

Risikominderung durch Substitution – zäh, riskant, aber notwendig

Die Substitution gefährlicher Stoffe in Produkten zielt darauf ab, gesundheits- und umweltbezogene Wirkungsrisiken bereits an der Quelle zu begrenzen.

Im *SubChem*-Projekt wurde die Substitution gefährlicher Stoffe als Entwicklungsprozess angesehen, der eine Innovation hervorbringt. Die folgenden Fragen zur **Innovationsfähigkeit** und zur **Innovationsrichtung** standen dabei im Mittelpunkt des Projektes:

- Wie können wirtschaftliche, staatliche und zivilgesellschaftliche Akteure erfolgreich zusammenwirken, um Innovation zu erreichen?
- Wie können Substitutionsaufgaben in die Managementsysteme von Unternehmen oder Unternehmensnetzwerken integriert werden?
- Wie können die Wirtschaftsakteure der jeweiligen Wertschöpfungskette größere Sicherheit darüber erlangen, welche Innovationsrichtung tatsächlich zum Vermeiden von Risiken führt und welche Maßnahmen das Problem nur verlagern?

Aus den Projekterkenntnissen lassen sich mehrere Strategien für ein effizienteres und effektiveres Risikomanagement ableiten:

Zum einen sind die Rahmenbedingungen so weiter zu entwickeln, dass sie einen selbsttragenden **Qualitätswettbewerb** um chemiebezogene Prozess- und Produktsicherheit fördern. Ziel ist es, dass Innovationen auch ohne vorherige regulative Eingriffe oder Schadstoffskandale stattfinden.

Zum anderen wurde im Laufe des *SubChem*-Projektes deutlich, dass Innovation und Substitution nicht allein auf Basis gesicherten Wissens über (öko)toxikologische Wirkungen stattfinden können. Um den Vorsorgegedanken zu verwirklichen, sind neue Managementansätze notwendig:

- **Leitbilder** für die Entwicklung und Gestaltung von „eigensicheren“ Produkten und Anwendungssystemen sowie
- ein **erweitertes Risikomanagement**, das Wertschöpfungsketten übergreifend ist und die Anlie-

gen des Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutzes in das Qualitätsmanagement integriert. Außerdem eignen sich bestimmte Einflussfaktoren besonders gut, um die Substitution gefährlicher Stoffe systematisch zu fördern:

- Besonders effektiv ist nach wie vor das Zusammenwirken von **kritischer Öffentlichkeit** und staatlicher Regulation. Entsprechend wichtig ist es, hier die Handlungskapazitäten der Institutionen zu erhalten, wie Verbraucher- und Umweltverbände, Fachbehörden oder Warentesteinrichtungen.
- Eigentlich müsste das Interesse der Unternehmen an Chemikaliensicherheit weiter gestiegen sein. Der Grund: Der zunehmende globale Wettbewerb macht **Marken- und Unternehmenswerte verletzlicher** gegenüber Schadstoffskandalen und Schadensersatzdrohungen. Und ein beschädigtes Markenimage ist nur unter großem Aufwand wieder herzustellen. Im *SubChem*-Projekt ist aber immer wieder deutlich geworden, dass die entsprechenden Vorsorgestrategien in der Wirtschaft noch entwickelt werden müssen.
- Ein durchgehender, **praxisgerechter Standard, um Stoffrisiken zu kommunizieren**, ist die Voraussetzung für ein besseres Stoffmanagement entlang der Wertschöpfungsketten. Dazu gehört auch, Hersteller und Anwender von Chemikalien so **zu qualifizieren**, dass sie risikobezogene Information erzeugen und nutzen können. Beide Voraussetzungen sind bislang häufig nicht gegeben.
- Kleine und mittelständische Unternehmen mit chemie-intensiven Prozessen brauchen **Beratung durch ihre Vorlieferanten**. Die Hersteller von Zubereitungen und insbesondere der Handel schöpfen aber ihre Möglichkeiten zur Entwicklung von entsprechenden Informations- und Beratungsdienstleistungen bislang kaum aus.

Unter dem Titel „Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe“ [*SubChem*] wurde das Vorhaben als Forschungsverbundprojekt im Schwerpunkt des BMBF: „Rahmenbedingungen für Innovationen zum nachhaltigen Wirtschaften“ gefördert (FKZ 07RIW4).



:[riw]

Eigensichere Produkte: Produkte, die auch ohne spezielle Maßnahmen des Risikomanagements sicher gehandhabt werden können.

KMU: klein- und mittelständische Unternehmen



Das Team (von links nach rechts):

Claudia Wölk/Kooperationsstelle Hamburg • Kerstin Heitmann/Ökopool GmbH, Hamburg • Angelika Braun, Lothar Lißner/Kooperationsstelle Hamburg • Andrea Effinger/HAW Hamburg • Andreas Ahrens/Ökopool GmbH, Hamburg • Arnim von Gleich/Universität Bremen (Leitung) • Matthias Weiß (nicht im Bild)

Fallstudien

Substitution in der Praxis

Die Ergebnisse des *SubChem*-Projektes wurden in einem mehrstufigen Arbeitsprozess aus 13 Fallstudien abgeleitet.

