



# Praxis der Substitution

## Fördernde und hemmende Faktoren in Substitutionsprozessen

Lothar Lißner  
Kooperationsstelle Hamburg

Gesprächsforum Substitution des AGS

Bonn, 17. Oktober 2006

## *Erfahrungen der Kooperationsstelle*

**SUBSPRINT** Ersatz leichtflüchtiger KWS durch VOC-freie hochsiedende Pflanzenölester in der Druckindustrie

**SUMOVERA** Ersatz von mineralölbasierten Betontrennmitteln durch VOC-freie Trennmittel auf Basis von Pflanzenölen

**SPHERE+** Substitution Projects for Health and Environment, Studien in 12 Ländern

**MetalVOC** Projekt zur Einführung lösemittelfreier Reinigungstechniken in die Metallbranche in drei Ländern

**Topic Centre Dangerous Substances** Entwicklung einer Gute-Praxis Datenbank mit Substitutionsfällen

**SubChem** Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe

**EU-Substitution** Substitution of Hazardous Chemicals in Products and Processes, 10 Fallstudien in Europa

**Arbeitskreis TRGS 600 ‚Substitution‘**  
2006

## ■ CEFIC

*“Substitution is the replacement of one substance by another with the aim of achieving a lower level of risk.”*

■ *Lohse/LiBner (Substitutionsstudie für GD Umwelt)  
Royal Society of Chemistry, UK*

*„Substitution ist der Ersatz oder die Verminderung von gefährlichen Stoffen in Produkten und Prozessen durch weniger gefährliche oder nicht-gefährliche Stoffe, oder durch das Erreichen einer vergleichbaren Wirkung durch technische oder organisatorische Maßnahmen.“*

## ***Gesetzlich ist die Lage eindeutig!!!***

***EU-Richtlinien aus dem Umwelt- und Arbeitsschutz, die Substitution als prioritäre Strategie oder als konkretes Gebot beinhalten:***

- *Allgemeine Substitutionsgebote (ohne Stofflisten) :  
IVU (IPPC), CAD, VOC-Richtlinie, Abfallrichtlinie*
- *Allgemeine Substitutionsgebote (mit Stoffliste):  
Wasserrahmenrichtlinie*
- *Konkrete Stoffverbote:  
Altfahrzeugrichtlinie, VOC-Richtlinie (krebserzeugende Stoffe), krebserzeugende Stoffe*
- *Detailliert geregelte Verfahren: Biozid-Richtlinie*

## *Gesetzlich ist die Lage eindeutig!!!*

*Richtlinie 98/24/EG des Rates vom 7. April 1998 zum Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische Arbeitsstoffe bei der Arbeit*

### *Artikel 6 Besondere Schutz- und Vorbeugungsmaßnahmen*

- (1) Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass das durch einen gefährlichen chemischen Arbeitsstoff bedingte Risiko für die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer bei der Arbeit ausgeschaltet oder auf ein Mindestmaß verringert wird.*
- (2) Bei der Anwendung des Absatzes 1 ist vorrangig eine Substitution vorzunehmen;...*

*Gesetzlich ist die Lage eindeutig!!!*

*Synopse der Gefahrstoffverordnung § 9 Abs. 1 und § 10 Abs. 1 (Vorschlag von Herrn Holter-Hauke)*

*"Substitution ist der Ersatz eines Gefahrstoffs durch Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse oder durch Verfahren, die unter den jeweiligen Verwendungsbedingungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten nicht oder weniger gefährlich sind."*

*Warum dann überhaupt diskutieren?*

*Praktisch ist die Lage nicht zufriedenstellend!  
Was spricht denn gegen Substitution?*

*1. Keine Prioritätensetzung  
bei Unternehmen und Staat*

*Substi-  
tution*

*2. Unsicherheit der  
Gefährdungs-  
beurteilung*

*5. Technische oder  
ökonomische Probleme  
beim Einsatz und Anpas-  
sung von Alternativen*

