Produktion		
	Im Jahr 2000 (in Mrd. DM)	Anteil in Prozent
Chemie insgesamt	196,1	100 %
Chemische Grundstoffe	91,2	46,5 %
<i>Industriegase</i>	1,7	0,9 %
<i>Farbstoffe und Pigmente</i>	7,8	4,0 %
<i>sonstige anorganische Grundstoffe und Chemikalien</i>	8,2	4,2 %
<i>sonstige organische Grundstoffe und Chemikalien</i>	32,8	16,7 %
<i>Düngemittel und Stickstoffverbindungen</i>	3,5	1,7 %
<i>Kunststoff in Primärform</i>	35,8	18,3 %
<i>Synthetischer Kautschuk in Primärform</i>	1,4	0,7 %
Schädlingsbekämpfungs- und Pflanzenschutzmittel	3,0	1,5 %
Anstrichmittel, Druckfarben und Kitte	15,9	8,1 %
Pharmazeutische Erzeugnisse	36,3	18,5 %
<i>Pharmazeutische Grundstoffe</i>	4,6	2,4 %
<i>Pharmazeutische Spezialitäten und sonstige pharm. Erzeugnisse</i>	31,7	16,1 %
Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körpermittel	15,6	8,0 %
<i>Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Poliermittel</i>	8,0	4,1 %
<i>Duft- und Körperpflegemittel</i>	7,7	3,9 %
sonstige chemische Erzeugnisse	-	-
<i>Pyrotechnische Erzeugnisse</i>	1,0	0,5 %
<i>Klebstoffe und Gelatine</i>	3,1	1,6 %
<i>Etherische Öle</i>		
<i>Fotochemische Erzeugnisse</i>	3,1	1,6 %
<i>Unbespielte Ton-, Bild- und Datenträger</i>		
<i>Chemische Erzeugnisse a.n.g.</i>	16,5	8,4 %
Chemiefasern	5,6	2,9 %
Veredlung von Erzeugnissen dieser Güterabteilung	2,0	1,0 %

Quelle: Chemiewirtschaft in Zahlen, 43. Auflage, Ausgabe 2001, Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, S. 21.