Ziel der Fallstudienanalyse war es, verallgemeinerbare Aussagen zu Innovationsprozessen und Innovationssystemen zu treffen. Daher decken die Fälle ein breites Spektrum von Substitutionsbedingungen ab: verbrauchernahe und verbraucher-

ferne Produkte, Produkthilfsstoffe und Prozesshilfsstoffe, KMU-Akteure und Großindustrie, Umwelt-, Verbraucher- und Arbeitnehmer-Schutzthematik, technische und organisatorische Innovationen.

13 Fallstudien:

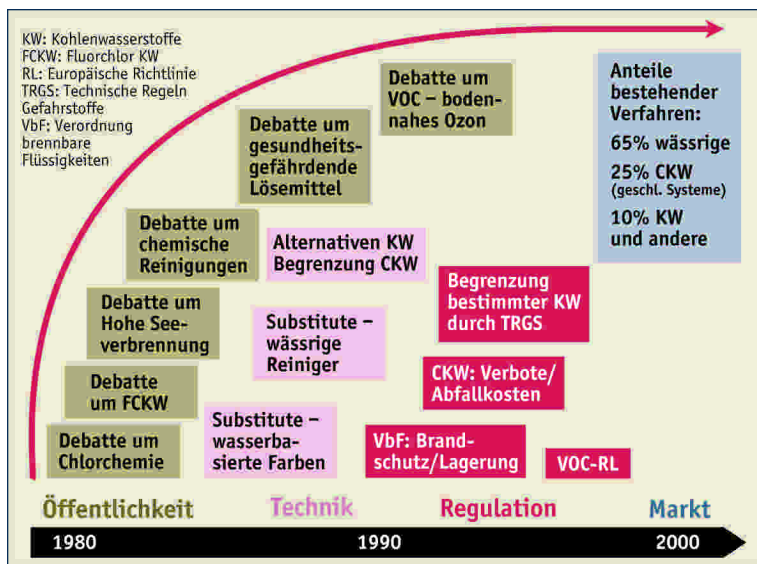
Prozesshilfsmittel in Industrieanlagen	Wasserbasierte Reinigung von Metalloberflächen
	Biozidfreie Kühlschmierstoffe und Minimalmengenküschmierstoffe
	Biologisch abbaubare Betontrennmittel aus natürlichen Rohstoffen
	Umweltverträglichere Textilhilfsmittel
Chemische Produkte: Verwendung in der Industrie	Biolösliche, künstliche Mineralfasern in Auto-Schalldämpfern
	Biolösliche, künstliche Mineralfasern in Auto-Katalysatoren
	Alternativen zu gefährlichen Weichmachern in Kunststoffen
	Lösemittelarme Autolacke
	UV trocknende Farben im Verpackungsdruck
Chemische Produkte: Verwendung im Handwerk und durch Heimwerker	Chromatarmer Zement
	Biolösliche, künstliche Mineralfasern in Bauprodukten
	Methylenchloridfreie Entschichtungsmitel
	Lösemittelfreie Dekorationsfarben aus natürlichen Rohstoffen

Wo Gefahrstoffe im Endprodukt verbleiben, entstehen Risiken dadurch, dass Verbraucher bei der Verwendung der Produkte direkt exponiert werden können (entsprechende Fallstudien sind farblich hinterlegt).

Substitution chlorierter Kohlenwasserstoffe in der Reinigung von Metalloberflächen.

Die Auswertung und Dokumentation der Fallstudien erfolgte nach folgenden Kriterien:

1	Nutzen und technische Funktion des Stoffes
2	Umwelt- und gesundheitsbezogenes Problem
3	Markt und Akteure
4	Innovationsprozess
5	Innovationstreiber
6a	Richtungssicherheit: Bewertung der Substitution aus Sicht der Marktakteure
6b	Richtungssicherheit: Bewertung der Substitution aus wissenschaftlicher Sicht
7	Auswertung für Hypothesenbildung und Entwicklung des Modells



Der Verlauf eines Innovationsprozesses ist am Beispiel der Fallstudie „Reinigung von Metalloberflächen“ in nebenstehender Abbildung dargestellt. Ausgelöst durch eine intensive öffentliche Diskussion über Umwelt- und Gesundheitsschäden durch chlorierte Kohlenwasserstoffe in den 1980er Jahren, wurden die bereits verfügbaren wasserbasierten Alternativen für neue Verwendungsbereiche bis zur Anwendungsreife weiterentwickelt. Dieser Prozess wurde neben der öffentlichen Debatte auch durch eine drastische Erhöhung der Regulierungsdichte angetrieben.

Heute werden etwa 65 % aller Reinigungsoperationen mit wasserbasierenden Systemen durchgeführt, der Anteil CKW-basierter Systeme sank auf 25 %, der CKW-Verbrauch ging dabei zwischen 1986 und 1996 um über 90 % zurück.