*3. Substitute  
haben (meist) mehr  
Marktrisiken*

*4. Prozessketten  
erschweren neue  
Lösungen*

## *Praxis der Substitution - Prioritätensetzung*

*Wichtige Nicht-Substitutionsstrategien zur Gefährdungs-  
minderung beim Umgang mit gefährlichen Stoffen*

*Emissionsverringerung- und vermeidung  
Technik, allgemeine Hygiene, Organisation*

*Schutz der Zielmedien  
Luft, Boden, Wasser, Mensch, Natur*

*Herabsetzung der Konzentration  
Verdünnung, Belüftung, Füllstoffe*





*Praxis der Substitution – Unsichere Gefährdungsbeurteilung  
Beispiel Fassadenreinigung*

*Fassadenreinigung - von CKW zu wässrig*

*CKW:*

*Arbeitnehmer*

*Boden*

*Abfall*

*Wasser:*

*Beschädigung der Fassade*

*Oxidation, Frost*

*Abwasser*

*Energieaufwand*

*Arbeitnehmer: Unfallgefahr bei Hochdruck*

*Praxis der Substitution – Marktrisiken, Kosten  
Beispiel: Verlustschmierstoffe in Gewässern*

*Von schwer abbaubaren zu  
leicht abbaubaren Produkten*

*Bei staatlichen Betreibern:  
Vorrang Gewässerschutz*

*Hinderungsgründe bei  
Binnenschifffern:  
Preis,  
mangelnde Gesetzgebung*

*Funktioniert*



[www.ivam.lincwa.nl](http://www.ivam.lincwa.nl)

*Funktioniert nicht*



*Praxis der Substitution – Prozessketten  
Beispiele Textilreinigung*

*Textilreinigung – von PER zu wässrig oder zu CO<sub>2</sub>*

*Stofftrends*

*Labelling*

*Kundenvorsicht*



## Praxis der Substitution – Technik

Beispiel: Fasern in Kfz-Schalldämpfern und Katalysatoren

Von Basaltsteinwolle

zu

biolöslichen

Mineralfasern

Funktioniert

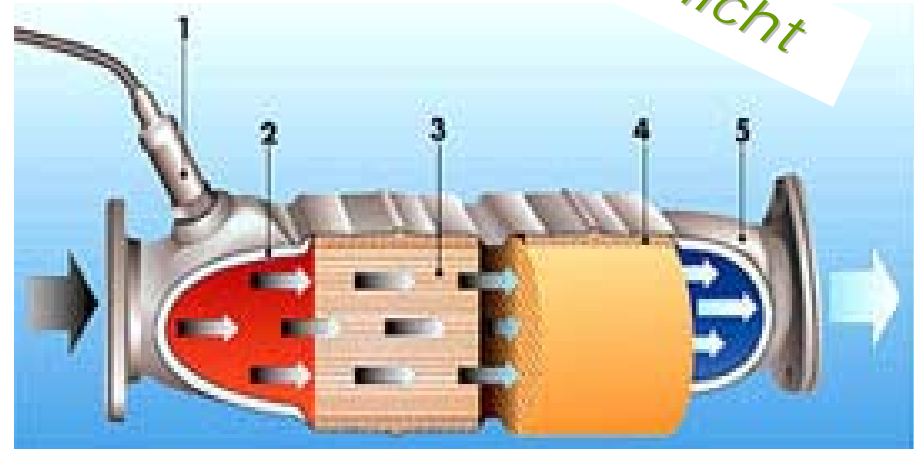


Skandalisierung,  
'Asbestschatten'

Von Keramikfasern

zu ...