 Ausgangslage

Neue Chemikalienpolitik notwendig

Durch Globalisierung und Sättigung der Märkte hat sich der Wettbewerb intensiviert. Darauf können europäische Hersteller im Wesentlichen mit Qualitätsdifferenzierung reagieren, reine Kostenkonkurrenz ist kaum zu gewinnen.

Der Marktdynamik steht in Europa ein **historisch gewachsenes Regulierungssystem** für Chemikalien gegenüber, das den Anforderungen globaler Wertschöpfungsketten nicht gewachsen ist.

Auf Chemieunfälle, Erkrankungen durch gefährliche Arbeitsstoffe und Verbraucherprodukte sowie Umweltlasten haben die europäischen Staaten in den letzten Jahrzehnten mit einem System von schutzgutbezogenen Regulierungen reagiert. Dabei stand zunächst der Arbeitnehmerschutz im Vordergrund, durchaus mit Erfolgen hinsichtlich der Anlagensicherheit, der Arbeitsbedingungen und der Substitution einzelner gefährlicher Stoffe. Das heute gültige Regulierungssystem weist aber einige **gravierende Schwachstellen** auf:

- Stoffe, die nach 1981 auf den Markt gebracht wurden (Neustoffe) sind stark reguliert. Altstoffe, die immer noch mehr als 99% des Marktvolumens darstellen, sind dagegen von der Pflicht zur Stoffprüfung und Risikoermittlung vor der Ver-

marktung freigestellt. Die Bewertungslast für Altstoffe liegt bei den Behörden. Für viele Stoffe fehlt deshalb die Risikobewertung völlig.

- Stoffhersteller, die aus Eigeninitiative dafür sorgen, dass gefährliche Eigenschaften ihrer Produkte erkannt und kommuniziert werden, sind systematisch benachteiligt. Nicht geprüfte Produkte der Konkurrenz können ohne Gefahrstoff-Kennzeichnung vermarktet werden.

- Die zahlreichen, detaillierten Regulierungsversuche bei den Anwendern der bereits auf dem Markt befindlichen Stoffe überfordern tendenziell die Akteure. Entsprechende Umsetzungsdefizite in der Praxis sind die Folge. Zudem können schutzgutbezogene Regelungen für Einzelstoffe nicht mit der Marktdynamik unter Globalisierungsbedingungen Schritt halten.

Das *SubChem*-Projekt erbrachte (empirisch untermauerte) Erkenntnisse, die in der Diskussion um die neue europäische Chemikalienpolitik genutzt werden können.

Der Austausch risikobezogener Information zwischen Chemieherstellern und Chemieanwendern ist unzureichend und chemikalienrechtlich nicht verpflichtend. Dadurch sind die Verwendungsmuster vieler Stoffe intransparent. Es kommt zu Schadstoffskandalen mit entsprechendem Vertrauensverlust.

Produktion und Verbrauch von Chemikalien

- Etwa 100.000 Stoffe sind für den EU-Markt registriert; 30.000 davon werden in Mengen > 1 t/a jeweils aktiv genutzt.
- Von den etwa 23.000 Chemie-Herstellern in der EU-15 haben 95% weniger als 250 Mitarbeitende.
- Die Anzahl der industriellen Chemie-Anwender in der EU-15 liegt bei etwa 500.000 Unternehmen.
- Die Anzahl der VerbraucherInnen auf dem EU Markt wird ab Mai 2004 bei 455 Millionen liegen.
- Die EU-15-Länder wickeln gegenwärtig etwa 50% des Chemikalien-Welthandels ab, 30% der Exporte gehen in Nicht-EU-Länder.
- Der Außenhandelsüberschuss der EU bei chemischen Produkten liegt bei etwa 100 Milliarden Euro p.a. Der Importwert aus Asien und Osteuropa beträgt 16 Milliarden Euro, Tendenz steigend.
- Seit 1930 hat sich die Menge der weltweit produzierten organischen Chemikalien um das 400fache erhöht.
- Gegenwärtig sind etwa 7.000 Stoffe in der EU durch die Behörden als gefährlich klassifiziert. Dazu gehören nicht nur synthetische organische Stoffe (Chemikalien), sondern auch einige natürliche Materialien wie Gesteine (Staub oder Fasern), eine Reihe von Metallen sowie einige Pflanzenwirkstoffe.

Innovation – Substitution – Risikomanagement

SubChem steht für Innovationssysteme zur *Substitution* gefährlicher *Chemikalien*. Unter *Substitution* wird dabei der Ersatz gefährlicher Stoffe in offener Anwendung durch risikoärmere Lösungen verstanden. Dazu können weniger gefährliche Stoffe (Ersatzstoffe), veränderte Produktformen oder auch verbesserte Anwendungssysteme gehören. Die verschiedenen Optionen zur Vermeidung, zur Begrenzung oder zum kontrollierten Umgang mit Risiken werden im Rahmen des Projektes unter dem Begriff *Risikomanagement* zusammengefasst.

Innovation heißt, die Lösung ist neu und kann sich am Markt durchsetzen. Dabei kann es sich um stofflich-technische, organisatorische oder institutionelle Neuerungen handeln. Üblicherweise sind an solchen Innovationsprozessen verschiedene Akteure aus der jeweiligen Wertschöpfungskette beteiligt. Diese sind ihrerseits wiederum von den marktwirtschaftlichen und regulativen Rahmenbedingungen abhängig. Daher sprechen wir von *Innovationssystemen*.

 **Empfehlung: Gesellschaftliche Orientierung**

Entscheidungen unter Unsicherheit – rationaler Umgang mit Nichtwissen

Substitution ist immer mit der Frage verbunden, welches die verfügbaren Alternativen zu einem gefährlichen Stoff sind, welcher Aufwand bei der Umstellung von Prozessen und Produkten entsteht und ob die Alternativen tatsächlich weniger gefährlich sind.

Entscheidungsträger in der Wirtschaft stehen vor einem Dilemma: Treffen sie eine Entscheidung erst dann, wenn eine Gefährdung (öko)toxikologisch eindeutig erkennbar ist, können sich Innovationsprozesse erheblich verzögern. Werden auf der anderen Seite Entscheidungen sehr schnell aufgrund eines öffentlichen Handlungsdrucks getroffen, greifen die Lösungen möglicherweise zu kurz. Denn es besteht das Risiko, dass toxikologisch relativ gut charakterisierte Stoffe durch schlecht untersuchte (und daher nicht als gefährlich erkannte) Stoffe ersetzt werden. Klassische Beispiele sind der Austausch von Asbest, PCB, chlorierten Lösemitteln, FCKW oder Weichmachern gegen ebenfalls gefährliche Ersatzstoffe (z.B. biostabile Mineralfasern oder FKW). Damit findet „Innovation“ zwar schnell statt, geht aber möglicherweise in die falsche Richtung. Demgegenüber scheint oft dort, wo eine öffentliche Thematisierung fehlt, die Umsetzung verfügbarer und eindeutig risikoärmerer Alternativen schlicht zu unterbleiben. So ist der Ersatz methylenchloridhaltiger Abbeizer durch risikoärmere dibasische Ester im Handwerksbereich kein öffentlichkeitswirksames Thema. Die Nähe der Marktakteure zum Endverbraucher scheint hier als wichtiger Treiber zu fehlen.

Welche verallgemeinerbaren Lehren lassen sich aus den untersuchten Fallbeispielen ziehen?

- Risikomanagement kann nicht alleine auf **toxikologisches Wirkungskwissen** gegründet werden.

Genauso wichtig ist ein vernünftiger Umgang mit Unsicherheiten. Mehr Orientierungssicherheit könnte zum Beispiel eine nationale Chemiestrategie geben, wie sie etwa in Schweden oder den Niederlanden existiert. In Deutschland fehlen bislang die entsprechenden Ziele, Zeitvorgaben und Leitbilder.

- Auch **stofflich-technische Leitbilder** können Orientierungssicherheit geben. Leitbilder wie eine „Chemie der geringen Reichweiten“ (in Zeit und Raum) oder „eigensichere Produkte“ scheinen dafür geeignet zu sein, Orientierung für die Entwicklung und Gestaltung von Stoffen und Produkten zu geben, ohne dabei die Risikobewertung unzulässig zu verkürzen. Leitbilder brauchen einen Risikobezug. Denn allgemein akzeptierte, positive Leitbilder wie „natürlicher Stoff“ oder „wasserbasierendes Produkt“ können auch dazu führen, dass bestimmte Risiken unterschätzt werden (z.B. humantoxische Wirkungen natürlicher Stoffe).

- **Schadstoff-Skandale** oder öffentlich thematisierte Produktmängel im weiteren Sinne bewirken Lerneffekte, die weit über das betroffene Unternehmen hinausreichen. Das heißt, journalistisches Interesse am Chemie-Thema auch in Fach- oder Branchen-Zeitschriften und Waren-Test-Institutionen sind wichtige Innovationstreiber. Dabei ist es notwendig, einen verantwortungsvollen Umgang mit dem wirkungsvollen Instrument „öffentliche Meinung“ zu gewährleisten.

- Durch **mehr Transparenz** kann **Vertrauen** wiedergewonnen und langfristig der hohe Kommunikationsaufwand des gegenwärtigen Systems vermindert werden. Das ist insbesondere dort wichtig, wo angesichts von Wissensgrenzen die Ermittlung und Begrenzung von Risiken aus pragmatischen Gründen „abgeschnitten“ werden muss. Es geht um die Verstärkung auf transparente Verfahrensregeln, um den Stoff-Bewertungen und den daraus abgeleiteten Entscheidungen Legitimität zu verleihen.