Funktioniert nicht



Hohe technische  
Anforderungen

## *Praxis der Substitution – Kosten und Organisation Beispiel: Metalloberflächenreinigung*

*Metallreinigung - von  
leichtflüchtigen Lösemitteln zu  
wässrig oder mittelflüchtig:*

*Arbeitstempo (,shoot and  
forget' )*

*Arbeitsorganisation –  
Benutzung von Geräten*

*Kosten - keine genaue  
Berechnung auf eine versus  
eine andere  
Chemikalie möglich*



[www.cleantool.org](http://www.cleantool.org)



## *Praxis der Substitution*

### *Problem der Kostenzuordnung*

*Die genaue Berechnung der Kosten von zwei Chemikalien im Vergleich erfordert u.a.:*

- *Preis-/ Leistungs-Verhältnis*
- *Arbeitsstunden in Verbindung mit der Verwendung der Chemikalie*
- *Investitionskosten für technische Einrichtungen*
- *Wartung, Pflege, Verbrauchsmaterialien*
- *Energieverbrauch*
- *Preise für Frischwasser und Abwasserbehandlung*
- *Umweltschutzkosten (Luft, Boden und Wasser)*
- *Arbeitsschutz- und Gesundheitsschutzkosten*
- *Abfallbehandlung und Entsorgungskosten*
- *Unfall- und Brandschutzkosten, incl. Versicherung*

## *Substitution – ökonomische Gesamtaberschätzung*

*Beispiel: Sozial-ökonomische Analyse (SEA) für  
Flame retardants (RIP 3.9-1)  
10-Jahresberechnung*

*“Lower estimate of value of lives saved:  $1,380 \times \text{€}0.93$   
million = €1.3 billion;..”*

*“Lower estimate of value of injuries prevented:  $11,260$   
 $\times \text{€}94 = \text{€}1$  million (assuming a hospital visit but not  
hospitalisation).”*