Chemie der geringen Reichweiten – eigensichere Produkte

Über **Leitbilder** können Vorstellungen entwickelt und abgebildet werden, wie eine ‚ideale Lösung‘, ein ‚idealer Stoff‘ und ein ‚ideales Anwendungssystem‘ unter bestimmten Rahmenbedingungen aussehen könnte. Solche Idealvorstellungen beinhalten umgekehrt meist auch Vorstellungen davon, was man unbedingt vermeiden möchte.

Das Leitbild „Chemie der geringen Reichweiten“ beschreibt chemische Produkte und Prozesse, die so ausgelegt sind, dass Stoffe nicht ungewollt langfristige Wirkungen weit entfernt vom Ort ihres Einsatzes entfalten können.

Zum Leitbild „eigensichere Produkte“ gehören Produkte, die ohne spezielle Maßnahmen des Risikomanagements sicher gehandhabt werden können.

Empfehlungen für Wirtschaftsakteure

Erweitertes Risikomanagement – Sicherung des Markterfolges

Gefahrstoffsubstitution ist kein Sonderfall von Innovation, sondern mit allen Unsicherheiten und Schwierigkeiten behaftet wie andere Innovationsprozesse auch. Innovation und unternehmerisches Risiko gehören untrennbar zusammen und sind bei betriebswirtschaftlichen Fragen völlig normal.

Betrachtet man die Gefahrstoffsubstitution als normalen Innovationsprozess, ergibt sich daraus ein erweiterter Managementansatz für den Umgang mit chemischen Stoffen.

- Die **betrieblichen Managementsysteme** in den Bereichen Umwelt-, Arbeitnehmer- und Verbraucherschutz sollten weiter integriert werden, um Risikoverlagerungen zu vermeiden und Kosten zu sparen. Alle Teilbereiche brauchen zuverlässige, systematische Daten über Stoffeigenschaften und anwendungsbedingte Exposition. Zudem werden Instrumente für den Dialog entlang der Wertschöpfungskette und zwischen Betrieb und Behörde benötigt. Darüber hinaus kann die vergleichende Bewertung chemischer Produkte (zum Beispiel im Einkauf oder bei der Produktentwicklung) nur dann sinnvoll stattfinden, wenn alle wesentlichen Risikobereiche in die Bewertung einbezogen werden.
- Bei den privaten Endverbrauchern sowie in kleinen und mittleren Unternehmen sind die Kapazitäten für ein anspruchsvolles Risikomanagement begrenzt. Die Zulieferer chemischer Produkte für diese Anwender sollten daher die Entwicklung „**eigensicherer Produkte**“ als Leitbild installieren. Innovativ wären etwa solche Produkte, die sowohl eine gute technische Leistungsfähigkeit besitzen, als auch unter Risikogesichtspunkten einfach und sicher zu handhaben sind.
- Wichtig ist zudem, die Kommunikation entlang der Wertschöpfungsketten als Chance für mehr **kundenorientierte Innovation** zu begreifen. Insbesondere der Chemikalienhandel und die Formulierer könnten ihre Geschäftsfelder um Informations- und Beratungsdienstleistungen (mit entsprechender Kundenbindung) erweitern.
- Sowohl die Ermittlung von Stoffdaten als auch die **Einführung harmonisierter Instrumente** zur Bewertung, Kommunikation, Dokumentation und Begrenzung von Anwendungsrisiken im europäischen Markt kann nur betriebsübergreifend funktionieren. Dabei ist Folgendes zu beachten: Sollen solche Instrumente praxismäßig sein, kann ihre Entwicklung nicht alleine den Behörden überlas-

sen werden. Sollen die Kosten minimiert werden, müssen die Wirtschaftsakteure gemeinsam Standards entwickeln, womit allerdings auch der Austausch potenziell wettbewerbsrelevanter Information verbunden sein kann. Das heißt, Unternehmen müssen Mut aufbringen, wenn betriebsübergreifende, effiziente Systemlösungen entwickelt werden sollen.

- Die Forderung der Politik an die Wirtschaft, die etwa 30.000 Altstoffe und ihre Anwendungen auf dem europäischen Markt in eigener Verantwortung zu bewerten, entspricht der **Responsible-Care-Selbstverpflichtung der Chemischen Industrie**. Die Umsetzung dieser Selbstverpflichtung scheiterte bislang daran, dass die Anwender chemischer Produkte ihr nicht beigetreten waren. Das von der EU Kommission jetzt vorgeschlagene REACH-System würde nun erstmals einen regulativen Rahmen dafür bilden, Verantwortung und Informationsflüsse entlang der Kette verbindlich zu strukturieren. Dieses Angebot des Staates sollten die Wirtschaftsakteure aufgreifen.

Integriertes kettenübergreifendes Qualitätsmanagement: Stoff- und Informationsflüsse entlang der Wertschöpfungskette.

Akteure in der Wertschöpfungskette



Empfehlungen für staatliche Akteure

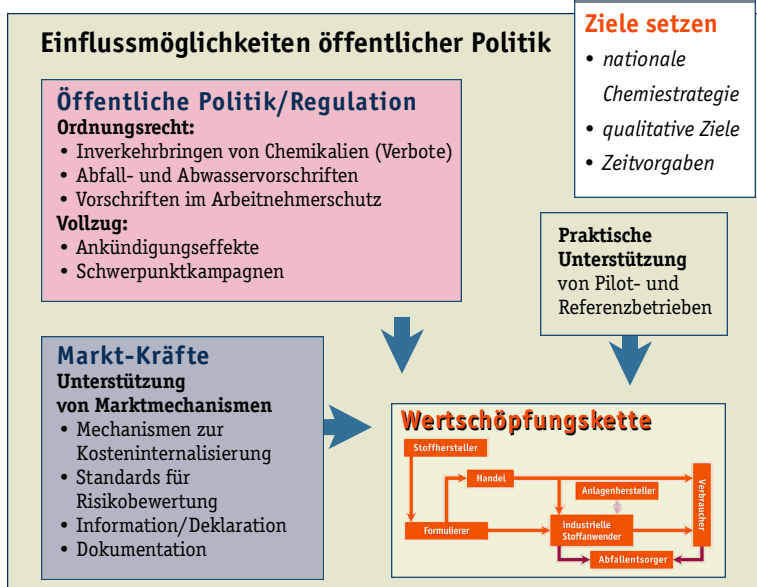
Die Vielfalt der staatlichen Einflussmöglichkeiten nutzen

Eine staatliche Rahmensetzung für die Ermittlung, Bewertung, Kommunikation und Verminderung chemiespezifischer Risiken in den Wertschöpfungsketten des Europäischen Marktes ist unverzichtbar.

Internalisierung von externen Kosten: Durch chemikalienbedingte Umweltzerstörung, Altlasten, Artenverlust oder Gesundheitsschäden bei Verbrauchern entstehen Kosten, die nicht bei den wirtschaftlichen Akteuren selbst auftreten. Mit der Internalisierung sollen diese Kosten (nicht nur im Falle eines Unfalles) verursachergerecht zugeordnet und angemessen wirtschaftlich berücksichtigt werden.

Die rechtlich verankerte Pflicht der gewerblichen Chemieanwender, risikoärmere Alternativen einzusetzen, spielt im Einzelfall eine wichtige Rolle. Eine ausschließlich **regulativ verstandene Substitution** funktioniert jedoch nicht. So setzen kleine und mittlere Anwender generalklauselartige Ansätze wie das Substitutionsprinzip der deutschen Gefahrstoffverordnung kaum in Eigeninitiative um. Genauso wenig kann eine flächendeckende, staatliche Regelüberwachung den Vollzug eines allgemeinen Substitutionsprinzips gewährleisten. Das heißt, es sind zusätzliche Treiber notwendig, vor allem solche, die den Akteuren auf den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette klare Verantwortungen zuweisen. Mögliche Strategien einer erfolgreichen staatlichen Einflussnahme sind:

- **Qualifizierung** von Behörden für Beratungsaufgaben, insbesondere den KMUs gegenüber.
- Die Etablierung von Mechanismen zur **Internalisierung externer Kosten** (Haftungstatbestände und Versicherungspflichten): Versicherungen können auf das Risikomanagement der Unternehmen Einfluss nehmen. Die Absicherung für den Fall von Haftungsansprüchen und die Bindung des Versicherungsschutzes an Mindeststandards des Risikomanagements (Produktion und Produkt) sind wichtige Treiber für Innovationen im Hinblick auf den Verbraucherschutz. Ähnliches wäre auch möglich für den Arbeitnehmerschutz, wenn die Berufgenossenschaften hier in noch stärkerem Maße wie private Versicherer agieren würden. Keine Mechanismen zur Internalisierung bestehen hingegen im Bereich chemikalienbedingter Umweltkosten, die durch eine diffuse und langfristige Freisetzung gefährlicher Stoffe hervorgerufen werden. Beispiel dafür sind die Mehrkosten in der Bereitstellung von Trinkwasser, bei der Entsorgung von Klärschlämmen oder bei der Sanierung schadstoffbelasteter Gebäude.
- Entwicklung und Anwendung eines **Standards zur „guten Bewertungspraxis“**. Die Qualität von Risikobewertungen und Risikomanagementinformationen könnte ein Wettbewerbsselement im globalen Markt werden. Dafür ist ein prüffähiger und möglichst auch international anerkannter Standard erforderlich.
- Staatliche Institutionen können im Sinne einer **Innovationsförderung** Pilot- und Referenzbetriebe unterstützen. Sie können sowohl die vertikale als auch die horizontale Kommunikation (z.B. Branchendialoge) fördern und – insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen – Basisvorleistungen erbringen, wie z.B. kostenlose Informationsangebote, Branchenbenchmarks oder auch die Initiierung von Qualifizierungsprogrammen.
- Eine stärkere **Ausrichtung der Forschungsförderung** an Leitbildern wie „Eigensicherheit von Produkten“, „Chemie der geringen Reichweite“ oder „nachhaltige Chemie“ kann den Innovationsanstrengungen der Wirtschaft eine Richtung geben.