## *Beispiel für erfolgreiche vollständige oder teilweise Substitution*

*Asbestersatzstoffe*

*KMF im Baugewerbe, in Schalldämpfern etc.*

*Batterien: NC durch NiMH und Li-Ionen*

*Verlustschmierstoffe*

*Schwermetalle im Automobilbau*

*Chromatarmer Zement*

*Dichlormethan*

*DEHP durch DINP*

*Bromierte Flammschutzmittel*



## *Substitution – technische Zumutbarkeit*

*Kein einfaches ‚Ja‘ oder ‚Nein, geht nicht!‘*

*Besser*

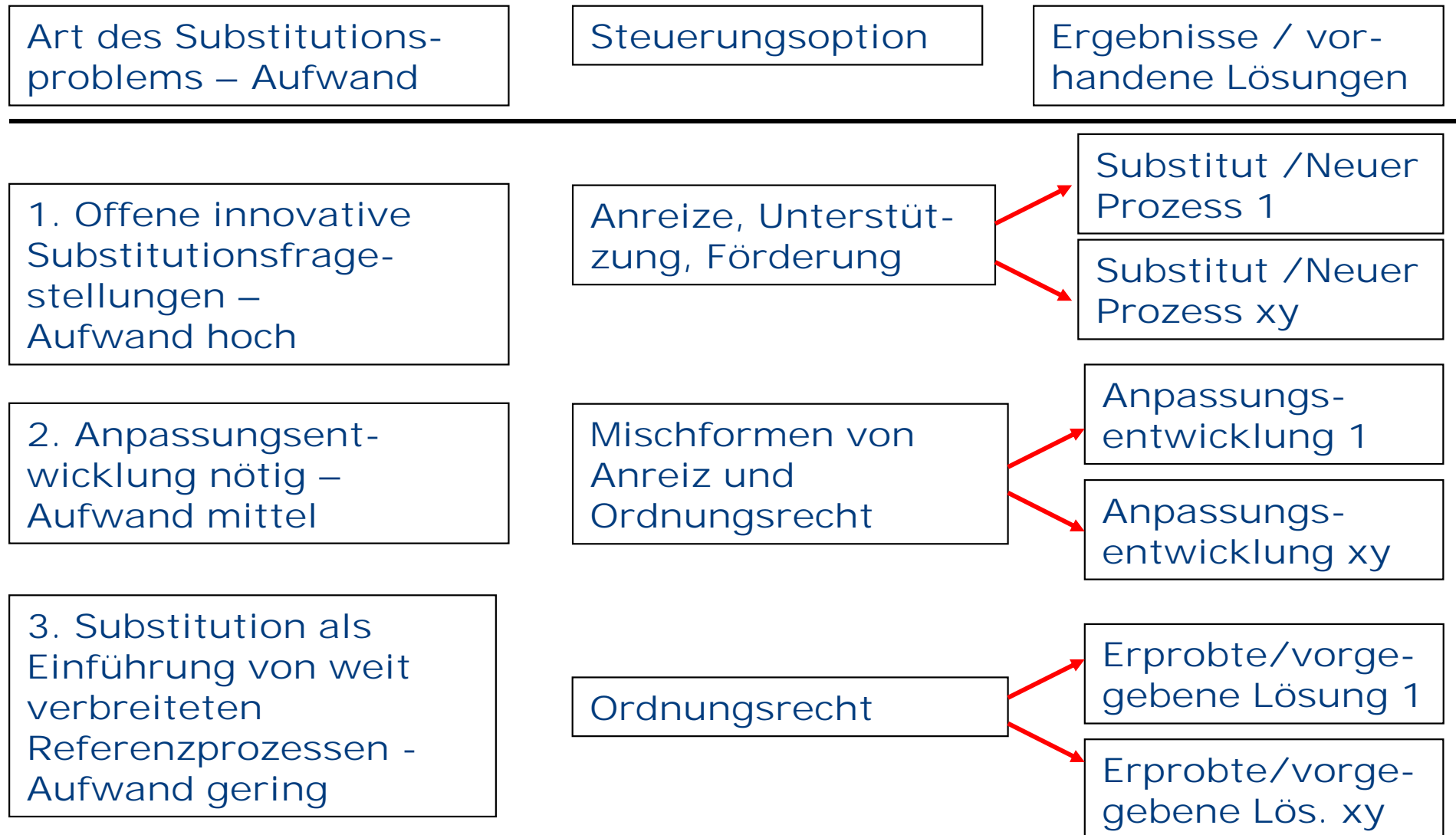
*Gleich  
(ebenbürtig)*

*Besser in einz. Anw. -  
Schlechter in anderen*

*Gleich in spez. Anw.  
Schlechter in anderen*

*Insgesamt  
schlechter*

## Aufwand zur Lösung eines Substitutionsproblems, Steuerungsoptionen und mögliche Ergebnisse



## Literatur

Ahrens A, Braun A, Gleich A, Heitmann K, Lißner L (2005): *Hazardous Chemicals in Products and Processes – Substitution and Beyond*, Heidelberg/Berlin

Kooperationsstelle Hamburg - Braun, A. L. Lißner, L. Wölk, C: *Analyse der Fallstudien, im Rahmen des Forschungsverbundprojektes ‚Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe – SUBCHEM‘*, Hamburg 2003, erhältlich bei Kooperationsstelle Hamburg, [l.lissner@kooperationsstelle-hh.de](mailto:l.lissner@kooperationsstelle-hh.de)

Lißner, L./Lohse, J.: *Braucht Substitution mehr Staat oder mehr Markt? Vorschläge zur optimalen Förderung von Substitution im besonderen Hinblick auf REACH*, in: *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 18 (3) 193 – 200 (2006)

Lohse et al (2003): *Substitution of hazardous chemicals in products and processes*, Contract No B3-4305/2000/293861/MAR/-E1, March 2003, Revision 1. Diese Studie ist erhältlich auf den Seiten der GD Umwelt unter der Rubrik „Studien“ mit dem Link (Juni 2006):

[http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/substitution\\_chemicals.pdf](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/substitution_chemicals.pdf)

Der Anhang ist erhältlich unter:

[http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/substitution\\_annex.pdf](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/pdf/substitution_annex.pdf)

Warner J, Cannon A, Dye K (2004): *Green Chemistry*, in: *Environmental Impact Assessment Review*, 24/2004

Internetseiten:

Metalloberflächenreinigung: [www.cleantool.org](http://www.cleantool.org)

Verlustschmierstoffe in Gewässern: [www.ivam.lincwa.nl](http://www.ivam.lincwa.nl)

## Anhang: Typische Leitbilder von ‚Substitutionsakteuren‘ in den letzten Jahren (SubChem)