- Die **Ankündigung neuer Regelungen** oder Vollzugsinitiativen: Wenn die Anwender gefährlicher Stoffe neue Regelungen erwarten oder die Überwachungsbehörden Kontrollen starten, besteht eine Marktchance für innovative Produkte und Dienstleistungen. Dabei ist, wie die *SubChem* Fallstudien zeigen, ein deutlich wahrnehmbarer Impuls häufig wirksamer als eine flächendeckende Regelüberwachung.

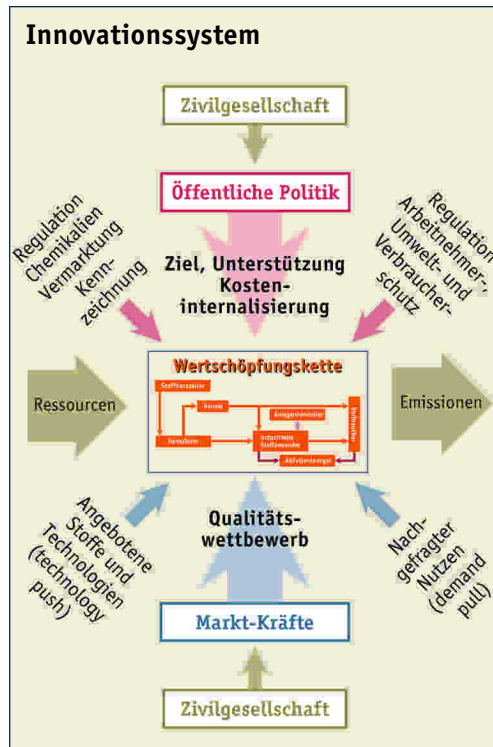
Modell und Typisierung

Das Innovationssystem verstehen – Trägheiten überwinden

Das Modell des Innovationssystems zeigt die systematische Verknüpfung von Rahmenbedingungen, Einflussfaktoren und Akteursbeziehungen.

Die Fallstudien des SubChem-Projektes sind so angelegt, dass sie die **Architektur** und die **Treiber** des jeweiligen Innovationssystems analysieren:

- Die chemikalienrechtlichen Regeln, nach denen Stoffe in Verkehr gebracht werden und die Regulierung der Anwendungsbedingungen (Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutz) sind wichtige **staatlich gesetzte Rahmenbedingungen**. Dazu gehören auch die gesetzlichen Maßnahmen, die zur Internalisierung externer Kosten und zur Verbesserung von Informationsflüssen im Markt führen. Dem stehen die **marktbezogenen Rahmenbedingungen** gegenüber: Einerseits die Strukturen und Aktivitäten zur Erforschung und Entwicklung neuer stofflich-technischer Möglichkeiten (technology push: neue Stoffe, Produkte, Verfahren und Anwendungen). Andererseits die Nachfrage-trends in Europa mit einer deutlichen Entwicklung weg von Massenprodukten hin zu Produkten mit differenzierterer Qualität (demand pull).
- Von besonderer Bedeutung sind **Öffentlichkeit** und Medien sowie die zivilgesellschaftlichen Akteure aus den Initiativen und Verbänden des Arbeits-, Verbraucher- und Umweltschutzes.
- Die **Akteurskonstellationen** in der Wertschöpfungskette können vergleichsweise einfach und linear aufgebaut sein, aber auch hochvernetzt und komplex. Je komplexer das Akteursnetz wird und je weitgreifender sich die jeweils anstehende



Rahmenbedingungen, Einflussfaktoren und Akteursbeziehungen im Innovationssystem

Innovation (Innovationshöhe) darstellt, desto schwieriger wird der Innovationsprozess, desto stärker müssen entweder die äußeren Impulse sein, oder die intrinsischen Motivationen der Akteure in der Kette.

Mit Blick auf die **KOMPLEXITÄT DES INNOVATIONSSYSTEMS** lassen sich zwei System-Grundtypen ableiten, denen sich die 13 Fallbeispiele des SubChem-Projektes jeweils zuordnen lassen. Unterschieden werden dabei idealtypisch...

<p>... vergleichsweise überschaubare Systeme, in denen die Ursache-Wirkungsbeziehungen einzelnen Akteuren und deren Instrumentarium klar zugeordnet werden können.</p>	<p>... hochkomplexe und dynamische Systeme, in denen nur das Zusammenwirken einer großen Anzahl von Akteuren Innovationen hervorbringen kann, die kein einzelner Akteur hätte planen oder vorhersagen können (Emergenz).</p>
<p>Diesem Typ entsprechen am ehesten die Fallbeispiele Zement, Mineralfasern und Betontrennmittel. In ihnen geht es oft nur darum, einen bestimmten Stoff auszutauschen und dabei die technische Leistungsfähigkeit des Produktes für den gewerblichen Anwender zu erhalten.</p>	<p>Diesem Typ entsprechen am ehesten jene Fälle, in denen die Vorstellung über künftige Verbraucherwünsche eine wichtige Rolle spielt, die Wertschöpfungsketten global vernetzt sind, es keinen eindeutigen Systemführer (wie z. B. die Autoindustrie) gibt oder die chemischen Produkte in komplexe Prozessketten eingebunden sind. Ein Beispiel dafür ist die Textilkette.</p>

Über uns

Wie SubChem vorgegangen ist

Auf der Basis von Literatur und den Vorerfahrungen der Projektgruppe wurde ein erster Satz an Hypothesen über mögliche Erfolgs- und Misserfolgskriterien der Gefahrstoffsubstitution entwickelt.

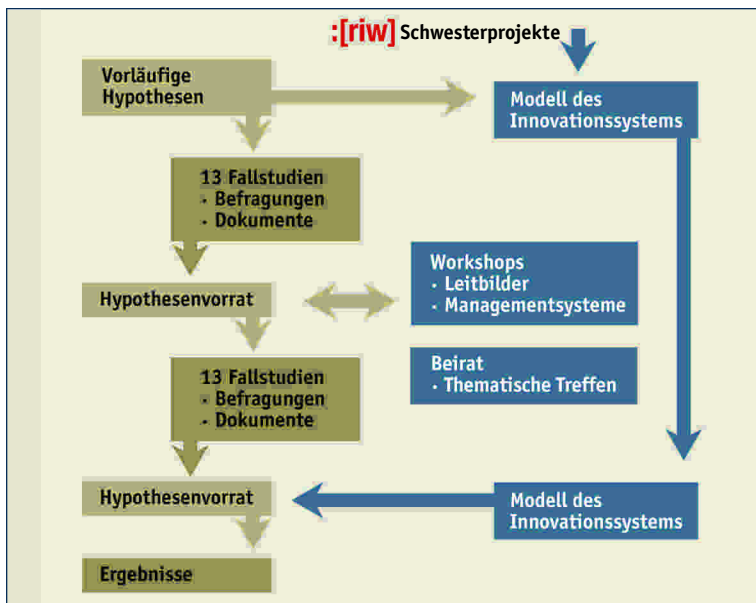
Die in diesem Dokument zusammengefassten Ergebnisse stützen sich auf die systematische Analyse der Fallstudien, die Beiträge der Teilnehmer in mehreren Experten-Workshops sowie Literaturauswertungen.

Auf den Treffen des **SubChem-Projektbeirates** und im Rahmen zusätzlicher Workshops wurden bestimmte Querschnittsthemen vertieft bearbeitet: Leitbilder als Orientierungshilfe, kettenübergreifendes Management, Unterschiede zwischen „business-to-business“ und „business-to-consumer“ Beziehungen, Bedingungen für Stoff-, Re-

zeptur- und Anwendungsinnovation. Der SubChem-Beirat, bestehend aus VertreterInnen von Verbänden (VCI, TEGEWA, DECHEMA, Verbraucherzentralen, IGBCE), Behörden (BAuA, UBA, Gesundheitsamt Bremen), Wissenschaft (Universitäten Augsburg, Oldenburg und ETH Zürich) sowie Unternehmen (Henkel KG, Volkswagen AG), trug außerdem zur Qualitätssicherung und zum Ergebnistransfer bei. Auch durch die Mitarbeit in zahlreichen Foren und Veranstaltungen im Zuge des REACH-Prozesses (seit 2001) oder in der Risikokommission (10/2000-12/2003) gelang eine gute Vernetzung der Akteure sowie ein intensiver **Austausch zwischen Forschung und Politik**.

Nicht zuletzt hat auch eine **wissenschaftliche Vernetzung** stattgefunden. Einerseits war SubChem in den Förderschwerpunkt „Rahmenbedingungen für Innovationen zum nachhaltigen Wirtschaften“ :[riw] des BMBF eingebunden und hier besonders in eine Zusammenarbeit mit zwei weiteren Chemieprojekten (COIN am Finanzwissenschaftlichen Forschungsinstitut der Universität Köln und INNO-CHEM am Umweltforschungszentrum der Universität Leipzig). Andererseits bestand ein intensiver Austausch mit den anderen Forschungsvorhaben beim Ökopol-Institut und bei der Kooperationsstelle Hamburg; vor allem mit dem EU-Projekt „Substitution of Hazardous Chemicals in Products and Processes“ (2001-2003), dem Planspiel REACH in Nordrhein-Westfalen (2003) und dem UBA Projekt „Wirtschaftliche Effekte der Chemikalienpolitik“ (2003-2004).

In einem iterativen Arbeitsprozess wurden Hypothesen auf der Basis empirischer Fallstudien weiterentwickelt. Parallel dazu bestand ein reger Austausch mit den :[riw]-Schwesterprojekten und den unterschiedlichsten Akteuren



Weiterführende Informationen zum Projekt SubChem finden Sie hier: www.subchem.de

Kontakt: