

# INNOVATION VON UNTEN

Arbeits- und  
Umweltschutzprojekte  
in Hochschullaboratorien

**BuFaTa**Chemie

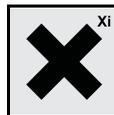
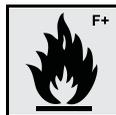




# INNOVATION VON UNTEN

Arbeits- und  
Umweltschutzprojekte  
in Hochschullaboratorien

**BuFaTa**Chemie





## Impressum

Arbeitskreis Arbeitssicherheit der BuFaTa Chemie  
**Innovation von unten –  
Arbeits- und Umweltschutzprojekte in Hochschullaboratorien**  
gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Projektleitung: Nikolaus Risch, Hans-Joachim Grumbach

Redaktion: Jens Markus Deckwart, Petra Erdmann, Rainer Dörr,  
Hans-Joachim Grumbach, Uta Köhler, Brigitte Korff,  
Christian J. Mohrschladt, Ingo Schmidt,  
Jürgen Schulz-Brüssel, Dirk Seiling

Cartoons: Gerd Neuhaus

Satz/Layout: Petra Erdmann

Druck: Druckerei JVA Geldern, Möhlendyck 50, 47608 Geldern

Auflage: 6000

Printed in Germany 2002

Bezug über das Sekretariat der BuFaTa Chemie: <http://bufata.chemie.de>  
oder per E-Mail an [innovation-von-unten@gmx.de](mailto:innovation-von-unten@gmx.de)

Für namentlich gekennzeichnete Artikel sind die Autoren selbst  
verantwortlich. Für Schäden, die aus der Nachahmung von in diesem  
Reader vorgestellten Projekten entstehen, wird jede Haftung ausge-  
schlossen.

Nachdruck nur auszugsweise und unter Angabe der Quelle gestattet.

## **That's not my job!**

This is a story about four people:  
Everybody, Somebody, Anybody and Nobody.

There was an important job to be done and  
Everybody was sure that Somebody would do it.  
Anybody could have done it, but Nobody did it.

Somebody got angry about that,  
because it was Everybody's job.  
Everybody thought Anybody could do it, but  
Nobody realized that Everybody wouldn't do it.

It ended up that Everybody blamed Somebody  
when Nobody did what Anybody could have done.

## Dank

Das Forum der Bundesfachtagung der Fachschaften Chemie in der Bundesrepublik Deutschland fungiert schon seit langer Zeit auch als Ideen- und Erfahrungsbörse für die innovative Umgestaltung der Studiengänge im Fach Chemie. Dazu gehören Vorschläge zur Modernisierung von Studienordnungen ebenso wie die Entwicklung eigener Ideen zur Neuorganisation von Praktika bzw. der Transport von Erfahrungen zu solch zentralen Themen aus dem jeweils eigenen Fachbereich der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Hier stehen neben einer interessanteren und praxisnäheren Gestaltung der Praktikumsversuche häufig auch die Verbesserung der Situation im Arbeits- und Umweltschutz im Vordergrund. Was liegt also näher, als diese Ideen und Erfahrungen in einem Reader zusammenzufassen, um dieses Wissens- und Ideenpotenzial allen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachbereichen zur Verfügung zu stellen.

Der Fachbereich Chemie und Chemietechnik der Universität Paderborn hat der BuFaTa Chemie die wissenschaftliche, organisatorische und wirtschaftliche Plattform zur Verfügung gestellt, mit der es schnell gelungen ist, weitere Förderer und Sponsoren für diesen Reader zu finden. In erster Linie haben wir hier der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zu danken, die das Projekt großzügig fördert. Ohne die weiteren Sponsoren, namentlich die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE), der Verband deutscher Sicherheitsingenieure (VDSI) und die Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen wäre die Realisierung des Readers kaum möglich gewesen.

Besonderer Dank gilt natürlich den vielen ehrenamtlichen Autoren, ohne die bekanntlich kein Reader entstehen kann.

*Nikolaus Risch,  
Hans-Joachim Grumbach*

## Geleitwort

Die Sicherheit von Produkten und ihre risikoarme Herstellung und Weiterverarbeitung in der chemischen Industrie ist mitentscheidend für die Zukunft des Chemiestandorts Deutschland und damit auch der Arbeitsplätze von Chemikern in diesem Berufsfeld. Darum ist es besonders wichtig, dass schon an der Hochschule die Voraussetzungen für einen „richtigen“ Berufsbeginn geschaffen werden.

Berufsanfänger übernehmen mit ihrem ersten Arbeitstag Verantwortung für die Gesundheit von Mitarbeitern. Mit dem Beginn von Führungstätigkeiten bekommen Chemiker die Verantwortung für Arbeitssicherheit und betriebliche Umweltschutzaufgaben vom Arbeitgeber übertragen. Eine verantwortungsvolle Ausübung dieser Führungsaufgabe setzt entsprechende Sachkenntnis voraus, die möglichst nicht nur in einer Vorlesung vermittelt, sondern schon durch tägliche Erfahrungen in Laboratorien erlebt werden sollte. Natürlich ist es unrealistisch und unnötig zu fordern, Studierenden an Hochschulen die Details zum Gefahrenpotenzial eines jeden Stoffes zu vermitteln. Grundlagen des Arbeitsschutzes und des betrieblichen Umweltschutzes sind jedoch für eine „verantwortliche“ Berufspraxis genauso wichtig wie Kenntnisse in Synthese oder Analytik. Diese Aspekte müssen in der Ausbildung an den Hochschulen vermittelt werden.

Deswegen unterstützt die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) die Initiative, Aktivitäten auf den Gebieten Arbeits- und Umweltschutz im Chemiestudium an verschiedenen Hochschulen in einem Reader zusammenzufassen. Die IG BCE ist die Interessenvertretung für alle Beschäftigten in der chemischen Industrie. Sie setzt sich für eine ständige Verbesserung der Arbeitssicherheit im Berufsalltag und die Erhaltung der Gesundheit der Arbeitnehmer ein.

Wir hoffen, dass die hier entwickelten Anregungen von den Lesern aufgegriffen werden und in der Praxis Anwendung finden, denn kenntnisreiche Kolleginnen und Kollegen als Vorgesetzte können uns beim Erreichen unserer Ziele im Arbeits- und Umweltschutz unterstützen. Mehr Arbeitssicherheit im Chemiestudium bedeutet später auch mehr Arbeitssicherheit im Berufsalltag. Schon aus diesen Gründen wünschen wir dem Reader eine weite Verbreitung!

*Veronika Keller-Lauscher, Hartmut Löschner  
Mitglieder des geschäftsführenden Hauptvorstandes  
der Industriegewerkschaft, Bergbau, Chemie, Energie*

## Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Dank .....                                    | 6  |
| Geleitwort .....                              | 7  |
| Einleitung (Wer, Was, Warum und Wie...) ..... | 11 |
| Was erwartet die Industrie? .....             | 15 |

### 1

#### 1 Denn sie wissen nicht, was sie tun

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sicherheitseinführungen für chemische Praktika (Einleitung) .....</b> | <b>19</b> |
| Das „Tübinger Modell“ .....  | 22        |
| Sicherheitseinführung Uni Bayreuth .....                                 | 30        |
| Sicherheitstutorium RWTH Aachen .....                                    | 33        |
| Die Paderborner „Laborrallye“ .....                                      | 36        |

### 2

#### 2 Do it yourself

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Studentische Projekte für mehr Arbeitsschutz (Einleitung) .....</b> | <b>41</b> |
| „Arbeitssicherheit – Der Film“ .....                                   | 44        |
| „Echt Ätzend!“ – ein studentisches Sicherheitsskript .....             | 46        |
| Arbeitssicherheit in der BuFaTa Chemie .....                           | 49        |

### 3

#### 3 Let's make Things better!

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Umstrukturierung chemischer Praktika (Einleitung) .....</b>       | <b>57</b> |
| Anorganisch-analytisches Grundpraktikum an der Uni Rostock .....     | 61        |
| Organisch-chemisches Grundpraktikum, Uni-GH Essen .....              | 68        |
| Reform des AC-Grundpraktikums an der FH Darmstadt .....              | 78        |
| Das Sieben-Lösemittel-Konzept .....                                  | 84        |
| Praktische Sicherheitsorganisation (OC-F-Praktikum, Bielefeld) ..... | 88        |

### 4

#### 4 Think global – act local

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Universitäre Umweltschutzkonzepte (Einleitung) .....</b> | <b>91</b> |
| Sonderabfallentsorgung – Uni Bielefeld .....                | 93        |
| „Öko-Audit“ an der Uni-GH Paderborn .....                   | 99        |
| „Agenda 21“ und Universität Lüneburg .....                  | 103       |
| SGU-Management an der Hochschule (Paderborn) .....          | 106       |

**5 Alles, was Recht ist**

**Rechtliche Grundlagen von Arbeits- und Umweltschutz (Einleitung) .. 113**

Rechtliche Grundlagen des Arbeitsschutzes ..... 115

Gliederung des Umweltrechts ..... 129

Betriebsanweisungen und Unterweisungen nach § 20 GefStoffV ..... 142

**6 Neulich im Paragrafendschungel...**

**Die rechtliche Sonderstellung der Studierenden (Einleitung) ..... 153**

Die rechtliche Sonderstellung der Studierenden im Arbeitsschutz ... 155

Studentische Sicherheitsbeauftragte ..... 160

Arbeitsmedizinische Untersuchungen für Studierende ..... 163

**7 Ceterum censeo...**

**Forderungen der BuFaTa Chemie (Einleitung) ..... 167**

Resolution „Umstrukturierung der Praktika“ ..... 169

Empfehlungen der BuFaTa Chemie ..... 175

**8 Anhang**

**Inhalt ..... 179**

Checkliste Laborsicherheit ..... 180

Medienverzeichnis ..... 192

WWW-Verzeichnis ..... 199

Autorinnen und Autoren ..... 204

Redaktion ..... 209

Abkürzungen ..... 210

Index ..... 216



## Einleitung

*Wer, Was, Warum und Wie...*

In den Achtziger- und Neunzigerjahren wurden dem Umwelt- und Arbeitsschutz gesellschaftlich zunehmend höhere Prioritäten eingeräumt. Diese Entwicklung ging auch an den Hochschulen nicht vorbei, an denen in der Folge zum Teil wesentliche Verbesserungen für Beschäftigte und Studierende erwirkt werden konnten. In dem vorliegenden Reader werden exemplarisch herausragende Ideen und Projekte vorgestellt, die an verschiedenen Hochschulen zu konkreten Fortschritten im Arbeits- und Umweltschutz geführt haben. Ziel des Readers ist es, derartige Projekte über den Einflussbereich der jeweiligen Institution hinaus bekannt zu machen und zur Nachahmung zu empfehlen. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt dabei im Bereich der chemischen Grundpraktika, die von Studierenden naturwissenschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge absolviert werden. Diese Praktika fallen auch heute noch vielerorts durch besondere Gedankenlosigkeit von Lehrenden und Lernenden auf. Wir hoffen, engagierten Fachschaften, Sicherheitsfachkräften, Professorinnen und Professoren, Praktikumsleiterinnen und -leitern und anderen Interessierten eine umfangreiche, neuartige Materialsammlung an die Hand zu geben, die einerseits das Erkennen von Missständen ermöglicht und andererseits die Leserinnen und Leser in die Lage versetzt, bereits an anderen Orten erfolgreich erprobte Konzepte an ihrer eigenen Hochschule zu diskutieren und umzusetzen.

*Um Euch, liebe Leserinnen und Leser, den Einstieg zu erleichtern, werden die einzelnen Artikel in den jeweiligen Kapiteleinleitungen kurz zusammengefasst, sodass Ihr für einen ersten Überblick nur diese Einleitungen lesen müsst. Anschließend sollte es Euch leichter fallen, die für Euch interessanten Artikel aus diesem Reader herauszugreifen.*

Bevor skizziert wird, was dieser Reader leisten soll, muss verdeutlicht werden, was er in keinem Fall leisten kann: Er wird niemals Eigeninitiative ersetzen können, genauso wenig wie er eine Anleitung zur „Konzeption einer optimalen Sicherheitseinführung unter Berücksichtigung didaktischer und umweltrelevanter Aspekte“ sein kann. Stattdessen soll die Beschreibung von Projekten, die mindestens einmal erfolgreich durchgeführt wurden, den interessierten Leserinnen und Lesern Impulse für Aktivitäten am eigenen Standort lie-

fern. Wer ein Konzept oder Einzelaspekte daraus aufgreifen will, soll sich nicht scheuen, mit den jeweiligen Autorinnen und Autoren Kontakt aufzunehmen, um sich persönlich über Erfahrungen auszutauschen. Häufig wurden nämlich in der Projektumsetzung Erfahrungen gesammelt, die in den Artikeln nicht im Einzelnen erwähnt werden können. Die Erfahrungen der „Nachahmer/-innen“ können andererseits wiederum die Autorinnen und Autoren motivieren, ihre ursprünglichen Projekte einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu unterziehen. Die durch diesen Austausch entstehenden Synergien sollen so möglichst allen zu Gute kommen.

In diesem Reader werden sowohl studentische Projekte vorgestellt als auch Aktivitäten aufgezeigt, die „die Hochschule als Ganzes“ betreffen und nur von zentralen Stellen vorangetrieben werden können. Einen großen Umfang nimmt die fortschrittliche Gestaltung von Sicherheitseinführungen ein. Sie beruhen auf studentischen Initiativen, die inzwischen an einigen Hochschulen zu Pflichtveranstaltungen geworden sind. Neben diesen werden weitere studentische Aktivitäten vorgestellt, die zu einem abgerundeten Sicherheitskonzept gehören können. Die Berücksichtigung wichtiger Umweltschutzaspekte wird in verschiedenen Artikeln zu Öko-Audit, Abfallentsorgung und -vermeidung direkt erläutert, andererseits wird sie auch in den Artikeln zu Praktikumsreformen beschrieben. In letzteren wird besonders deutlich, wie eng Umwelt- und Arbeitsschutz häufig miteinander verwoben sind. Damit der rechtliche Hintergrund der beschriebenen Projekte nicht völlig unklar bleibt, gibt es ausführliche Beiträge zu den verschiedenen Gesetzen und ihren Verknüpfungen. Abgerundet wird der Reader durch einige schon vor Längerem erhobene studentische Forderungen zum Arbeitsschutz an Hochschulen und eine Liste von interessanten Materialien (Videos, Skripten, Internet-Präsentationen) zum Thema Arbeitsschutz im Studium.

Die Initiatorinnen und Initiatoren vieler der hier vorgestellten Projekte betraten Neuland, als sie versuchten, ihre Ideen in die Tat umzusetzen. Groß waren dann jedoch häufig die Erfolge, die verzeichnet werden konnten: Ein gesteigertes Umwelt- und Sicherheitsbewusstsein der Studierenden und Beschäftigten lässt sich inzwischen an vielen Standorten beobachten und an manchen direkt auf hier geschilderte Projekte zurückführen.

Die Möglichkeiten, Dinge zu bewegen, sind naturgemäß immer von den beteiligten Menschen abhängig. Im konkreten Fall müssen

die Leserinnen und Leser selbst entscheiden, mit wem sie vor Ort innovative Projekte starten können und wollen. Gerade im öffentlichen Dienst müssen Verantwortungsträger/-innen häufig erst in langen Gesprächen überzeugt werden, Veränderungen auch nur in Erwägung zu ziehen. Im Bereich des Umwelt- und Ressourcenschutzes gilt es oft erhebliche Widerstände zu überwinden, da die notwendigen Maßnahmen eine zusätzliche Arbeitsbelastung darstellen, die auf den ersten Blick nicht entsprechend entlohnt wird. Bevor also neue Dinge angestoßen werden, sollten sich die Leserinnen und Leser darüber im Klaren sein, dass sie sich erst Verbündete suchen müssen, die sie auf einem meist nicht einfachen Weg unterstützen.

Da studentische Projekte zumeist nicht publiziert werden, erlangen sie bestenfalls einen gewissen regionalen Bekanntheitsgrad innerhalb der jeweiligen Hochschule. Häufig geraten sie deshalb schnell wieder in Vergessenheit, wenn die Initiatorinnen und Initiatoren ihren Beschäftigungsbereich wechseln. Auch wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen wechseln häufig schon nach wenigen Jahren den Arbeitsplatz und sind dann für Nachfolgende in der Projektbetreuung nur schwer erreichbar. So kommt es zu Wissens- und Informationsverlusten, die allzu oft Rückschläge oder gar die Einstellung eines Projekts zur Folge haben. Dieser Reader soll einerseits helfen, Projekte lebendig zu halten, andererseits möchten wir verhindern, dass das Rad an verschiedenen Standorten immer wieder neu erfunden werden muss. Für Ergänzungen der vorliegenden Beiträge sind wir sehr dankbar. Inwieweit diese in einer folgenden Auflage berücksichtigt werden können, wird geprüft. Für Studierende bietet sich die Möglichkeit, im Rahmen der Bundesfachtagung der Chemiefachschaften Erfahrungen auszutauschen und gemeinsam neue Ideen zu entwickeln.

Dem Redaktionsteam gehören Menschen an, die lange in Fachschaften aktiv waren. Jedoch gingen unsere Bemühungen dahin, möglichst vielfältige Artikel von unterschiedlichen Funktionsträgern an Hochschulen einzubinden. Dadurch hat sich während des Entstehungsprozesses die inhaltliche Zielsetzung des Readers erheblich verändert: Sollte anfangs eine Broschüre entstehen, die „kurz alle bekannten studentischen Aktivitäten zur Arbeitssicherheit“ vorstellt, liegt jetzt ein Reader vor, der sich Arbeits- und Umweltschutz in Hochschullaboratorien gleichermaßen widmet und weit über studentische Initiativen hinaus geht.

Zum Schluss dieser Einleitung möchten wir noch auf ein Problem hinweisen, das wir trotz langer und engagierter Diskussionen nicht befriedigend lösen konnten: Personen werden im Folgenden überwiegend in ihrer männlichen Form genannt, wie Praktikumsleiter, Professoren und Mitarbeiter, obwohl alle derartigen Stellen oder Funktionen selbstverständlich von Männern *und* Frauen besetzt sein können und es auch sind. Es ist nicht Gedankenlosigkeit, die zu dieser äußeren Form geführt hat, sondern Hilflosigkeit, sich in der deutschen Sprache geschlechtsneutral auszudrücken, ohne die Lesbarkeit der Texte deutlich zu beeinträchtigen. Liebe Leserinnen, wir hoffen sehr, dass Ihr euch durch diese Form nicht ausgeschlossen fühlt und bitten Euch, diese Form nachzusehen.

*Das Redaktionsteam*



## Was erwartet die Industrie?

*Oder: weitere gute Argumente, Arbeits- und Umweltschutz an Hochschulen zu einem wichtigen Lernziel zu machen*

Was erwartet die Industrie hinsichtlich des Arbeitsschutzes von den jungen Chemikern – und was erwartet die jungen Chemiker in dieser Hinsicht in der Industrie? Im Sinne von Radio Eriwan könnte man antworten: im Prinzip nichts Neues. Tatsächlich gelten für Hochschule und Industrie im Prinzip die gleichen Gesetze. Viele der Probleme, die es an den Hochschulen mit der Umsetzung von Umwelt- und Arbeitsschutzgesetzen gibt, kommen gerade daher, dass ursprünglich für Produktion und Technik gemachte Vorschriften pauschal auch auf die Forschung allgemein und die Hochschulen insbesondere ausgedehnt wurden.

Nach dem Wechsel von der Hochschule in die Industrie wird man jedoch rasch feststellen, dass diese formaljuristische Einschätzung trügt. Schon ein detailliertes Studium der Vorschriften zeigt, dass die eigentliche chemische Produktion deutlich stärker geregelt ist als die Forschung generell. Viele Vorschriften, insbesondere im Umweltschutz, gelten erst ab bestimmten Mengenschwellen, die im Hochschulbereich in aller Regel nicht überschritten werden.

Im Prinzip gilt dies auch für die Forschung in der Industrie. Deren Ziel ist jedoch in der Regel das Auffinden von Stoffen, die aufgrund besonderer Eigenschaften die Chance haben, später einmal produziert zu werden – oder aber auch die Optimierung schon existenter Produktionsverfahren. Damit bekommt die Kenntnis von Vorschriften „jenseits“ des Labors auch für den Chemiker in der industriellen Forschung einen viel höheren Stellenwert. Wenn er das Glück hat, ein interessantes Produkt oder Verfahren gefunden zu haben, so muss es in seinem Interesse liegen, dass die Umsetzung im technischen Maßstab reibungslos läuft. Dies wird um so schwieriger, je gefährlicher ein Verfahren ist: bezogen auf die Stoffe und auf die Reaktionsbedingungen.

Zwar kann man (fast) alle chemischen Risiken technisch im Griff behalten – aber das kostet Geld und kann damit ein hoffnungsvolles Verfahren oder Produkt unwirtschaftlich machen. Schließlich kommt nach der Lösung der technischen Probleme noch ein detailliertes und aufwändiges Genehmigungsverfahren unter Beteiligung zahlreicher Behörden und der Nachbarschaft. Der platte Hinweis darauf, dass man alle Risiken im Griff hat, hilft hier wenig. Je größer die (vermeintlich) beherrschbaren Risi-

ken sind, desto länger wird dieses Verfahren dauern. Allein die Verfahrensdauer kann ein Todesstoß für ein innovatives neues Produkt sein!

Jeder Chemiker in der Industrieforschung – und auch der, der an der Hochschule arbeitet – ist daher gut beraten, die rechtlichen Anforderungen an die Produktion zu kennen und darüber hinaus die Prinzipien der inhärenten Sicherheit, soweit das im Einzelfall möglich ist, zu realisieren: Verwendung möglichst ungefährlicher Stoffe in möglichst kleinen Mengen unter möglichst fehlertoleranten Reaktionsbedingungen. Für denjenigen, der über den wirtschaftlichen Erfolg hinaus sich für Umwelt und Sicherheit engagieren will, liegen gerade hier große Chancen, wirklich etwas zu bewegen. Gleich zu Beginn, schon in der Forschung, müssen die Weichen richtig gestellt werden!

Dies heißt jedoch nicht, dass man in der Forschung keine gefährlichen Experimente machen darf. Dies ist in der Industrie ebenso wie an der Hochschule erlaubt, muss aber durch Sicherheitsmaßnahmen beherrschbar ausgeführt werden. Diesbezüglich sind die Vorschriften für Industrie und Hochschule praktisch deckungsgleich. Der Unterschied liegt eher in der Durchsetzung der Vorschriften. Zwar gibt es auch in der Industrie noch Führungskräfte, die die Einhaltung von Sicherheits- und Umweltschutzvorschriften als den Tod der Innovation ansehen. Aber ebenso wie an der Hochschule werden solche Einstellungen immer seltener laut geäußert. Generell ist jedoch der institutionelle Druck auf die Einhaltung von Vorschriften in der Industrie größer – unter anderem auch deshalb, weil die Industrie insgesamt von Aufsichtsbehörden und Öffentlichkeit kritischer beäugt wird als die Hochschulen.

Die Kenntnis und das Einhalten von Vorschriften haben für den Chemiker in der Industrie aber auch noch unter einem anderen Aspekt eine in der Regel höhere Bedeutung als für den Studenten: Mit dem Eintritt in die Industrie wird er in aller Regel sofort Vorgesetzter von Laboranten und anderen Mitarbeitern. Diese direkte Personalverantwortung führt unmittelbar und ohne dass es eines besonderen Hinweises bedarf, zur vollen Verantwortung für die Einhaltung von Sicherheits- und Umweltschutzvorschriften.

Natürlich können und müssen Arbeitsschutzaufgaben an geeignete Mitarbeiter delegiert werden. Dies setzt aber eine umfassende Information voraus und entbindet in keinem Fall von der Verpflichtung zur Kontrolle. Den direkt auszuführenden Befehl sollte man sich für absolute Ausnahmefälle vorbehalten. Angesagt ist eine vernünftige Kommunikation, das offene Gespräch, die Einbeziehung der Mitarbeiter mit ihren Kennt-

nissen und Erfahrungen und vor allem das Leben des persönlichen Vorbilds. Auch wenn es manches bedauerliche Gegenbeispiel gibt: Soziale Kompetenz ist eine wesentliche Grundvoraussetzung für beruflichen Erfolg, gerade auch in der Industrie.

Die Kenntnis der relevanten Vorschriften, die darüber hinausgehende Integration von Sicherheitsüberlegungen in die tägliche Arbeit und die intensive Kommunikation mit den Mitarbeitern reicht aber heute allein nicht mehr aus. Die chemische Industrie steht mitten im gesellschaftspolitischen Spannungsfeld. Sie gilt als risikobehaftet und wird insbesondere nach umweltrelevanten Zwischenfällen mehr oder weniger stark in Frage gestellt. Weichen Sie dieser Diskussion nicht aus, sondern stellen Sie sich ihr! Hierzu gibt es viele Gelegenheiten, etwa im Freundeskreis, bei den Nachbarn, in Vereinen oder Parteien. Machen Sie deutlich, dass Ihnen die Risiken der Chemie durchaus bewusst sind – nur so wird es glaubwürdig, dass Sie gelernt haben, diese Risiken zu beherrschen. Versuchen Sie nicht, Kritiker mit naturwissenschaftlich-technischen Argumenten auszustechen, sondern gehen Sie sensibel auch auf offensichtlich unbegründete Ängste ein. Zeigen Sie, dass Sie verantwortungsbewusst mit allen Risiken umgehen, die Ihr Beruf mit sich bringt. Tun Sie dies, auch wenn es für Ihre Vorgesetzten vielleicht gerade kein Thema ist. Der Prozess des Umdenkens ist auch in der Industrie noch nicht abgeschlossen. Nutzen Sie Ihre Chance, an diesem Prozess teilzunehmen!

*Christian Jochum*



## Denn sie wissen nicht, was sie tun...

# 1

### *Sicherheitseinführungen für chemische Praktika*

Seit den Siebzigerjahren wurden Fragen des Arbeitsschutzes zunehmend thematisiert. Doch sollte es bis 1988 dauern, dass Studierende im Zuge der Einführung der Gefahrstoffverordnung den Arbeitnehmern gleichgestellt wurden. Seitdem mussten für ihre Arbeitsplätze, die Hochschullaboratorien, ähnlich strenge Regelungen angewendet werden wie für Arbeitsplätze in der gewerblichen Wirtschaft.

In den Hochschullaboratorien war Arbeitsschutz für hochschulpolitisch aktive Studierende seit vielen Jahren ein wichtiges Thema. Jedoch waren es bis in die Achtzigerjahre fast immer Einzelne, die zum Teil sogar unfreiwillig auf die häufig gravierenden Mängel im Arbeitsschutz aufmerksam machten. Sei es durch spektakuläre Unfälle, die teilweise auch in der Presse diskutiert wurden, sei es die Bremer Studentin, die gerichtlich durchsetzen konnte, dass sie für ihre uranhaltigen Analysen eine Glove-Box benötigte. Aktivitäten mit dem formulierten Anspruch, im großen Rahmen Missstände abzustellen sind aus dieser Zeit fast nicht bekannt.

Ab der zweiten Hälfte der Achtziger änderte sich dieser Zustand aus mehreren Gründen erheblich. Motiviert durch gute Beschäftigungsaussichten gab es zum einen eine große Zahl von Studienanfängern, die die Laboratorien mehr als reichlich füllten, zum anderen traten die Gefahrstoffverordnung und später die TRGS 451 (inzwischen abgelöst durch die GUV 19.17) in Kraft. Verschiedene Missstände an den Hochschulen wie

- völlig überfüllte Laboratorien,
- unzureichende Sicherheitseinrichtungen, die häufig nur dem technischen Standard der Fünfziger- oder Sechzigerjahre entsprachen,
- und Sicherheitsunterweisungen, die gerade noch dem Gesetz genügten, aber didaktisch in keiner Weise aufgearbeitet waren,

führten dazu, dass sich interessierte Studierende intensiv mit dem Thema „Arbeitsschutz“ auseinandersetzen und dabei beachtliche Kompetenzen und Innovationsfreude entwickelten. So wurde an vielen Hochschulen erstmalig ein bedeutendes Problem thematisiert: Studienanfänger, von ihrem apparativen und chemischen Wissen in etwa Auszubildenden im ersten Lehrjahr gleichzustellen, wurden

# 1

ohne jede weitere Unterweisung mit den verschiedensten Gefahrstoffen und Apparaturen in Kontakt gebracht. Den Umgang mit diesen lernten sie dann nach dem „Learning-by-Doing-Prinzip“, eine – unter dem Gesichtspunkt des Arbeitsschutzes betrachtet – nachgerade leichtsinnige Form der Wissensvermittlung. Hier erscheint der beliebte naturwissenschaftliche Grundsatz „Aufschluss gibt nur das Experiment“ förmlich lebensgefährlich. Vor diesem Hintergrund wurden an einigen Standorten die den eigentlichen Praktika vorgelagerten Sicherheitsunterweisungen durch praktische Inhalte ergänzt.

Für das folgende Kapitel wurden mehrere Beispiele ausgewählt, in denen derartige Konzepte realisiert wurden. Sozusagen als Mutter aller Projekte muss wohl das Sicherheitsseminar an der Universität Tübingen angesehen werden. Hier wurde auf Betreiben von Studierenden und der Gewerkschaft IG Chemie-Papier-Keramik ein umfassendes Konzept zur Einführung von Studienanfängern in den Laboralltag entwickelt. Vorlesungen und Seminare werden dabei vorbildlich mit praktischen Veranstaltungen kombiniert, sodass die Studierenden „eben Gehörtes“ vergleichsweise schnell praktisch anwenden können. Weitere Besonderheiten des *Tübinger Modells* sind zum einen der Einsatz von studentischen Tutoren und zum anderen eine praktische Auseinandersetzung mit typischen Unfallgefährdungen im Labor. Dieses seit bald zwanzig Jahren etablierte Modell hat sich auf viele andere derartige Veranstaltungen ausgewirkt und sogar Einzug in die Empfehlung der GDCh zum Thema Sicherheitsunterweisung/Umsetzung der Gefahrstoffverordnung aus dem Jahr 1989 gehalten:

*„Es wird vorgeschlagen, dass Studienanfänger in den Fächern Chemie und Pharmazie zu Beginn ihrer praktischen Labortätigkeit über die formale Unterweisung nach § 20 GefStoffV hinaus auch praktisch in das sichere Arbeiten in chemischen Laboratorien eingeführt werden. Dieses kann sowohl im Rahmen eines Vorkurses zum Praktikum als auch schwerpunktmäßig zu Beginn im Praktikum erfolgen. Erfahrungen mit solchen Einführungen zeigen, dass dafür mindestens die Zeit von drei Praktikums-tagen erforderlich ist. Die Mitwirkung von studentischen Tutoren hat sich bei der Unterweisung der Studienanfänger als sehr hilfreich erwiesen.“*

Inspiziert von den Erfolgen des *Tübinger Modells* wurde ein ähnliches Konzept in Bayreuth verwirklicht. Ein Novum in Bayreuth ist die zusätzliche Herausgabe eines Sicherheitsskriptes. An diesem Beispiel lässt sich gut der Wandel eines Konzepts nachvollziehen, wenn es an anderen Standorten neu installiert wird.

Das leider nicht weitergeführte Konzept der RWTH Aachen hat mit dem *Tübinger Modell* vor allem den Einsatz studentischer Tutoren gemein. Diesen ist im Gegensatz zu wissenschaftlichen Mitarbeitern der Studienanfang mit vielen neuen Eindrücken noch relativ präsent, da er meist nur wenige Semester zurückliegt. In Aachen wurden in zusätzlichen einsemestrigen Veranstaltungen Fragen des Arbeits- und Umweltschutzes in Kleingruppen thematisiert. Das offensichtliche Resultat war, dass sich die Studienanfänger intensiv mit diesen Fragen auseinandersetzen und deshalb erheblich mehr dafür sensibilisiert waren als Studierende, die eine derartige Einführung nicht durchlaufen hatten.

Wurden bisher Veranstaltungen für Studienanfänger skizziert, so ist dies im letzten Beispiel aus Paderborn anders. Die dort beschriebene Sicherheitsunterweisung findet vor dem Organik-Grundpraktikum statt, also zu einem Zeitpunkt, an dem die Studierenden generell an den Umgang mit Gefahrstoffen gewöhnt sein sollten. Jetzt aber werden sie mit Stoffen konfrontiert, die ein für sie neuartiges Gefahrenpotenzial aufweisen. So sind die meisten organischen Lösemittel brennbar und im Gegensatz zu anorganischen Salzen häufig auch schon beim Einatmen giftig. Zudem müssen die Studierenden mit verschiedenen, zum Teil komplexen Apparaturen vertraut gemacht werden – im anorganischen Grundpraktikum wurden doch im Wesentlichen Bunsenbrenner, Erlenmeyerkolben und Reagenzgläser verwendet. Das Paderborner Konzept sieht zehn einzelne Veranstaltungen vor, in denen den Studierenden die wichtigsten Arbeitstechniken am Beispiel erläutert werden. Die Einführung wird durch eine *Laborrallye* beendet, bei der die Studierenden präparierte Fehler auffinden müssen. Auch in Paderborn hat es sich als sinnvoll erwiesen, von einer einzigen Frontalveranstaltung zu vielen kleinen interaktiven Veranstaltungen überzugehen.

# 1

## Das „Tübinger Modell“

### *Sicherheitsseminar für Studienanfänger*

Das Sicherheitsseminar für Studienanfänger Chemie, das teilweise auch von Studierenden der Pharmazie und der Geowissenschaften besucht wird, wird seit dem Wintersemester 1986/87 vom Arbeitskreis „Laborsicherheit“ der Fachschaft Chemie organisiert und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Anorganische Chemie der Universität Tübingen durchgeführt. Das Seminar ist zusammen mit seinen praktischen Übungen eine modellhafte Einführung der Studienanfänger in die praktische Labortätigkeit, in der sie über die am Arbeitsplatz auftretenden Gefahren und über Schutzmaßnahmen unterrichtet werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Abfallvermeidung und -verminderung als Beispiel für aktiven Umweltschutz.

Bei Gesprächen in Kleingruppen kann durch die studentischen Tutoren, die selbst erst vor vergleichsweise kurzer Zeit ihr Studium aufgenommen haben, auf die Probleme und oft undifferenzierten Ängste der Studienanfänger eingegangen werden. Zudem wird durch die Tutoren sicherheitsgerechtes Verhalten im Labor durch praktische Beispiele nahe gebracht und mit den Studienanfängern eingeübt.

### **Entstehung des Sicherheitsseminars**

Das Grundkonzept des Seminars entstammt dem „Gewerkschaftlichen Vorschlag zur Reform des Chemie-Studiums“ der Industriegewerkschaft Chemie-Papier-Keramik (IG Chemie) und des DGB vom November 1979, in dem zum ersten Mal Lernziele und -inhalte für eine mehrtägige „Sicherheitstechnische Einführung für Studienanfänger“ formuliert wurden.

Der AK „Gift“ der Fachschaft Biochemie der Universität Tübingen und die IG Chemie entwickelten das praktische Konzept des Seminars „Einführung in die Laborsicherheit“ für Studienanfänger. Zu Beginn des WS 1980/81 wurde die erste Arbeitssicherheitseinführung für Studienanfänger vom AK „Gift“ durchgeführt. Seit dem WS 1982/83 wird dieses Seminar vom Institut für Anorganische Chemie und der Fachschaft Chemie gemeinsam veranstaltet.

Vom AK „Laborsicherheit“ der Fachschaft Chemie wurde das Konzept didaktisch und inhaltlich weiterentwickelt und an die Anforderungen der Gefahrstoffverordnung angepasst. Nach einem Probelauf im Sommersemester 1986 wurde die Veranstaltung als Pflichtveranstaltung übernommen und zum ersten Mal in Zusammenarbeit mit dem Institut für Anorganische Chemie durchgeführt. Zur Betreuung wurden Tutorengelder vom Institut bewilligt.

Die mit dem Seminar gesammelten Erfahrungen haben 1989 als Empfehlung Eingang in die Informationsschrift „Gefahrstoffe an Hochschulen“ der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an Hochschulen gefunden.

### **Aufbau des Sicherheitsseminars**

Das Seminar wird jeweils in der ersten Semesterwoche für die Studienanfänger im Studiengang Chemie angeboten. Zunächst werden Sinn und Ablauf der Veranstaltung erläutert: Die Studierenden sollen im Sicherheitsseminar in eine Reihe von möglichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensweisen eingeführt sowie sensibilisiert werden, sich mit den Gefahren und den Möglichkeiten zu ihrer Abwendung ständig selbst zu beschäftigen. Als Vergleich wird das Beispiel Straßenverkehr genannt. Die akute Gefahr zu verunglücken ist auf dem Weg zur Hochschule größer als während der Tätigkeit im Labor. Der grundlegende Unterschied besteht darin, dass die Gefahren des Straßenverkehrs vom Kindergartenalter an ständig thematisiert werden. Dagegen ist der Gefahrenbereich Labor für die Studienanfänger meist völliges Neuland. Anschließend wird der Lehrfilm „Sicherheit in chemischen Laboratorien“ gezeigt. Der Film ist für die chemische Industrie konzipiert und geht auf die Ausstattung von Laboratorien und das Verhalten der Beschäftigten ein. Einige grundsätzliche Fehler im Verhalten der Beschäftigten werden aufgezeigt und die grundlegenden Schutzmöglichkeiten erläutert. Der Film bietet eine gute Einführung in die praktische Labortätigkeit, da die Studienanfänger einen Einblick in die Arbeit im Labor bekommen.

Der anschließende Vortrag eines Vertreters des Instituts für Anorganische Chemie soll einerseits die Bedeutung der Arbeitssicherheit für Studium und Beruf betonen, andererseits die Gelegenheit geben, von offizieller Seite auf wichtige Regelungen wie die Laborordnung hinzuweisen. Einige Grundbegriffe der Arbeitssicherheit werden erklärt, und es wird ein Überblick über den Versicherungsschutz an der Universität gegeben. Die inhaltliche Vorstellung der Broschüre „Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien“ des Bundesverbandes der Unfallkassen (BUK, früher BAGUV) rundet den Vortrag ab.

Am nächsten Tag erfolgt eine Einführung in die Handhabung der persönlichen Schutzausrüstung und die Grenzen ihrer Schutzwirkung. Auch wird auf zweckmäßige Kleidung für die Laborarbeit eingegangen. Das Verhalten im Labor wird diskutiert, wobei typische Fehler aufgezeigt werden. Die Vermittlung dieses Themas durch studentische Tutoren erhöht bedeutend die Motivation, nachahmenswerte Verhaltensweisen zu übernehmen.

# 1

Anschließend sollen die Studienanfänger versuchen, Vorprotokolle zu erstellen (*siehe S. 26 ff.*). Dazu werden sie mit einer Literaturliste ausgestattet, um in verschiedenen Bibliotheken im Bereich der Naturwissenschaften Informationen über einige gefährliche Chemikalien zusammenzustellen. Das vom AK „Laborsicherheit“ entwickelte Formblatt für Protokolle erleichtert die Strukturierung der erhaltenen Informationen. Bei der gemeinsamen Besprechung zeigt sich dann, dass es auch in beschränkter Zeit möglich ist, Auskunft über die Gefährdungsmöglichkeiten und den Umgang mit Gefahrstoffen zu bekommen. Die Vorprotokolle werden eingesammelt und von einem Tutor korrigiert, typische Fehler werden angesprochen.

Nach der Mittagspause hält ein Arzt aus der berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik einen Vortrag über Erste Hilfe. Er spricht die wichtigsten Hilfsmöglichkeiten bei Verätzungen, Verbrennungen und sonstigen typischen Laborunfällen an. Sein Resümee lautet, dass der Arzt Verletzungen nicht heilen, sondern nur lindern kann; Unfälle dürfen also gar nicht erst geschehen. Anschließend sollen die Studienanfänger ihren zukünftigen Arbeitsplatz erkunden und dabei seine Ausstattung sowie die des gesamten Labors anhand eines Fragebogens mit den im Film gezeigten Anforderungen vergleichen. Nach etwa 15 Minuten wird der Fragebogen in einer kleinen Gruppe mit einem Tutor durchgesprochen, offen gebliebene Fragen werden geklärt und entdeckte Mängel notiert. Ein Test von Sicherheitseinrichtungen, wie Notduschen und Fluchtwegen gehört ebenso dazu wie die Frage, wer in Notfällen benachrichtigt werden muss und wo die zuständigen Betreuer zu finden sind.

Der restliche Nachmittag ist mit praktischer Arbeit ausgefüllt. Im Labor wird Fluorescein, ein einfaches und ungefährliches Präparat, hergestellt (*siehe S. 29*). Um den Versuch interessanter zu machen, wurde die Vorschrift um einige zusätzliche Handgriffe wie Umfüllen, Aufrühren des Bodensatzes und mehrfaches Abfiltrieren erweitert. Schließlich wird mit einer UV-Lampe im abgedunkelten Labor die Fluoreszenz des Stoffes demonstriert. Dabei zeigt sich deutlich, dass es nicht nur in den verwendeten Bechergläsern grünlich gelb schimmert. Der Arbeitsplatz ist im Normalfall gesprenkelt. Auch an einigen Händen sind Farbspuren zu sehen, obwohl in der Versuchsausrüstung die Benutzung von Handschuhen vorgeschlagen wird. Durch die Fluoreszenz kann gezeigt werden, wohin Chemikalien beim Arbeiten im Labor verschleppt werden können, obwohl subjektiv sauber gearbeitet wird.

Am dritten Tag wird im Labor eine pantomimische Rettungsübung durchgeführt, bei der typische Laborunfälle wie das Einatmen von Reizgasen oder Verätzungen der Haut oder Augen und Verbrennungen simuliert wer-

den. Die Kleingruppen werden dabei von zwei Tutoren begleitet, wobei der eine den Unfall pantomimisch darstellt, während der zweite die Rettungsaktionen der Studienanfänger beurteilt. Die Erklärungen des Unfallarztes vom Vortag sollen dadurch auf die reale Arbeitssituation übertragen und die wichtigsten Maßnahmen noch einmal besprochen werden. Die Betreuung in Kleingruppen durch Tutoren ermöglicht eine Diskussion über die Unfallgefahren. Die schauspielerischen Darstellungen, zu denen die stabile Seitenlage ebenso gehört wie das Bergen einer verletzten Person, verdeutlichen, wie wichtig es ist, dass im Ernstfall schnell gehandelt wird. Mit diesem Programmpunkt wird die Hemmung abgebaut, bei Unfällen einzugreifen. Die Studienanfänger erkennen, dass es wichtiger ist, schnell und richtig zu reagieren, als lange über die nötigen Maßnahmen zu diskutieren. Sie sollen ferner lernen, dass auch bei augenscheinlich geringfügigen Verletzungen sicherheitshalber ein Arzt aufzusuchen ist.

Schlusspunkt des Seminars bilden zwei Filme und eine Abschlussbesprechung: Der Film der BASF über die industrielle Entsorgung von Abfällen und Sondermüll wird nach der Vorführung von den Sicherheitsfachkräften und Abfallbeauftragten der Universität kommentiert. Ein wichtiges Stichwort ist dabei die Abfallvermeidung: Schon die Wahl der Reagenzgläser kann über die Größe eines Versuchsansatzes und somit über die entstehende Abfallmenge entscheiden. Der anschließende Lehrfilm über die Handhabung von Feuerlöschern („Feuerlöscher TOTAL“) zeigt die grundsätzlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Löschertypen sowie ihre jeweiligen Einsatzgebiete. Eine praktische Feuerlöschübung wird jedoch erst zu Beginn des Organikpraktikums in einem späteren Semester durchgeführt.

In der Abschlussbesprechung werden weiterführende Informationsmöglichkeiten genannt und die Studienanfänger ermuntert, Sicherheitsmängel in der praktischen Arbeit nicht zu akzeptieren, sondern aufzudecken und an die zuständigen Stellen zu melden.

Zusammenfassend muss betont werden, dass es innerhalb dieser drei Tage lediglich möglich ist, eine Vielzahl von Themen anzureißen. Eine erschöpfende Behandlung ist nicht möglich und auch nicht beabsichtigt. Die weitere Vertiefung muss grundsätzlich parallel zu den übrigen Studieninhalten während des gesamten Studiums erfolgen.

*Rainer Dörr*

# 1

## Risiken durch Laborchemikalien Erstellung eines Vorprotokolls

Um sich über die möglichen Gefährdungen (= Risiko), die von Chemikalien ausgehen können, ausreichend zu informieren, ist es sehr hilfreich, ein Vorprotokoll zu erstellen. In diesem Vorprotokoll werden die benötigten Informationen zusammengefasst, um sie übersichtlich während des Versuchs zur Hand zur haben. Als Anregung, wie solch ein Blatt aussehen könnte, haben wir eine Mustervorlage beigeheftet. Die Vorlage ist zweimal vorhanden, zum einen, um diese Arbeitsaufgabe durchführen zu können und zum zweiten als Kopiervorlage für die zukünftige Laborarbeit. Als weitere Hilfe haben wir unten die Fundstellen einiger wichtiger Bücher aufgeführt, in diesen Büchern sollten die Informationen relativ rasch aufzufinden sein.

### Arbeitsaufgabe:

- Versucht mithilfe der in der Bibliothek vorhandenen Bücher Informationen über die unten markierte Chemikalie einfach und schnell zu erhalten.
- Welche Informationen erwartet Ihr, wenn Ihr euch über mögliche Gefährdungen informieren wollt. Überlegt dies unter dem Gesichtspunkt, dass Ihr mit dieser Chemikalie im Labor einen Versuch durchführen wollt.
- Stellt mit Hilfe der beigehefteten Vorprotokollvorlage zusammen, was Ihr an Informationen erhalten konntet und für wichtig erachtet.



Der Ergebnisse werden im Laufe des Sicherheitsseminars besprochen. Alle Protokolle, die im Fachschaftszimmer Chemie abgegeben werden, werden durchgesehen und können in der folgenden Woche wieder abgeholt werden.

### Chemikalienliste: (der zu bearbeitende Stoff ist markiert)

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ )                      | <input type="checkbox"/> Blei (Pb)                           |
| <input type="checkbox"/> Natriumcyanid ( $\text{NaCN}$ )                       | <input type="checkbox"/> Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) |
| <input type="checkbox"/> Kaliumdichromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) | <input type="checkbox"/> Natronlauge (NaO)                   |

Abb. 1: Hinweisblatt zur Erstellung eines Vorprotokolls (FS Chemie, Uni Tübingen)

**Literaturliste:** (Auswahlliste, es in der Bibliothek noch weitere Bücher vorhanden)

### UB, Bereichsbibliothek Naturwissenschaften, Abteilung Chemie

#### I. Ehemaliger Bestand der Fakultätsbibliothek Chemie - Regal 3, links

- H 107<sup>9</sup> RÖMPP, Chemielexikon
- H 272<sup>4</sup> ROTH, Lutz, Sicherheitsfibel Chemie, 4. Aufl. 1985  
(Ältere Auflagen nicht verwenden - besser: Loseblattsammlung siehe unten)
- H 273 SAX, N. Irving, Handbook of Dangerous Materials, 1951  
SAX, N. Irving, Dangerous Properties of Industrial Materials, 1975
- H 277 ROTH, Lutz, Sicherheitsdaten MAK-Werte
- H 281 HÖRATH, Giftige Stoffe der Gefahrstoffverordnung
- H 282 SEEGER, NEUMANN, Giftlexikon
- H 283 ROTH, WELLER, Gefährliche chemische Reaktionen
- H 284 KÜHN, BIRETT, Merkblätter Gefährliche Stoffe, Loseblattsammlung  
(die beiden Bände Nr. 7 und 8 mit den Stoffmerkblättern reichen)
- H 285 ROTH, Lutz, Krebszerzeugende Stoffe

#### II. Bestand der Universitätsbibliothek [chem E 10] - Regal 5, rechts

- 22 A 19287 ROTH, Lutz; WELLER, U., Gefährliche chemische Reaktionen  
Landsberg, 1982, Loseblattsammlung: 2 Ordner
- 28 A 12006 ROTH, Lutz, Krebszerzeugende Stoffe  
2. völlig neu bearb. Auflage, 1988
- 31 B 1221 ROTH, LUTZ; WELLER, U., Sicherheitsfibel Chemie  
ecomod, Landberg, Loseblattsammlung
- 32 B 1664 LEWIS, Richard J., Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials  
Eighth Edition, 1992, 3 Bände

#### III. Ehemaliger Bestand der Bibliothek Pharmazie - großes Regal am Fenster

Pharmak. 7/31 SEEGER, NEUMANN, Giftlexikon

Pharmak. 7/45 DFG, MAK-Werte, Toxikologisch-  
arbeitsmedizinische Begründung  
Loseblattsammlung, 8 Bände

Einige Kataloge von Chemikalienhändlern und -herstellern liegen aus. Die neueren, deutschen Kataloge (speziell Merck) enthalten auch eine Vielzahl von Informationen über gefährliche Stoffe.

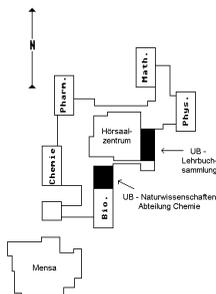


Abb. 2: Literaturliste zur Erstellung eines Vorprotokolls (FS Chemie, Uni Tübingen)

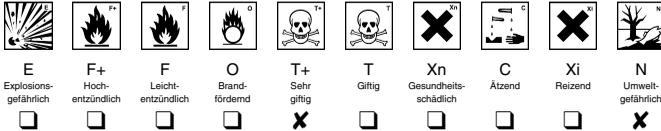
# 1

## Vorprotokoll

(Keine Betriebsanweisung nach § 20 Gefahrstoffverordnung)

Substanzname: Kaliumdichromat  
Summenformel:  $K_2Cr_2O_7$       Molekulargewicht: 294,19 g/mol  
Struktur:

Gefahrensymbole:



### Risiken (u.a. R-Sätze):

R 49 – Kann Krebs erzeugen beim Einatmen  
R 46 – Kann vererbare Schäden verursachen  
R E21 – Auch gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut  
R E25 – Auch giftig beim Verschlucken  
R E26 – Auch sehr giftig beim Einatmen  
R 37/38 – Reizt die Atmungsorgane und die Haut  
R 41 – Gefahr ernster Augenschäden  
R 43 – Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich  
R 50/53 – Sehr giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben  
Wassergefährdungsklasse 3 – stark wassergefährdend.

### Besonderheiten (Krebserzeugend, Hautgängig, niedriger Flammpunkt usw.):

Krebserzeugend, erbgutverändernd, sehr giftig, sensibilisierend, umweltgefährlich

### Schutzmaßnahmen (u.a. S-Sätze):

S 53 – Exposition vermeiden vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen  
S 45 – Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich, dieses Etikett vorzeigen)  
S 60 – Dieser Stoff und sein Behälter sind als gefährlicher Abfall zu entsorgen  
S 61 – Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen/  
Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen  
Augenschutz und Schutzhandschuhe benutzen.

### Entsorgung:

Durch Eintragen in Natriumthiosulfat-Lösung in weniger gefährliche Reduktionsprodukte überführen, dann Behälter "Schwermetallsalzlösungen" bei pH 6-8.

### Sonstiges:

Bei Kontakt mit brennbaren Stoffen besteht Explosions- oder Feuergefahr.

### Quellen (Welche Bücher wurden verwendet):

– Laborkatalog Merck 2001  
– GESTIS-Stoffdatenbank (<http://www.hvb.g.de/d/bia/fac/zesp/zesp.htm>)

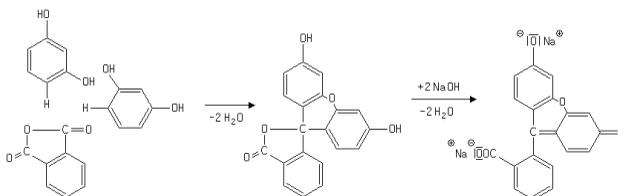
Abb. 3: ausgefülltes Vorprotokoll (FS Chemie, Uni Tübingen)

## Praktikumsversuch - Darstellung von Fluorescein

### Benötigte Chemikalien:

|                                       |            |   |                           |
|---------------------------------------|------------|---|---------------------------|
| <b>Phthalsäureanhydrid</b>            | 1.5 g      | M = 148.12 g/mol  | Fp 131 - 133°C            |
| Reizend                               | R 36/37/38 | Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut                                     |                           |
| <b>Resorcin (1,3-Dihydroxybenzol)</b> | 2.2 g      | M = 110.11 g/mol  | Fp 109 - 110°C Flp. 127°C |
| Gesundheitsschädlich                  | R 22       | Gesundheitsschädlich beim Verschlucken,   |                           |
|                                       | R 36/38    | Reizt die Augen und die Haut,   |                           |
|                                       | S 26       | Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren |                           |
| <b>Zinkchlorid (wasserfrei)</b>       | 1.0 g      | M = 136.29 g/mol  | Fp 293°C                  |
| Ätzend                                | R 34       | Verursacht Verätzungen,   |                           |
|                                       | S 7/8      | Behälter trocken und dicht geschlossen halten,                                  |                           |
|                                       | S 28       | Bei Berührung mit der Haut sofort abwaschen mit viel Wasser                     |                           |

### Reaktionsgleichung:



### Versuchsbeschreibung:

Im Abzug werden in einem Porzellantiegel zwei Spatelspitzen Phthalsäureanhydrid, vier Spatelspitzen Resorcin und zwei Spatelspitzen wasserfreies Zinkchlorid innig vermischt und anschließend auf dem Drahtnetz mit dem Bunsenbrenner vorsichtig erhitzt, bis sich eine rote Schmelze gebildet hat.

Nach dem Abkühlen wird der Tiegelinhalt mit einigen Millilitern verdünnter Natronlauge angelöst und mit dem Spatel oder einem Glasstab aufgerührt. Diese Lösung wird dann in ein kleines Becherglas mit etwa 1000 - 2000ml Wasser geschüttet. Es fällt ein bräunlicher Niederschlag aus. Man erhitzt die Lösung zum Kochen und filtriert dann heiß durch einen Papierfilter. Die filtrierte Lösung (Filtrat) wird mit einigen Millilitern verdünnter Schwefelsäure angesäuert und ein eventuell entstehender, weiterer Niederschlag ebenfalls abfiltriert.

### Literatur:

- G. Witke, Farbstoffchemie, Diesterweg/Salle, 1979
- H. Römpp, Organische Chemie im Probierglas, Franck'sche Verlagshandlung, 1986
- A. v. Baeyer, Ber. dtsch. chem. Ges. **4**, 662, (1871)
- A. v. Baeyer, Annalen d. Chemie **183**, 3, (1876)

Abb. 4: „Didaktikpräparat“ Fluorescein (FS Chemie, Uni Tübingen)

# 1 Sicherheitseinführung Uni Bayreuth

*Ein Versuch, das „Tübinger Modell“ auf einen anderen Ort zu übertragen*

Kaum haben die Chemiestudienanfänger in Bayreuth die Uni betreten, da stehen sie nach einer kurzen Sicherheitsunterweisung auch schon im Labor, um sich dem AC-Grundpraktikum zu widmen. Was aber ist eigentlich die „Sicherheitsunterweisung“? Noch vor ein paar Jahren wurden lediglich ein Film der BG Chemie zum Thema „Sicherheit in chemischen Laboratorien“ vorgeführt und einige allgemeine – hauptsächlich organisatorische – Informationen vermittelt. Abschließend gab es einen Laborrundgang, in dem vor allem Notduschen und Verbandskästen gezeigt wurden. Ausgestattet mit diesem Wissen begaben sich die Studierenden dann in das Grundpraktikum.

Mittlerweile hat sich einiges geändert. Auf die Initiative des AK „Labor“ der Fachschaft Bio/Chemie/Geo hin konnte die Unterweisung nach dem Vorbild des Sicherheitsseminars an der Uni Tübingen um wesentliche Punkte erweitert werden. Um eine bessere Vorstellung von der Durchführung der Tübinger Sicherheitseinführung zu gewinnen, nahm ein Vertreter der Bayreuther Fachschaft daran teil. Schnell wurde deutlich, dass allein die geringere Personalstärke im Vergleich zur Fachschaft in Tübingen sowie die knapper bemessene Zeit, die von Seiten der Professoren für eine Unterweisung zur Verfügung gestellt wurde („für eine zwei bis drei Tage dauernde Unterweisung ist das Praktikum zu kurz“), eine bloße Kopie des *Tübinger Modells* nicht zuließen. Auch eine sofortige Umsetzung der Ideen war nicht möglich, sodass schrittweise bis zum WS 1996/97 folgende Punkte neu in die Sicherheitsunterweisung in Bayreuth aufgenommen wurden:

- Ähnlich wie in Tübingen werden die Studienanfänger mit einem Fragebogen zur Laborbegehung durch den Laborbereich geschickt.
- Unter den wachsamen Augen der Kommilitonen wird von einem der Studienanfänger das „Didaktikpräparat Fluorescein“ hergestellt (*analog zum „Tübinger Modell“, vgl. Anleitung S. 29*).
- Der Abfallbeauftragte hält einen Vortrag über die Sondermüllentsorgung an der Uni Bayreuth .

Darüber hinaus wurden folgende Punkte in die Sicherheitseinführung eingebaut, die es im Vorbild „Tübinger Modell“ nicht gibt:

- Es werden gezielt **Entsorgungshinweise** gegeben. Um die Frage „Was mache ich mit dem Rest meiner Analyse?“ gar nicht erst aufkommen zu lassen und eine falsche Entsorgung (Ausguss) zu ver-

meiden, sind vom AK „Labor“ Listen mit Entsorgungshinweisen zu den Rückständen der quantitativen und qualitativen Analysen erstellt worden. Diese werden vor den entsprechenden Praktikumsabschnitten verteilt.

- Es findet eine **Feuerlöschübung** statt, denn im richtigen Umgang mit Feuerlöschern geübte Praktikanten sind die beste Feuerversicherung für ein Laborgebäude. Daher wird in den ersten Praktikums-tagen in Zusammenarbeit mit der „Zentralen Technik“ der Uni eine Feuerlöschübung abgehalten, bei der jeder Chemie-Studienanfänger einen kleinen Brand ablöschen soll.



# 1

- Es wird ein **Sicherheitsskript** verteilt. Sozusagen als Kernstück des Bayreuther Modells ist schließlich zum WS 1996/97 von der Fachschaft das neue Sicherheitsskript „*Der sichere Umgang mit Chemikalien – Eine Einführung in die Arbeitssicherheit*“ herausgegeben worden, das den Studienanfängern die Arbeitssicherheit näher bringen soll. So wird darin auf die Arbeit im Labor (grundsätzliche Verhaltensregeln, Laborkleidung, Schutzausrüstung, Umgang mit Glasgeräten etc.), die Sondermüllentsorgung sowie auf Erste Hilfe und Notrufe eingegangen. In einem kleinen Lexikon werden einige Begriffe der Laborsicherheit (von „Ätzenden Stoffen“ bis „Zündtemperatur“) erläutert. Das Skript wird zusammen mit den Praktikumsunterlagen vor Beginn der Laborarbeit von den Studienanfängern erworben.

Diese relativ umfangreiche Sicherheitsunterweisung ist allerdings noch nirgendwo „festgeschrieben“, sondern mehr oder weniger auch vom guten Willen und Engagement des Praktikumsleiters abhängig. Auch wäre eine weitere Ergänzung der Unterweisung sinnvoll. Ideal wäre es, noch vor Beginn des eigentlichen Praktikums einen Einführungskurs abzuhalten, dessen Inhalt das Erlernen der wichtigsten Arbeitstechniken und deren sicheres Beherrschen ist.

Im Laufe der letzten Jahre haben wir eine wichtige Erkenntnis gewonnen: Das Niveau der Arbeitssicherheit in den chemischen Laboratorien hängt entscheidend von der Motivation und dem persönlichen Einsatz aller beteiligten Personen ab.

*Christian J. Mohrschladt, Ingo Schmidt*

# Sicherheitstutorium RWTH Aachen

# 1

## *Ein studienbegleitendes Sicherheitskonzept*

An der RWTH Aachen wurden in der Zeit vom SS 93 bis Ende WS 95/96 Sicherheitstutorien am Fachbereich Chemie durchgeführt. Die Tutorien wurden im Rahmen der Programme „Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an Hochschulen“ und „Qualität der Lehre“ des Landesministeriums für Wissenschaft und Forschung in Nordrhein-Westfalen gefördert. Die Mittel waren von der Fachgruppe Chemie der naturwissenschaftlichen Fakultät der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit der Fachschaft Chemie/Biologie beantragt worden. Das Konzept des Tutoriums wurde von den Studierendenvertretern im Laufe mehrerer Jahre entwickelt und optimiert.

Das Tutorium „Arbeitssicherheit und Umgang mit Gefahrstoffen“ wurde sowohl als studienbegleitendes Fachtutorium als auch als einführendes Orientierungstutorium durchgeführt. Es begleitete die chemischen Vorlesungen und Praktika im Grundstudium des Faches Chemie (Diplom).

Innerhalb des Tutoriums sollte den Studierenden des Grundstudiums parallel zu den Vorlesungen und Praktika der jeweiligen Semester die Thematik der Arbeitssicherheit näher gebracht werden. Dabei wurde ihnen der Umgang mit Gefahrstoffen sowie die Problematik der Abfallaufbereitung und -entsorgung vermittelt. Die Studierenden haben das Thema Arbeitssicherheit gemeinsam in Kleingruppen erarbeitet. Sie sollten lernen, selbstständig alle sicherheitsrelevanten Aspekte chemischer Prozesse zu erfassen und Lösungsansätze zu entwickeln.

Die im Praktikum auftretenden Probleme wurden thematisiert und von den Studierenden zur Lösungsentwicklung in theoretischer Auseinandersetzung und in Diskussionen aufgearbeitet. Die Grundlage für die Themen bildete hierbei der Vorlesungsstoff. Durch das Tutorium sollten die Vorlesungsinhalte unter Beachtung der arbeitssicherheitsrelevanten Details in einen direkten Bezug zum Praktikum gebracht werden.

Insbesondere wurden in den Tutorien die nötigen Strategien erarbeitet, die für die Informationssammlung über unbekannte Stoffe in einschlägigen Nachschlagewerken (z. B. Loseblattsammlungen, Gefahrstoffdatenbanken, MAK-Listen) notwendig sind. Grundkenntnisse der Toxikologie und der Umweltverträglichkeit der verschiedenen Stoffgruppen wurden systematisch anhand der im Praktikum verwendeten Substanzen erarbeitet.

# 1

Die Begleitung des Tutorienprogramms erfolgte stellvertretend für die Fachgruppe Chemie durch den Tutoriumsbeauftragten. Die Erstsemester wurden in Gruppen von maximal zehn Studierenden von jeweils zwei Tutoren (studentische Hilfskräfte) betreut. Das Programm wurde von einer wissenschaftlichen Hilfskraft geleitet. Die Tutorien nahmen Bezug auf die Inhalte der Grundvorlesungen, Praktika und Seminare des Grundstudiums. Als Unterrichtsmaterialien wurden Kopien aus verschiedenen Gefahrstoffkatalogen, Verordnungen etc. sowie die vorhandenen Laborausrüstungen verwendet.

Die Tutoren hatten zuvor eine zweitägige Schulung durch einen Sicherheitsingenieur der Abteilung Sicherheitswesen (Hochschulbetriebe der RWTH) in Zusammenarbeit mit dem Hochschuldidaktischen Zentrum (HDZ) absolviert. Dort wurden den chemischen Bereich betreffende rechtliche Regelungen behandelt und gleichzeitig die methodisch-didaktischen Grundlagen der Gruppenarbeit erarbeitet. Zum Teil wurde eine spezielle Schulung für das Arbeiten mit Kleingruppen durch das HDZ durchgeführt.

Die Tutoren waren verpflichtet, an 14-tägig abgehaltenen Weiterbildungsveranstaltungen zu speziellen Themen wie *Toxikologie*, *Unfallpsychologie*, *Umsetzung der TRGS 451* oder *Arbeitsschutz im Umgang mit unbekanntem Abfällen* teilzunehmen. Die zweistündigen Veranstaltungen wurden von verschiedenen Referenten aus der Berufspraxis gehalten. Zusätzlich fanden ebenfalls 14-tägig Tutorenkollegs als Dienstbesprechungen statt, die für die Tutoren ebenfalls Pflichtveranstaltungen waren. Diese dienten vor allem dem Erfahrungsaustausch und der Abstimmung der Arbeit in den einzelnen Gruppen. Gleichzeitig waren die Tutoren zeitweise von anderen (Pflicht-)Lehrveranstaltungen in ihrem Studium befreit.

Das Tutorienprogramm wurde durch eine wissenschaftliche Hilfskraft betreut, die die Arbeit der Tutoren koordinierte. Zu ihren Aufgaben gehörte die Organisation des Tutorenkollegs und der Weiterbildungsveranstaltung ebenso wie die Vermittlung zwischen der Fachgruppe Chemie und den Tutoren. So wurden von der wissenschaftlichen Hilfskraft die Überarbeitung von Vorlesungs- und Praktikumsinhalten angeregt und Verbesserungsvorschläge für das Tutorienprogramm, die sich aus den Erfahrungen der Tutoren ergeben hatten, unterbreitet. Neben der wissenschaftlichen Hilfskraft sollten die Tutoren einen ständigen Ansprechpartner aus ihrer Runde bestimmen.

Die Erstsemester, die durch dieses Programm begleitet wurden, sind für Fragen der Arbeitssicherheit sensibilisiert worden. Besonders hervorzuheben ist, dass sie bereits während der Versuchsplanung selbstständig

Probleme erfassten und Strategien entwickelten, diesen zu begegnen. Dies erleichterte ihnen das selbstständige Arbeiten in späteren Studienabschnitten. Darüber hinaus haben viele Teilnehmer durch Betriebsbesichtigungen im Rahmen des Tutoriums einen guten Einblick in den Aufgaben- und Verantwortungsbereich von Chemikern in der Industrie erhalten. Eine Verlängerung der Förderung des Tutorienprogramms wurde leider aus internen Gründen nicht beantragt – allerdings konnten einzelne Teilprojekte in verschiedenen Bereichen eigenverantwortlich fortgeführt werden.

*Uta Köhler*

# 1

## Die Paderborner „Laborrallye“

### *Sicherheitsbelehrung im OC-Praktikum einmal anders*

Wer kennt sie nicht, die obligatorische Sicherheitsbelehrung (Unterweisung nach § 20 GefStoffV) vor jedem Praktikum? Ein Hörsaal gefüllt mit unmotivierten Studierenden in der Erwartung des immer gleichen Films oder Vortrags – eine Veranstaltung, die zwar den gesetzlichen Anforderungen genügt, sich jedoch nicht spürbar positiv auf den Wissensstand und das Verhalten der Studierenden im Praktikum auswirkt. Um diese Frontalveranstaltung auf das absolut Notwendigste zu beschränken, die Vermittlung einiger gesetzlicher Grundlagen und Klärung organisatorischer Fragen, wurde an der Uni-GH Paderborn 1994 eine Blockveranstaltung zur Einführung in das OC-Grundpraktikum konzipiert. Hier werden Studierende in Kleingruppen in der Woche vor Praktikumsbeginn zu insgesamt zehn Themengebieten unterwiesen. Die einzelnen Veranstaltungen dauern ca. eine Stunde und beinhalten neben der Vermittlung von Theorie auch praktische Übungen im Umgang mit den einzelnen Geräten. Die Themen der Blöcke sind:

1. Laborgeräte/Platzübernahme
2. Aufbau von Apparaturen (Destillation...)
3. Abfall, Entsorgung, Sicherheitseinrichtungen (Brandschutz, Erste Hilfe etc.)
4. Funktion und sichere Handhabung von Rotationsverdampfern, Kühlfallen, Öl-, Hybrid- und Membranpumpen
5. Trocknen und Recycling von Lösemitteln sowie Spüloil-Recycling
6. Wasserdampfdestillation, Extraktion und Aufarbeitung von Reaktionsansätzen
7. Dünnschicht- und Säulenchromatographie
8. UV-Spektroskopie, Infrarotspektroskopie und Refraktometer
9. Computer im Praktikum (Arbeitssicherheits- und Reaktionsdatenbanken, sowie Anwendersoftware wie *ChemWindow* und *Autonom*)
10. Protokolle und Laborjournal

Im Block Nr. 3 werden umfangreiche Experimente zur Entstehung verschiedener Arten von Bränden und deren Bekämpfung durchgeführt. Dazu gehören Brände von leicht entzündlichen Flüssigkeiten (Lösemittel), Feststoffen (Sammelbehälter für chemisch verunreinigte Betriebsmittel), Metallen (Magnesium) und Personen. Als mögliche Brandursachen werden neben der „klassischen“ Entzündung an einer offenen Flamme auch stati-

sche Aufladung, heiße Oberflächen und chemische Reaktionen (z.B. mit Wasser) experimentell abgehandelt. Zu den praktischen Übungen *jedes* Studierenden zählen das Absetzen eines Notrufs, das eigenhändige Löschen eines kleinen Lösemittelbrandes und das Begehen aller Fluchtwege inkl. der Fluchtfenster und -balkone.

Seit dem WS 97/98 werden die zehn Blockveranstaltungen durch eine Laborrallye mit anschließender Besprechung in den Kleingruppen ergänzt. Diese findet im direkten Anschluss an die arbeitssicherheitsrelevanten Blockveranstaltungen statt. Hierzu wird das Labor, in dem das Grundpraktikum stattfindet, u. a. mit folgenden Arbeitssicherheitsmängeln präpariert:

- fehlende Löschdecke, fehlerhafter Feuerlöscher, Löschsandbehälter mit Papierabfall
- leere und verschmutzte Augenwaschflaschen, obwohl Augenduschen montiert sind
- eine verschlossene Ausgangstür sowie zum Teil versperrte Notausstiege/-ausgänge



# 1

- unvollständiger Erste-Hilfe-Kasten
- im geöffneten Zustand fixierte Tür eines Sicherheitsschranks
- Bunsenbrenner in einem Abzug, in dem mit leicht entzündlichen Stoffen gearbeitet wird
- offene Etherflasche aus Weißglas neben einem Heizpilz
- Mineralwasserflasche mit VE-Wasser
- falsche Abfallentsorgung (Duran-Glas im Altglasbehälter, chemisch verunreinigte Betriebsmittel in einer nicht gekennzeichneten Blechtonne, stark verschmutzte Lösemittelsammeltonne mit verstopftem Trichter)
- offene Erlenmeyerkolben unbekanntem Inhalts am Arbeitsplatz, offen herumliegende, gebrauchte Papierwischtücher, verdreckter Abzug
- Flasche mit unbekanntem Inhalt (Etikett durchgestrichen, Beschriftung mit Edding)

Außerdem sollen fehlerhafte Versuchsaufbauten, wie sie häufig in Praktika angetroffen werden, begutachtet werden. Dies sind z. B.

- geschlossene Rückflussapparatur,
- falsche Kühlwasserfließrichtung in Rückfluss- und Liebigkühlern, Kühlerschlauchverlängerung durch Ineinanderstecken der Schläuche ohne Olive
- nicht oder nur schlecht entfernbar Heizquellen (Heizpilz direkt auf der Arbeitsplatte bzw. Korkringe unter dem Rührer) und zu großer Heizpilz
- falsch geklammerte Apparaturen
- Vakuumdestillation mit beschädigter Vorlage (Sternchen) und ohne Woulfesche Flasche
- Reaktionen im Becherglas oder Erlenmeyerkolben
- Schütteltrichter ohne Auffanggefäß darunter (leichte Undichtigkeit am Hahn)

Den Kleingruppen stehen zur Begutachtung ca. 45 Minuten zur Verfügung. Um eine strukturierte Vorgehensweise zu unterstützen, wird ein Fragebogen an die Studierenden verteilt (*siehe nächste Seite*). In der Originalversion gibt es natürlich reichlich Platz für Eintragungen.

Die Erfahrungen mit den bisher durchgeführten Veranstaltungen zeigen, dass die meisten Studierenden sehr interessiert und motiviert an die Sache herangehen. Dies äußert sich durch die Menge der gestellten Zwischenfragen und einiger aufgefundener Details, die nicht von den Assistenten präpariert waren, sondern bei der Vorbereitung übersehen wurden. Die Fehler in den Apparaturen wurden von den meisten Studierenden fast vollständig entdeckt. Nicht so positiv fiel das Ergebnis bei den Sicher-

## Fragebogen zum Laboraufbau

---

Im Labor sind verschiedene Versuchsapparaturen aufgebaut. Betrachte sie genau und entscheide, ob du sie mit Chemikalien befüllen und dann in Gang setzen würdest. Wenn nicht, dann notiere die Fehler, die du entdeckt hast.

Welche sicherheitsrelevanten Einrichtungen (Feuerlöscher, Notduschen etc.) sind im Labor vorhanden und wo sind diese installiert?

Entsprechen sie den gültigen Vorschriften und sind sie voll funktionsfähig?

Wo hängt der gültige Alarmplan aus? Welche Fluchtwege stehen dir im Notfall zur Verfügung? Sind sie ausreichend gekennzeichnet und passierbar?

Wo befindet sich der Sammelpunkt außerhalb des Gebäudes?

Fallen dir an der übrigen Laboreinrichtung (Abfallentsorgung, Chemikalienbehälter, Sicherheitsschrank etc.) besonders positive oder negative Details auf? – Wenn ja, welche?

heitseinrichtungen aus. Der entleerte Feuerlöscher, die fehlende Löschdecke und die versperrten Notausstiege wurden bisher vergleichsweise selten entdeckt. Das Echo auf die Veranstaltung war durchgehend positiv.

Vor Beginn der Blockveranstaltungen findet eine Einführung im Hörsaal statt, in der die Organisationsstruktur der Praktikumsinhalte und -abläufe, der Betreuung sowie die für die einzelnen Bereiche zuständigen Personen vorgestellt werden.

# 1

Besonders zeit- und kostenintensive Experimente werden gemeinsam mit einigen rechtlichen Grundlagen (Duales Arbeitsschutzsystem, Begriffsdefinitionen, Prävention arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren, Pflichten des Arbeitgebers und der Arbeitnehmer) im Rahmen einer Experimentalvorlesung vorgestellt. Dazu zählen Versuche wie:

- **Explosionsgrenzen:** Dampf/Luft-Gemische verschiedener brennbarer Flüssigkeiten werden entzündet, wobei es je nach Zusammensetzung zu keiner Zündung, zum langsamen Abbrennen oder gar zur Explosion kommt
- **Beständigkeit von Chemikalienbehältern gegenüber mechanischen und chemischen Einflüssen:** Verschiedene mit Wasser gefüllte Chemikalienbehältnisse werden z. B. zu Boden geworfen. Plastikgefäße halten, sofern sie nicht durch chemische Einwirkungen oder Sonnenlicht spröde geworden sind. Glasbehälter zerbersten unter Freisetzung des gesamten Inhalts. Von kunststoffbeschichteten Glasflaschen zerspringt nur der innenliegende Glasteil. Die intakte Kunststoffummantelung hält dem Gefahrstoff einige Zeit stand und ermöglicht so eine Bergung des havarierten Gefäßes mit seinem Inhalt.
- **Löschen von Personenbränden:** Die Handhabung von Löschdecke und Notdusche wird im Film gezeigt. Die Tücken einer Löschdecke beim Transport im entfalteten Zustand werden ebenso demonstriert wie der Löschangriff mit einem CO<sub>2</sub>-Löscher auf ein „freiwilliges Opfer“. Der CO<sub>2</sub>-Angriff auf die natürlich nicht brennende Person räumt mit dem Irrglauben auf, dass in einer solchen Situation grundsätzlich Erstickungs- oder Erfrierungsgefahr besteht. Auf den richtigen Abstand von ca. 1,5 m kommt es an.

Mit diesem Konzept soll der Blick der Studierenden für typische Fehler in ihrer gewohnten Umgebung geschärft werden. Langfristig soll die Durchführung der Laborrallye in Kleingruppen (vier bis sechs Studierende) den Frontalunterrichtscharakter der Unterweisung nach § 20 GefStoffV ersetzen und diese zur Diskussion am „z. T. fehlerhaften Anschauungsobjekt“ wandeln.

*Hans-Joachim Grumbach, Nikolaus Risch*

## Do it yourself

### *Studentische Projekte für mehr Arbeitsschutz*

# 2

An vielen Hochschulen haben sich zuerst Studierende mit den Aspekten der Arbeitssicherheit auseinandergesetzt. Dies verwundert weiter nicht, denn gerade in den Saalpraktika des Grundstudiums herrschen oftmals – verglichen mit anderen Hochschullaboratorien – die schlimmsten Bedingungen. Die Ursache hierfür ist nicht nur in der Ausstattung der Laboratorien zu suchen, sondern auch und gerade beim Kenntnisstand der dort arbeitenden Studierenden. In vielen Fällen wurde die Motivation zu sauberem Arbeiten aufgrund der katastrophalen räumlichen Zustände eher gebremst als gefördert.

Um die arbeitssicherheitstechnische Ausbildung der Studierenden zu verbessern, wurden Praktikumseinführungen geschaffen, in denen die Studienanfänger Kenntnisse für die nächsten Jahre erhalten sollten. Hierfür wurden zum Teil völlig neue Lehrmaterialien benötigt. Da Sicherheitseinführungen für Beschäftigte in Laboratorien der chemischen Industrie seit vielen Jahren professionell durchgeführt werden, gibt es ein stetig wachsendes Angebot von mehr oder weniger gelungenen Materialien. Leider sind diese meist nicht auf die Bedürfnisse von Hochschulen zugeschnitten und deswegen für die Unterweisung von Studienanfängern oft nicht geeignet. Nachdem Sicherheitsunterweisungen mit der Einführung der TRGS 451 auch an Hochschulen obligatorisch wurden, wurde dieses Problem auch von einigen engagierten Lehrenden bemerkt, die sich in der Folge verstärkt mit der Gestaltung von Sicherheitseinführungen auseinandersetzen.

Ein weiteres Problem stellen die in der Gefahrstoffverordnung geforderten und in der TRGS 555 näher spezifizierten arbeitsbereichs- und stoffbezogenen Betriebsanweisungen dar. An den meisten Hochschulen erklärten die Verantwortlichen (zumeist Hochschullehrer), dass es hinreichend sei, eine Laborordnung zu schreiben – weiterführende Betriebsanweisungen wurden daraufhin meist nicht mehr verfasst. Dieses Problem wird dann in der Regel juristisch elegant, didaktisch jedoch katastrophal gelöst: Belieb ist es beispielsweise, die Studierenden die R- und S-Sätze für eine Substanz abschreiben zu lassen und diese Elaborate dann durch Assistenten-Kopfnicken zu Betriebsanweisungen zu erklären.

# 2

Erste Lösungsvorschläge für das Problem fehlender spezieller Lehrmaterialien kamen von Fachschaften. In den frühen Achtzigerjahren wurde von der BuFaTa Chemie gemeinsam mit der Fachschaft der Uni Hamburg begonnen, zwei Skripten für die Grundpraktika zu erarbeiten, in denen die Gefährdungspotenziale typischer anorganischer und organischer Chemikalien beschrieben werden. Aufgrund mangelnder finanzieller Unterstützung vonseiten der Hochschulen konnte nur der erste Teil dieses Projekts umgesetzt werden: Es entstand ein ausführliches Anorganik-Skript. Parallel dazu wurde an der TU Berlin im Rahmen einer Artikelserie „Kleine Giftkunde“ in der studentischen Zeitung PLASMA auf die toxikologischen Gefahren durch anorganische Salze, wie sie typischerweise im Grundpraktikum vorkommen, und einige organische Lösemittel eingegangen. Von der Fachschaft der TU Darmstadt wurde die Serie mehrfach in einer Sonderausgabe der Fachschaftszeitung TNT aufgearbeitet.

Auf der Basis dieser Projekte haben einige Fachschaften begonnen, Lösungen für Probleme wie das der fehlenden Betriebsanweisungen oder des einfachen Zugangs zu Sicherheitsdatenblättern zu entwickeln. Das zu bewältigende Problem ist relativ einfach zu beschreiben: Für einen Stoff liefert der Hersteller ein Sicherheitsdatenblatt, das zwar zentral, aber für Studierende meist unzugänglich (beispielsweise in einer Materialausgabe oder heute im Intranet), aufbewahrt wird. Zusätzlich können in gängigen Nachschlagewerken die physikalischen, chemischen und auch toxikologischen Daten ermittelt werden. Gerade die Sammlung der benötigten Daten aus diversen Quellen kann sich als beliebig schwierig erweisen und wird daher von den meisten Studierenden gescheut. An verschiedenen Hochschulen geben die Fachschaften daher Skripten heraus, in denen die im jeweiligen Praktikum verwendeten Stoffe charakterisiert werden. Ein herausragendes Beispiel, das wir hier vorstellen möchten, ist das Skript „Echt Ätzend!“ der Fachschaft Chemie der Uni Münster. Es handelt sich um ein umfassendes Sicherheitskript, das regelmäßig aktualisiert wird und sich auch nicht scheut, einfache toxikologische Zusammenhänge zu vermitteln. Es beschreibt aber auch umfassend Arbeitsroutinen von Abnutschen bis Zentrifugieren. Dadurch, dass eine gute Einführung in die Toxikologie gegeben wird, können in dem Skript auch sinnvoll toxikologische Eigenschaften der verschiedensten Stoffe beschrieben werden. Dieses Skript basiert zum Teil auf dem oben beschriebenen Hamburger Projekt.

Über die Erstellung von Skripten hinaus haben sich einige Fachschaften intensiv mit der Suche nach sinnvollen Materialien für Sicherheitseinführungen beschäftigt. Wie schon oben angesprochen wurde, sind kommerziell erhältliche Materialien meist nicht für den Hochschulbereich einsetzbar. Zwei interessante, nicht ganz alltägliche Lösungen sind die pantomimische Rettungsübung (*Beschreibung im vorigen Kapitel, S. 24 f.*) an der Uni Tübingen und das Bielefelder Projekt „Arbeitssicherheit – Der Film“, in dem mit relativ geringem Aufwand eine großartige Leistung erzielt wurde. In diesem von der Fachschaft Bielefeld in Eigenregie produzierten Film, der ausführlich im folgenden Kapitel beschrieben wird, werden die alltäglichen Laborgefahren von Laienschauspielern plastisch und eindringlich dargestellt. Das Video wird mittlerweile an vielen Hochschulen als Diskussionsgrundlage zur Praktikumseinführung gezeigt. An dieser Stelle sei noch auf die mögliche Verwechslungsgefahr mit einem weiteren Bielefelder Film „Kann denn Liebe Sünde sein“ hingewiesen, der sich nach Auffassung des Redaktionsteams jedoch nicht für Studienanfänger eignet, sondern allenfalls im Fortgeschrittenenbereich einsetzbar ist. Sollte sich eine mutige Arbeitsgruppe zur Produktion eines weiteren Laborsicherheitsvideos berufen fühlen, böte sich der weite Bereich des Umgangs mit biologischen Arbeitsstoffen in Hochschullaboratorien an, für den das Redaktionsteam bei seinen Recherchen für diesen Reader (noch) kein hochschulgeeignetes Material gefunden hat.

Die hier beschriebenen Projekte – und viele andere, die unerwähnt geblieben sind – wären nicht ohne die regelmäßigen Treffen von Studierenden im Rahmen der BuFaTa Chemie möglich gewesen. Hier wurde häufig Frust über Missstände an der eigenen Hochschule abgeladen und gemeinsam mit anderen festgestellt, dass viele Probleme nicht nur an einer Hochschule vorkommen, sondern sich an vielen Orten ähnlich darstellen. Auf den Tagungen wurden dann gemeinsame Ideen und Strategien entwickelt, wie den Missständen beizukommen ist. Einige der oben beschriebenen Projekte haben ihre Wurzeln im Arbeitskreis Arbeitssicherheit der BuFaTa, dessen Aktivitäten im abschließenden Artikel dieses Kapitels vorgestellt werden.

## 2

### „Arbeitssicherheit – Der Film“

*Ein Videoprojekt der Fachschaft Chemie, Uni Bielefeld*

Wie auch an anderen deutschen Hochschulen wurde in der Fachschaft Chemie der Universität Bielefeld Mitte der Neunzigerjahre die Idee entwickelt, Studienanfängern den Umgang mit gefährlichen Stoffen bereits vor Aufnahme ihrer ersten praktischen Arbeiten in Grundzügen zu vermitteln. Bei der Suche nach didaktisch geeigneten und technisch realisierbaren Lösungen konnte auf Erfahrungen aus der Zusammenarbeit innerhalb der BuFaTa Chemie zurückgegriffen werden. Da die unmittelbare Vorführung der geplanten Experimente aus Sicherheitsgründen nicht realisiert werden konnte, entschloss man sich, einen Videofilm zu produzieren, obwohl in der Gruppe weder journalistische Kenntnisse noch Erfahrung mit dem Medium Video vorhanden waren. Unterstützt von einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin dauerte die Planung und Durchführung der Dreharbeiten etwa zwei Wochen.

In einzelnen Szenen wird unter anderem geeignete Laborkleidung vorgestellt, indem beispielsweise die Schutzwirkung von Baumwollstoffen bei Kleinbränden und dem Verschütten ätzender Flüssigkeiten in Vergleichstests mit Kunstfasertextilien eindrucksvoll veranschaulicht wird. Vielsagend ist auch die Darstellung von Erste-Hilfe-Maßnahmen bei Personenbränden und Augenverätzungen sowie dabei auftretender typischer Fehler, die bei etwas Routine leicht vermieden werden können. Die Folgen falscher Entsorgung werden eindrucksvoll durch eine ungewollte Reaktion im Ausguss und einen nachgestellten Laborbrand gezeigt. Demonstrationen der Gefahren unzureichend gesicherter Abzugsscheiben und des Aufbewahrens von Abfällen im Labor runden den Film ab. Leider konnten nicht alle Ideen, die im Vorfeld diskutiert wurden, verwirklicht werden. So ließ sich beispielsweise die Wirkung von Säure auf Hautgewebe am Beispiel von Schweineohren nicht zufriedenstellend darstellen.

Das Video „Arbeitssicherheit – Der Film“ wird seit 1996 regelmäßig bei den von der Fachschaft veranstalteten Einführungswochenenden für Studienanfänger gezeigt. Sicherlich ist die alleinige Vorführung eines Videos zur Unterweisung im Sinne des § 20 GefStoffV nicht als ausreichend zu beurteilen. Dies war allerdings auch nie die Intention des Projekts – die Produzenten verstehen den Film eher als Anlass, sich näher mit den Themen Sicherheit und Unfallverhütung im Labor zu beschäftigen. An die Vorführung des Videos schließen sich stets eine ausführliche

Diskussion sowie praktische Übungen an. Die Studienanfänger erhalten zudem die Gelegenheit, einen Feuerlöscher zu bedienen und ihre Kenntnisse in Erster Hilfe aufzufrischen, bevor sie zum ersten Mal ein Labor betreten.

Glücklicherweise sind schwere Unfälle in Hochschullaboratorien so selten, dass der Wert dieser selbstorganisierten Zusatzausbildung für mehr Arbeitssicherheit nicht mittels der Unfallstatistik zu belegen ist. Ein gesteigertes Sicherheitsbewusstsein lässt sich allerdings bei der Mehrzahl der Studierenden beobachten. So ist es – wie im Video gezeigt – in Bielefeld inzwischen selbstverständlich, vor Betreten des Labors lange Hosen und festes Schuhwerk anzuziehen und sich gegenseitig auf aus dem Schutzkittel heraushängende Haarzöpfe und Halstücher hinzuweisen. Besonders in den durchweg aufgeräumteren Arbeitsplätzen und einem planvolleren Umgang mit Gefahrstoffen spiegelt sich das erhöhte Sicherheitsbewusstsein wider. So konnten die Assistenten in den letzten Jahren ein gesteigertes Bewusstsein für Gefahrensituationen und deren Vermeidung feststellen.

Über diese erfreulichen Entwicklungen hinaus tragen die jahrelangen Bemühungen der Fachschaft für mehr Arbeitssicherheit im Studium unterdessen auch „amtliche“ Früchte: in den neuen Prüfungsordnungen für die Studiengänge der Fakultät Chemie sind Veranstaltungen im Arbeitsschutz als feste Bestandteile des Grundstudiums verankert. Wie diese Veranstaltungen auszufüllen sind, und ob „Arbeitssicherheit – Der Film“ dauerhaft darin eingebunden werden kann, wird momentan lebhaft diskutiert. Durch Kontakte der Fachschaft zu anderen Hochschulen ist „Arbeitssicherheit – Der Film“ auch außerhalb der Universität Bielefeld bekannt geworden. So haben bisher über 50 Institutionen (darunter Hochschulen, Versicherungen und Betriebe) eine Kopie des Films erhalten. Diese wird nur zusammen mit einer Broschüre ausgeliefert, in der ausführlich der Kontext beschrieben wird, in dem der Film in Bielefeld gezeigt wird. Neuerdings kann der Film nebst Broschüre auch bei der Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen bezogen werden.

*Juliane Grota, Michael Kamphus, Dirk Seiling*

# 2 „Echt Ätzend!“

Das Sicherheitsskript der FSV Chemie, Münster

In den Sicherheitsseminaren (Unterweisung nach § 20 GefStoffV) zu den chemischen Praktika an der Universität Münster werden beispielsweise die Gefahren durch mechanische Einwirkungen und Verbrennungen gut aufgezeigt. Deshalb konzentriert sich das Skript „Echt Ätzend!“ der Fachschaft weitgehend auf Gefahren, die von Chemikalien auf Grund ihrer Giftigkeit oder Reaktivität ausgehen. Da diese Thematik äußerst komplex ist, muss die Darstellung zwangsläufig unvollständig bleiben. So können beispielsweise Wechselwirkungen zwischen den Substanzen leider nur unzureichend berücksichtigt werden.

Gerade wenn viele Studierende unter beengten Verhältnissen und unter Zeitdruck arbeiten, werden Sicherheitsratschläge oft nicht mehr berücksichtigt. Beim Umgang mit gefährlichen Substanzen ist es deshalb notwendig, über die bloße Einschätzung „gefährlich“ hinaus die Wirkungsweise derselben zu kennen. Diese soll den Studierenden mit dem Skript vermittelt werden; es soll aber auch als Nachschlagewerk dienen, um bei Bedarf über das Gefahrenpotenzial bestimmter Chemikalien sowie über allgemeine Sicherheitsratschläge, Besonderheiten bei Analysen oder die Abfallbeseitigung zu informieren.

## Inhalt/Aufbau

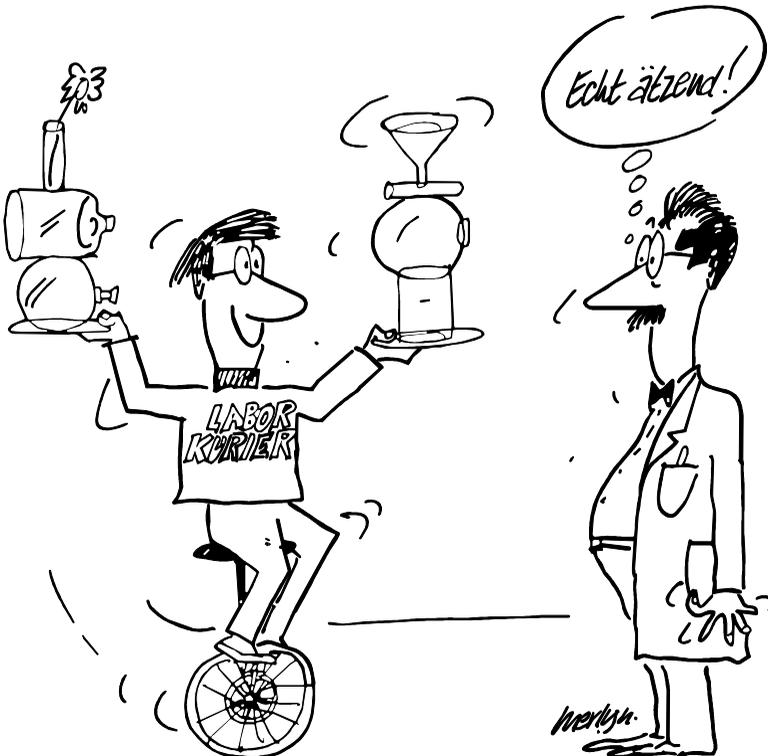
Das Skript ist in sieben Kapitel gegliedert und wird durch drei Anhänge ergänzt. Nach einer kurzen Einleitung folgen „einige allgemeine Sicherheitsratschläge“, die die persönliche Schutzausrüstung und das Arbeiten im Labor betreffen. Hauptpunkte sind dabei die richtige Benutzung von



Abzügen, der sichere Transport von Chemikalien, die Handhabung von Gasen und die Reinigung von Glasgeräten. Außerdem werden die Grundlagen des Brandschutzes sowie gängige Arbeitstechniken mit Zentrifugen, evakuierten Anlagen und Kühlungen beschrieben.

Anschließend werden „einige Begriffe der Arbeitssicherheit“ wie z. B. Flammpunkt, Explosionsgrenze, brennbare Flüssigkeiten (VbF A I–III, B), MAK, TRK und die kennzeichnungspflichtigen Eigenschaften der Stoffe erklärt.

Unter dem Punkt „Analysen“ wird auf Gefahren bei der Probenvorbereitung und bei speziellen Nachweisreaktionen aufmerksam gemacht. Gleichzeitig erfährt der Leser, wie mögliche Risiken minimiert bzw. ausgeschaltet werden können. Einige praktische Ratschläge zu Arbeitstechniken und zur Entsorgung fördern das sichere Arbeiten im Labor.



## 2

Um die Gefahren, denen man durch Chemikalien ausgesetzt ist, zu verdeutlichen, beschäftigt sich das fünfte Kapitel mit „Allgemeiner Pharmakologie und Toxikologie“. Dazu wird eine kurze Einführung in die Wirkungsweise von Substanzen auf den Organismus gegeben. Es werden die dabei verwendeten Fachbegriffe erklärt und die Unterschiede zwischen Pharmakologie, Toxikologie und Physiologie herausgearbeitet. Zudem werden die Zusammenhänge der Begriffe *Wirkstoffe*, *Zusammenwirken von Stoffen* sowie *Wirkungscharakteristika* und *Wirkungsstärke* aufgezeigt.

Daran schließt sich eine kurze Darstellung der Rezeptortheorie und der Funktion von Membranen im Körper an. Dabei wird besonders auf die verschiedenen Aufnahmeorte und die Verteilung im Organismus eingegangen. In diesem Zusammenhang werden der Wirkungsmechanismus von Kanzerogenen und die Entstehung von Tumoren beschrieben. Weitere Abschnitte beschäftigen sich mit der Biotransformation, der Bedeutung von Gleichgewichten bzw. deren Störung im Organismus sowie der Wirkung von Säuren, Basen und reaktiven Stoffen auf den Körper.

Im Kapitel „Stoffklassen und Einzeldarstellungen“ werden die Stoffeigenschaften aller in den Praktika verwendeten Stoffe aufgeführt sowie Maßnahmen zur Ersten Hilfe bei Unfällen bzw. Vergiftungen aufgezeigt. Ebenfalls sind die sicherheitsrelevanten Stoffdaten wie MAK-, BAT-Werte sowie R- und S-Sätze und Gefahrensymbole angegeben. Anschließend wird das Thema „Abfallbeseitigung“ angesprochen. Dabei werden die Aspekte Trennung, Aufarbeitung und Entsorgung behandelt. Die Anhänge „Literaturverzeichnis“, „Liste der kanzerogenen Arbeitsstoffe“ und „Schutzhandschuhe“ ergänzen das Skript.

Die Fachschaftsvertretung händigt allen Praktikanten zu Beginn des Einführungspraktikums ein Exemplar des Skripts aus. Es ist auch im Internet auf der Seite der FSV Chemie Münster als PDF-Datei<sup>[1]</sup> zu finden.

*Jens Markus Deckwart*

<sup>[1]</sup> <http://www.uni-muenster.de/Chemie/FSCHEM/EA.html>

## Arbeitsicherheit in der BuFaTa Chemie

# 2

### Die „Geschichte“ des AK Arbeitsicherheit

Probleme des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beschäftigen Chemie-studierende nicht erst in jüngster Zeit. So finden sich im Archiv der Fachschaft Chemie in Tübingen mehrere Briefe aus dem Jahr 1956 an den damaligen Kultusminister des Landes Baden-Württemberg, Wilhelm Simpfendorfer, in denen über „die Raumnot und ungünstigen, gesundheitsgefährdenden Arbeitsbedingungen im chemischen Institut“ geklagt wurde. Weiterhin hieß es: „Im Falle des chemischen Instituts haben sich die Verhältnisse zu alarmierenden Zuständen zugespitzt. Das führt jetzt dazu, dass Herr Prof. Dr. G. Wittig, einer der bedeutendsten Chemiker Deutschlands, Tübingen verlassen wird, weil man höheren Ortes offenbar nicht in der Lage ist, gegebene Versprechen einzulösen.“

Für den 4. Juli 1956 wurde sogar ein Demonstrationzug in Tübingen und Stuttgart geplant, „um auch die Öffentlichkeit von den Notständen an der Universität in Kenntnis zu setzen“. Die Demonstration wurde dann aber kurzfristig abgesagt, da der Kultusminister einem persönlichen Gespräch und einem Besuch in den nächsten Tagen in Tübingen zugestimmt hatte. Ob die Proteste einen größeren Erfolg hatten, muss jedoch bezweifelt werden, denn der Besuch verzögerte sich bis in die Semesterferien am 4. August. Und: „Aber der Besuch, der ja eigentlich uns, der Fachschaft, galt, wurde zu einer großen Sache mit Magnifizenz (Rektor) und Spektabilitäten (Dekanen), sodass wir Studenten als höfliche Leute sehr kurz kamen in der Unterredung“.

Weitere Hinweise auf Probleme finden sich in den Aufzeichnungen der Bundesfachtagung Chemie. Sie wurde am 18. März 1966 als Fachverband Chemie im Verband Deutscher Studentenschaften (VDS) gegründet. Zuvor war die Chemie Teil des Fachverbandes Naturwissenschaften des VDS.

Am 18. Juli 1968 schrieb der damalige Fachverbandsvorsitzende Rolf Dehos (TH München) an die Fachschaftsleiter: „Wir haben zur Zeit ein Problem, das uns sehr am Herzen liegt: die Sicherheit im Labor. Bei einer Nachprüfung der Sicherheitseinrichtungen an unserer Hochschule hat sich gezeigt, dass sehr große Mängel vorhanden waren: Notbrausen waren funktionsuntauglich, und die Erste-Hilfe-Kästen waren mangelhaft gefüllt. Bitte überprüfen Sie diese Einrichtungen an Ihrer Hochschule! Um Ihnen diese Arbeit zu erleichtern, haben wir eine Liste ausgearbeitet, was in den Verbandskästen vorhanden sein muss und was vorhanden sein

# 2

soll. Die Liste hat Herr Dr. Starke, Leiter der Apotheke im Präsidium des Bayerischen Roten Kreuzes durchgesehen.“ Zuvor war am 9. Juli 1968 in der Sitzung der Fachschaft Chemie der TH München beschlossen worden: „Es dürfte allgemein bekannt sein, dass speziell Chemiestudenten besonderen gesundheitlichen Belastungen ausgesetzt sind. Die FS Chemie ist der Ansicht, dass die studentischen Pflichtuntersuchungen, die nur zweimal im ganzen Studium erfolgen, mindestens jährlich unter besonderer Berücksichtigung der Früherkennung carcinogener Schäden und eventueller Leberschäden, verursacht durch Chemikalien, durchgeführt werden müssen. Die FS-Leitung wird beauftragt, diesen Beschluss und die erfolgte mündliche Begründung im ASTa, im Studentenwerk und im Ministerium vorzutragen.“

Die vielerorts erstellten Neubauten der Naturwissenschaften brachten in den Siebzigerjahren einige bauliche Verbesserungen. Andererseits regte die Studienreformdebatte dazu an, sich systematisch mit den Problemen des Chemiestudiums zu beschäftigen. Schon im Arbeitsbericht der Experimentellen Arbeitsgruppe zum Zwecke der Studien- und Prüfungsordnung im Fach Chemie (EA Chemie) vom 25. September 1973 bis 30. September 1974 wird der „Sicherheit am Arbeitsplatz“ ein eigener Abschnitt gewidmet. Da festgestellt wurde, dass „gerade der Chemie-Student erhöhten Unfallgefahren ausgesetzt“ ist, wurden bauliche und organisatorische Maßnahmen zur Unfallverhütung vorgeschlagen. Unter anderem wurde gefordert, dass die Einhaltung der „Richtlinien der Berufsgenossenschaft für die chemische Industrie“ durch die Gewerbeaufsicht und die Feuerwehr geprüft werden. „Bei älteren Instituten ist vordringlich Wert auf Einbau von Sicherheitseinrichtungen zu legen und bis dahin der Betrieb entsprechend einzuschränken“. Darüber hinaus wurde vorgeschlagen, dass im Labor eine Beaufsichtigung durch erfahrene Assistenten gewährleistet sein muss, „wobei ein Dienstplan für die Anwesenheit während der Mittagspause und gegebenenfalls an Samstagen sorgen muss“.

Da die 1971 erfolgte Ausdehnung der gesetzlichen Unfallversicherung auf Studierende nur Personenschäden umfasst, wurde im Bericht der EA Chemie eine Pflichtversicherung gegen Haftpflichtansprüche empfohlen. Eine solche Versicherung war zum Beispiel an den chemischen Instituten der Universität Bonn durch einen Beschluss der Fachschaftsvollversammlung zur Pflicht gemacht worden; jeder Student war damit gegen 6,- DM pro Semester versichert. Derartige Versicherungen wurden in den folgenden Jahren immer wieder diskutiert. Speziell begleitend zu den Aktionen und Boykotten gegen Chemikalienkosten und Glasbrüchersatzgebühren

seit dem Wintersemester 74/75 gab es immer wieder Überlegungen, sich gegen Glasbruch im Labor zu versichern. Zugleich wurde von der VDS-Fachtagung Chemie gefordert, dass die Laborkittel gestellt werden müssten. An der Universität Bremen wurde dazu sogar erfolgreich ein Musterprozess geführt.

Der Bericht der EA Chemie führte zu weiteren Diskussionen. Unter anderem wurde 1974 der Verein zur Förderung der Studienreform (VFS) gegründet, der das Ziel hatte, Modelle und Bedingungen für eine Studienreform im Interesse der Arbeitnehmer zu entwickeln. Mitglied in diesem Verein war die Industriegewerkschaft Chemie-Papier-Keramik (IG Chemie), die nach der Auflösung des Vereins im Jahre 1977 dessen Arbeit im Bereich der Chemie fortführte. Kontakte zu den Chemie-Fachschaften gab es über das vom Bundesministerium für Bildung und Wissenschaften geförderte VFS-Projekt „Kooperation von Gewerkschaften und Hochschulen im Bereich der Studienreform“ unter anderem in Bremen, Darmstadt, Marburg und Tübingen.

Im Februar und Mai 1977 fanden in Hamburg zwei Tagungen des VFS statt. Als Ergebnis wurde die Broschüre „Studieneingangsphase Chemie – Vorschläge für eine gewerkschaftliche Studienreformerarbeit“ herausgegeben, die Modelle für Orientierungstage bis hin zu mehrwöchigen Orientierungseinheiten beschrieb und auch inhaltliche Vorschläge dazu machte. Das Thema Arbeitssicherheit im Labor kam dabei so gut wie nicht vor, nur in der Lernsituation „Verantwortung des Naturwissenschaftlers“ in der mehrwöchigen Orientierungseinheit wurde auf Chemieunfälle (Seveso) und Alltagsprobleme, die den Chemiestudierenden in ihren Praktika begegnen („Salzsäure in den Abfluss, weil das schneller geht“) eingegangen.

Auf der VDS-Fachtagung Chemie im April 1977 wurde eine „Plattform für das gemeinsame Handeln der westdeutschen Chemiestudenten für ihre Interessen, gegen Bildungsmisere und HRG“ beschlossen. Aus dem Inhalt:

„... Weitgehend fehlen dagegen als Lernziele die Ausrichtung der Tätigkeit als Chemiker an den Lebens- und Sicherheitsinteressen der arbeitenden Menschen und die Erkenntnis der gesellschaftlichen Folgen chemischer Forschung. [...] Die materielle Misere führt weiterhin zu einer Mißachtung elementarer Sicherheitsbestimmungen: Weder werden die von den Berufsgenossenschaften geforderten Schutzbrillen, Kittel usw. bereitgestellt, noch werden ausreichende Sicherheitskurse angeboten. [...] Wir fordern die Einhaltung der Sicherheitsrichtlinien auch bei der Ausstattung der Labore. So fordern wir einen Abzug pro drei Studenten. Alle Gegenstände, die zur Sicherheit der Studenten notwendig sind (wie Schutz-

## 2

brillen, Kittel, Handschuhe), müssen von den Hochschulen bereitgestellt werden, wie auch von den Berufsgenossenschaften vorgeschrieben! Wir fordern vollständige Klärung der Abwässer aus den Instituten entsprechend den Richtlinien bzw. deren Erweiterung entsprechend den Gegebenheiten, z. B. Beseitigung der Hg-Reste, Reste org. Lösemittel, usw. [...] In eigenen Lehrveranstaltungen und in den Praktika müssen die Chemiestudenten über die Sicherheit am Arbeitsplatz unterrichtet werden.“

Mit den „Empfehlungen zur Studienreform“ der Zentralen Studienreformkommission Chemie der KMK erreichte die Diskussion um die Studienreform 1979 einen vorläufigen Endpunkt. Die Vertreter der Studierenden, der Vertreter der wissenschaftlichen Mitarbeiter und der Gewerkschaftsvertreter in der Kommission gaben zu den „Mehrheitsempfehlungen“ ein Sondervotum ab, da die Empfehlungen eine inhaltliche Reform vernachlässigten und sich vielmehr auf eine reine Studienzeiterkürzung beschränkten. Die im Sondervotum geäußerten Vorschläge wurden 1979 in breiterer Form im „Gewerkschaftlichen Vorschlag zur Reform des Chemie-Studiums“ von der IG Chemie veröffentlicht. Hierin finden sich zum ersten Mal sowohl der Vorschlag für einen zweitägigen Einführungskurs in das sichere Arbeiten im Labor zu Beginn des Studiums als auch Vorschläge für facherweiternde Ausbildungsanteile. Für Studierende im Hauptstudium wurde eine Lehrveranstaltung „Arbeitssicherheit in chemischen Laboratorien und Betrieben“ vorgeschlagen, die einen Überblick über die rechtlichen Bestimmungen, die Überwachungsinstitutionen (Berufsgenossenschaft und Gewerbeaufsicht) sowie über Unfall- und Gesundheitsgefahren und technische Methoden zu ihrer Abwehr geben sollte. Ziel war es, den Studierenden „auf verantwortliches Handeln in einer Vorgesetztenposition im chemischen Betrieb“ vorzubereiten. Grundlage dieser Empfehlungen war die in den gewerkschaftlichen Vorschlägen geäußerte Kritik, dass Hochschulabsolventen in ihre berufliche Tätigkeit normalerweise kaum Kenntnisse mitbringen, die zur Verminderung bzw. Ausschaltung vermeidbarer Arbeitsrisiken beitragen können. „Sie sind weder in der Lage, die Sicherheit ihres eigenen Arbeitsplatzes im Labor bzw. Betriebsteil sachkundig einzuschätzen, noch sind sie fähig, die Sicherheit ihrer Untergebenen, z. B. im Hinblick auf bestimmte Produktionsabläufe zu gewährleisten.“

Im Rahmen der dritten „Arbeitswoche Hochschule und Gewerkschaften“ wurden im April 1980 in Bad Münden die gewerkschaftlichen Vorschläge zur Einführung der Studienanfänger in sicheres Arbeiten im Laboratorium erweitert. Darüber hinaus wurden eine Reihe von Lehr-

veranstaltungen zum Thema „Arbeitssicherheit/Umweltschutz“ konzipiert, die darauf abzielten, die jeweils im Hauptstudium behandelten Teildisziplinen der Chemie zu ergänzen. Praktisch erprobt wurde der Vorschlag für eine zweitägige Arbeitssicherheitseinführung im Oktober 1980 durch die Fachschaft Biochemie in Tübingen. (siehe „Tübinger Modell“, S. 22 ff.)

Der gemeinsame Studienreform-Kongress „Chemie für den Menschen“ der IG Chemie-Papier-Keramik und der Fachtagung der Chemiefachschaften am 30./31. Mai 1981 in Münster bildete den Höhepunkt, aber auch den Abschluss der gemeinsamen Bemühungen um eine Reform des Chemiestudiums. Einen Kernpunkt bildete die bittere Erkenntnis, dass es bis auf wenige Zugeständnisse in Fragen der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes nicht gelungen war, die Vorschläge der Studierenden und der Gewerkschafter in der bundesweiten Studienreformkommission Chemie durchzusetzen: „Deren Mehrheit aus konservativen Professoren, Landesorganisationen und häufig auch der Ländervertreter setzte sich in allen wichtigen Fragen über die Argumente der Studenten, des wissenschaftlichen Mitarbeiters und des Vertreters des DGB hinweg.“ Auf dem Kongress wurde von 350 Teilnehmern in 14 Arbeitsgruppen noch einmal die Kritik am bestehenden Chemiestudium formuliert und Strategien zur Durchsetzung der gemeinsamen Forderungen diskutiert. Zwei Arbeitsgruppen beschäftigten sich mit Umweltschutz und Arbeitssicherheit im Chemiestudium. Dabei wurden unter anderem wiederum eklatante Mängel benannt, die teilweise darauf zurückgeführt wurden, dass wesentliche Schutzgesetze für den Hochschulbereich keine Gültigkeit hatten. Es wurde die Forderung erhoben, dass „Arbeitssicherheit integraler Bestandteil des Chemiestudiums und auch Teil der Diplomprüfung werden muss“. Ebenso wurde die Einbeziehung der Hochschulen in alle Schutzvorschriften, die für Arbeitnehmer gelten, gefordert und die Kontrolle der Einhaltung der geltenden Schutzvorschriften durch die Überwachungsbehörden verlangt.

Es folgte eine mehrjährige Phase der Frustration über die vergeblichen Bemühungen in der Studienreform. Nachdem die großen Konzepte gescheitert waren, zog man sich auf kleinere, konkrete Projekte zurück. So wurde auf der Bundesfachtagung der Chemiefachschaften (BuFaTa Chemie) im Juni 1983 beschlossen, das Sicherheitskript der Fachschaft Chemie der Universität Düsseldorf mit einem ausführlichen Gefahrenregister zu über 70 Stoffen und Stoffklassen in größerer Auflage zu drucken und über alle Fachschaften zu vertreiben.

In Kiel wurde 1985 der Arbeitskreis Arbeitssicherheit der BuFaTa Chemie neu gegründet. Auslöser dafür war ein Unfall an der Universität Hei-

# 2

delberg, bei dem eine Gruppe von Studierenden krebserzeugenden Substanzen ausgesetzt worden war. Die Ziele des Arbeitskreises lagen und liegen darin, bundesweit Erfahrungen auszutauschen, gemeinsame Forderungen aller Fachschaften zu formulieren und gegen Sicherheitsmängel in der Ausstattung und in der Ausbildung vorzugehen. Der AK Arbeitssicherheit tagt seit 1985 zweimal jährlich als regelmäßiges Gremium der BuFaTa Chemie. Eines der zentralen Projekte war die Erweiterung des Gefahrstoffskripts, welches die Grundlage für eine Reihe von Schriften verschiedener Chemie-Fachschaften bildete (*siehe auch S. 197f.*), die wiederum die Diskussion zum Thema Arbeitsschutz an vielen Hochschulen beflügelten.

Die weiterhin guten Kontakte zur IG Chemie ermöglichten es, dass Mitglieder des AK an mehreren Projekten beratend teilnahmen. 1986 hatte die IG Chemie eine Untersuchung zur rechtlichen Gültigkeit von Arbeitsschutzvorschriften an Hochschulen in Auftrag gegeben. Eine Zusammenfassung der umfangreichen Untersuchung wurde im März 1990 als gemeinsame Broschüre der IG Chemie und der ÖTV veröffentlicht. Ebenfalls im Jahr 1986 begannen die Planungen für eine Untersuchung über die Arbeitssicherheitsverhältnisse in Hochschullaboratorien. In Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftszentrum Berlin (WZB) sollten Studierende über ihre Einschätzungen und Kenntnisse befragt werden. Die Ergebnisse der Befragung wurden sowohl in der Schriftenreihe des WZB als auch als Broschüre der BuFaTa Chemie veröffentlicht.

Einen Wendepunkt bildete das Inkrafttreten der 1986 erlassenen Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) an den Hochschulen. Mit Wirkung vom 1. Januar 1988 wurden Studierende anderen Arbeitnehmern in Bezug auf die Schutzvorschriften der GefStoffV gleichgestellt. Diese neuen Anforderungen bewirkten einen Aufschrei in der überwiegend konservativen Professorenschaft, die die Neuregelungen als nicht umsetzbar kategorisch ablehnte. Eine Folge dieser Ablehnung war die Erstellung der TRGS 451 „Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“, die eine Art Durchführungsanweisung der GefStoffV für die Hochschulen darstellte. Mit ihrer Veröffentlichung im Jahre 1990 wurden die Mindestanforderungen an die Arbeitssicherheit in chemischen Laboratorien endgültig manifestiert. Vertreter des AK Arbeitssicherheit der BuFaTa wirkten sowohl an der Erstellung der TRGS 451 als auch Ende der Neunzigerjahre an der Nachfolgeregel GUV 19.17 „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“ des Bundesverbandes der Unfallkassen (BUK) mit. Parallel zu den Beratungen der TRGS 451

wurde von einem Arbeitskreis der GDCh unter Beteiligung des AK Arbeitssicherheit bereits 1989 eine Broschüre mit Hinweisen zur Umsetzung der GefStoffV im Hochschulbereich erstellt. Diese Broschüre bildete an vielen Hochschulen die Initialzündung zur Verbesserung des Arbeitsschutzes in den Laboratorien. Weiterhin wurden Toxikologie- und Rechtskunde-Vorlesungen sowie mehrtägige praktische Einführungen in die Arbeitssicherheit für Studienanfänger gefordert. Inzwischen sind die geforderten Vorlesungen an vielen Hochschulen als fester Bestandteil der Lehre etabliert. Einen zusätzlichen Anstoß gab der Skandal an der Universität Hamburg im Jahre 1990. Durch mehrere Artikel in den Hamburger Tageszeitungen wurde die Öffentlichkeit auf gravierende Mängel in der Arbeitssicherheit und Abfallentsorgung in den chemischen Instituten der Universität Hamburg aufmerksam gemacht. Die Folge war deren mehrwöchige Schließung durch die Umweltpolizei. In den darauf folgenden Wochen wurde an allen deutschen Chemiefachbereichen eine groß angelegte Putz- und Entsorgungsaktion durchgeführt. Eine darüber hinausgehende Umsetzung studentischer Forderungen wie auch der gesetzlichen Vorschriften kam allerdings nur schleppend voran. Neben dem mangelnden Druck durch die zuständigen Aufsichtsbehörden waren fehlende Konzepte für die Umstrukturierung von Praktika für diese Lethargie entscheidend. Zwar gab es eine Reihe von umfassenden Reformprojekten für Praktika, diese wurden aber kaum außerhalb der betreffenden Hochschule bekannt gemacht. Ein Erfahrungsaustausch des AK Arbeitssicherheit im Sommer 1995 hat eine erstaunlich große Zahl verschiedenster, zum Teil studentischer Initiativen zur Arbeitssicherheit in Praktika zutage gefördert, was letztlich zu dem Entschluss führte, eine Broschüre über „Arbeitssicherheit an Hochschulen“ zu erarbeiten. Unter dem Projekttitel „Publikation zur Informationsvermittlung über Arbeits- und Umweltschutz an Hochschulen“ ist schließlich von Februar 1999 bis August 2001 der vorliegende, von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Reader „Innovation von unten“ entstanden.

Mit dem Erscheinen dieses Readers ist der AK Arbeitssicherheit keinesfalls am Ende seiner Aktivitäten. Die ständige Weiterentwicklung im Arbeits- und Umweltschutz sowie die zumeist schleppende Umsetzung neuer Erkenntnisse und Vorschriften in den Hochschulen bedarf auch weiterhin der kritischen und konstruktiven Hinterfragung durch die BuFaTa Chemie.

*Rainer Dörr, Hans-Joachim Grumbach*



## Let's make Things better!

### *Umstrukturierung chemischer Praktika*

# 3

Dieser Reader möchte Umweltschutzaspekte und Arbeitsschutzmaßnahmen gleichermaßen berücksichtigen. Ein Gebiet, in dem die Verzahnung dieser beiden Aspekte besonders gut demonstriert werden kann, sind Reformen in den chemischen Laborpraktika. Zudem können häufig bei Praktikumsreformen quasi en passant auch Kosten gespart werden – ein Thema, das bei zunehmender Verknappung von Verbrauchsmitteln heutzutage selten ignoriert wird und für Reformbefürworter ein nicht zu unterschätzendes Argument darstellen sollte.

In den letzten dreißig Jahren sind Überarbeitungen von Praktika aus sehr unterschiedlichen Gründen in Angriff genommen worden. War es Anfang der Siebzigerjahre die relativ junge, durch die Studentenrevolte geprägte Professorenschaft, die Änderungen durchsetzte, so ging die Initiative in den folgenden zwei Jahrzehnten häufig eher von Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern aus. Anlass für diese Änderungsversuche waren bis weit in die Achtzigerjahre hinein vor allem stupide, organisatorisch unaufwändige Praktika. Ziel war es, diese durch in der Regel arbeitsintensivere aber meist interessantere, den studentischen Forschungssinn fördernde Projektpraktika zu ersetzen. Häufig mussten die Verfechter von Reformideen hier gegen lethargische Professoren ankämpfen, die alle Vorschläge mit dem Stereotyp „das haben wir schon gemacht, und es war auch nicht besser als jetzt“ ablehnten. Nach Einführung der Gefahrstoffverordnung und der TRGS 451 wurden Praktikumsreformen dann allerdings nahezu unvermeidlich. Die meisten Leser werden jedoch wissen, dass die Umsetzung der geltenden Vorschriften an deutschen Hochschulen noch lange auf sich warten ließen und lassen.

Bei der Umgestaltung von Praktika werden meistens bestimmte Rahmenbedingungen betrachtet, die geändert werden sollen. Die in den letzten Jahren durchgeführten Reformen setzten dabei in der überwiegenden Anzahl an einem der folgenden Parameter an:

- Kurspraktika anstelle von offenen Praktika als vorwiegende Organisationsform im Grundstudium (in Einzelfällen dagegen auch offene Praktika anstelle von Kurspraktika),
- Einführung von Forschungspraktika anstelle der offenen oder Kurspraktika im Hauptstudium,

### 3

- Verknüpfung von zwei oder mehreren Praktika, um Synergien zu schaffen (meist in Verbindung mit grundsätzlichen Diskussionen zur „Studienreform“),
- Überarbeitung Jahrzehnte alter Praktika, um moderneren Lehr- und Lernformen bzw. neuen Umwelt- und/oder Arbeitsschutzaspekten zu genügen.

Anfang der Neunzigerjahre machte Prof. Hanns Fischer von der Universität Zürich mit seinem „Zürcher Modell“ von sich reden – sogar in der Wochenzeitung „Die Zeit“ erschien ein begeisterter Artikel mit dem Tenor: Sie bewegt sich doch – die verkrustete Chemie an deutschen Hochschulen. Viele sahen dieses Modell bald als Bibel der Reformen an, mussten dann aber schnell erkennen, dass eine 100%ige Übertragung auf andere Standorte wegen des großen Personaleinsatzes nicht möglich ist. Anzumerken ist auch, dass in Zürich nur das Analytische Praktikum umgestaltet wurde und wichtige Praktika der Anorganischen und Organischen Chemie weiterhin nach den jahrzehntelang eingefahrenen Mustern abliefen. Nicht zuletzt auch wegen Fischers Veröffentlichungen wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ein Projekt mit dem Namen „Abfallvermeidung an Hochschulen/Umgestaltung chemischer Praktika“ gefördert. Hierfür wurden exemplarisch das Anorganische Grundpraktikum an der Universität Rostock und das Organische Grundpraktikum an der Universität-Gesamthochschule Essen ausgewählt. Beide Teilprojekte sollen hier vorgestellt werden – als Beispiel dafür, welche Möglichkeiten sich bieten, wenn man großzügige finanzielle Mittel zur Verfügung hat.

In Rostock wurde der Weg einer völligen Überarbeitung des Grundpraktikums Anorganische Chemie beschritten. Ziel war es vor allem, die Umwelt durch einen niedrigeren Chemikalieneinsatz zu schonen, den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen zu vermitteln und schließlich auch die wenigen Studierenden stärker für dieses Praktikum zu motivieren. Besonders umweltbelastende Stoffe wurden aus dem Praktikum entfernt, ausgesprochen gefährliche nach Möglichkeit ersetzt. Die meisten Versuchsansätze wurden deutlich verkleinert, und es wurden konsequent Kreislaufpräparate eingerichtet. Durch diese Maßnahmen konnten Kostenreduktionen um bis zu zwei Drittel erzielt werden, auch weil als Abfälle zu deklarierenden Stoffe nun aufgearbeitet und somit einer Wiederverwertung oder ungefährlichen Entsorgung zugeführt werden. Einen ei-

genen Weg bestritten die Rostocker, um die Studierenden für das häufig ungeliebte anorganische Grundpraktikum zu begeistern: So wurden mehrere Versuche neu aufgenommen, die Bezüge zwischen Wissenschaft und Alltag herstellen.

Auch in Essen wurde das Praktikum – hier das organische Grundpraktikum – konsequent umgestaltet, giftige Stoffe wurden substituiert und Gefahrenpotenziale minimiert. Ausgangspunkt für die Reformen in Essen war ein Praktikum, das auf der Basis des Lehrbuchs „Integriertes Organisches Grundpraktikum“ von Hünig, Märkl und Sauer aufgebaut war. Aufgrund der Förderung durch das BMBF konnte das Praktikum zum großen Teil mit neuen Geräten ausgestattet werden. Auch hier wurde das Praktikumsskript komplett überarbeitet. Sowohl die Lösemittelvielfalt als auch deren absolute Menge konnten deutlich reduziert werden. So werden größere Mengen jedes einzelnen Lösemittels gesammelt, wodurch ein konsequentes Recycling bei vertretbarem Aufwand ermöglicht wird. Die Studierenden konnten in Essen allerdings erst dann zum verantwortungsvollen Umgang mit den natürlichen Ressourcen bewegt werden, als diese Arbeiten durch die Organisation des Praktikums honoriert wurde.

An der FH Darmstadt wurde der Versuch unternommen, basierend auf dem „Zürcher Modell“ ein neues Grundpraktikum zu installieren, das möglichst abfallarm und damit vergleichsweise umweltverträglich ist. Den Studierenden sollen die analytischen Grundprinzipien der Anorganischen Chemie vermittelt werden, wobei auf den Einsatz gesundheits- und umweltgefährdender Stoffe weitgehend verzichtet wird. Ähnlich wie in Rostock soll den Studierenden mithilfe von Ersatzstoffen sauberes Arbeiten vermittelt werden. Die Ansatzgrößen wurden klein gehalten und Kreislaufsysteme zum Teil in Verzahnung mit anderen Praktika aufgebaut. Abschließend werden Möglichkeiten aufgezeigt, diese Reformen auch auf andere Praktika zu übertragen.

Im Gegensatz zu den drei oben beschriebenen Konzepten verfolgen die weiteren in diesem Kapitel vorgestellten einen eher globalen Ansatz. Beide sind so konzipiert, dass sie auch Auswirkungen auf den Forschungsbetrieb der jeweiligen Hochschule haben.

In Bielefeld wurden in einer großen Aktion unbenötigte Chemikalien aus den Laboratorien der gesamten Universität entsorgt und einige Lösemittel substituiert. Die Studierenden setzen sich im Grundstudium intensiv mit den Fragen des Arbeitsschutzes auseinander

### 3

und bringen ihre Ideen innerhalb des an der Bielefelder Universität durchgeführten Projekts ein. Auf diese Weise werden im Bereich des Arbeits- und Umweltschutzes die Praktika mit dem Forschungsbetrieb verzahnt.

An der Uni-GH Paderborn wurde ein an der RWTH Aachen für das Praktikum Makromolekulare Chemie entwickeltes Konzept aufgegriffen. Im organischen Grundpraktikum wurde die Vielzahl der verschiedenen Lösemittel auf sieben reduziert. Aufgrund ihrer Löslichkeitsparameter können diese sieben Lösemittel einzeln oder in Kombination alle anderen ersetzen. Bei der Auswahl wurde neben den chemischen und physikalischen Eigenschaften besonders auf die Unbedenklichkeit gegenüber Mensch und Umwelt geachtet. Das vorgestellte Konzept lässt sich problemlos auf viele Reaktionen im Forschungsbetrieb ausdehnen. Ein großer Vorteil ist, dass durch den Einsatz nur weniger Lösemittel deren Rückgewinnung vereinfacht bzw. häufig erst ermöglicht wird.

*BMBF-Verbundprojekt „Abfallvermeidung in Hochschulen, Umgestaltung chemischer Praktika“*

## **Anorganisch-analytisches Grundpraktikum an der Uni Rostock**

### **Zielstellung**

Eine moderne Konzeption der universitären Chemieausbildung muss den heutigen rechtlichen und ökologischen Anforderungen Genüge leisten. Daher sind umfassende didaktische Überlegungen anzustellen, um diese Aspekte in chemische Praktika einfließen zu lassen. In diesem Zusammenhang ist es notwendig, neue Lernziele zu formulieren und Methoden für ihre Vermittlung zu suchen. Ein zentrales ökologisches Ziel ist die Vermeidung und Verminderung von chemischen Abfällen. Dies ist auch an Hochschulen notwendig, nicht nur um die steigenden Entsorgungskosten zu vermindern, sondern auch um den Studierenden einen verantwortlichen und umweltbewussten Umgang mit chemischen Gefahrstoffen und Abfällen zu vermitteln. Die Hochschulsituation macht es erforderlich, eigene Ansätze zur Vermeidung und Verminderung von Abfällen zu entwickeln, da Erfahrungen aus industrieller Abfallentsorgung für die Lehre nur selten übernommen werden können. Ziel der Umgestaltung des anorganischen und analytischen Grundpraktikums am FB Chemie der Universität Rostock war es, die Abfallmengen deutlich zu reduzieren und zudem einen sachkundigen Umgang mit Gefahrstoffen und gefährlichen Abfällen im Praktikum zu vermitteln. Folgendes Vorgehen wurde gewählt:

1. Erarbeitung eines Kriterienkatalogs zur Beurteilung von Praktikumsunterlagen bzw. Standardpraktikumsbüchern hinsichtlich
  - der Verminderung der Luft- und Abwasserbelastung
  - der Reduzierung der einzusetzenden Chemikalienmengen
  - des Erlernens eines sicheren Umgangs mit Gefahrstoffen
2. Auswahl, Überarbeitung und Neuarbeitung von Standardversuchen, die den o. g. Kriterien entsprechen
3. Praktische Erprobung aller Versuche und Aufarbeitungsvorschriften
4. Einbeziehung geltender gesetzlicher Vorschriften in die Ausbildung

Der Vermittlung eines sicheren Umgangs mit Gefahrstoffen ist durch eine ausführliche Einleitung in die Problematik und die Aufnahme entsprechender Hinweise und Anweisungen bei einzelnen Versuchen Rechnung getragen worden.

### 3

#### Inhalt und Umfang des AC-Grundpraktikums

Das AC-Grundpraktikum für die Chemiestudierenden des ersten Studienjahres wird als Kurspraktikum durchgeführt. Nachfolgend sind Inhalte und Umfang der Grundpraktika in anorganischer und analytischer Chemie dargestellt:

#### Allgemeine Anorganische Chemie/Qualitative Analyse

Stundenumfang = 240 h (11 h/Woche)

| Teilgebiet                                | Lehrinhalte   |
|---|---|
| Allgemeine Einführung in die Labortechnik | Arbeitsschutz/Gefahrstoffverordnung, Glasbearbeitung, Wägetechnik                                     |
| Trenn- und Reinigungsmethoden             | Filtration, Sublimation, Trocknung, Umkristallisation   |
| Allgemeine Anorganische Chemie            | Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt, chemisches Gleichgewicht, Säure-Base-, Komplex- und Redoxreaktionen |
| Elemente des PSE und ihre Verbindungen    | Reaktionsverhalten und Nachweisreaktionen   |
| Qualitative Analyse                       | Anionenanalyse, Kationentrennungsgang   |
| Präparate und Aufarbeitungsversuche       | Darstellung einfacher anorganischer Verbindungen, Aufarbeitung gesammelter Abfälle                    |

## Quantitative analytische Chemie

Stundenumfang = 140 h (11 h/Woche)

| Teilgebiet                          | Lehrinhalte   |
|-------------------------------------|---|
| Quantitative Analyse                | Gravimetrie, Fällungs-, Säure-Base-, Redox- und komplexometrische Titration |
| Instrumentelle quantitative Analyse | Konduktometrie, Potentiometrie, Photometrie                                 |

## Schwerpunkte und Ergebnisse der Umgestaltung

### Vermeidung gefährlicher Stoffe durch:

- **Austausch gegen weniger gefährliche Stoffe;** Schwefelwasserstoff wurde ursprünglich aus Eisensulfid und Salzsäure dargestellt; nach der Reform wurde Thioacetamid eingesetzt. Des Weiteren wurden z. B. chemische Trennungen von Quecksilber, Blei, Cadmium, Bismut und Kupfer durch papierchromatographische Trennung ersetzt.
- **Streichung besonders gefahrstoffbelasteter Versuche;** Von den bisherigen Versuchen zur Chemie von 48 Elementen des PSE verbleiben nach der Praktikumsumgestaltung noch Versuche zu 42 Elementen. Alle bisherigen Versuche mit Thallium-, Beryllium- und Selen-Verbindungen wurden aufgrund ihrer Toxizität ersatzlos gestrichen. Des Weiteren werden aus Kostengründen keine Versuche mit Germanium-, Gold- und Platin-Verbindungen mehr durchgeführt. Versuche mit Verbindungen der Elemente Arsen, Cadmium, Quecksilber, Blei, Chrom, Kobalt und Nickel sowie Cyanid- und Uranat-Verbindungen wurden aus didaktischen Gründen beibehalten, wobei zurzeit über eine Streichung der Versuche mit Uranat-Verbindungen diskutiert wird. Uranathaltige Lösungen werden gesondert gesammelt und zur Entsorgung gegeben. Cyanidhaltige Lösungen werden gesondert gesammelt und zur Vernichtung des Cyanids mit Wasserstoffperoxid behandelt.

### 3

#### Verringerung der eingesetzten Chemikalienmengen durch:

- **Kleinere Versuchsansätze;** Aufbauend auf den Erfahrungen von Prof. V. Wiskamp (*siehe auch S. 78 ff.*) wurde versucht, die herzustellenden Präparate in geschlossene Kreisläufe einzubauen. Einige Beispiele sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

| Präparat   | Ausgangsstoff  |
|--|--|
| $\text{CoAl}_2\text{O}_4$  | $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$   |
| $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$                                     | $\text{CoAl}_2\text{O}_4$ , $\text{KNO}_2$   |
| $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$           | $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , $\text{NH}_3$   |
| $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ |
| $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$                                 | $\text{CuCl}$ oder $\text{Cu}$   |

- **Einführung der Halbmikroarbeitstechnik;** Bei den Versuchen zum allgemeinen Reaktionsverhalten der Elemente sowie den qualitativen Analysen wurde die Halbmikroarbeitsweise eingeführt. Die Vorteile liegen klar auf der Hand:
  - Reduktion der Substanzmenge auf ein Zehntel (50–100 mg pro Verbindung),
  - Handhabung der aus didaktischen Gründen noch beibehaltenen Gefahrstoffe in geringeren Mengen,
  - Zeiteinsparung bei der Durchführung der Versuche und Analysen, da z. B. zeitaufwändiges Filtrieren durch Zentrifugieren ersetzt ist.

Durch die Umgestaltung des Praktikums konnte der Chemikalienverbrauch für den anorganischen Teil von etwa 900 DM pro Student und Semester auf etwa 300 DM gesenkt werden.

#### Sammlung und Aufarbeitung der Chemikalienrückstände

Schwerpunkte hierfür waren:

- generelle Erfassung der Rückstände, in Art und Menge
- Prüfung der Möglichkeit einer sinnvollen sortenreinen Sammlung
- Möglichkeiten der Aufarbeitung der gesammelten Rückstände (sachgerechte Entsorgung, Darstellung von wiederverwertbaren Produkten)

Die Aufarbeitung bzw. das Recycling der gesammelten Rückstände ist von bestimmten Parametern abhängig:

- der Anzahl der Studierenden, die für die Aufarbeitungsversuche zur Verfügung stehen
- dem notwendigen Arbeitsaufwand und der benötigten Zeit
- der Menge der anfallenden Rückstände (lohnt sich ein Recycling?)
- dem zu erreichenden Reinheitsgrad der zurückgewonnenen Produkte
- dem Einsatz und den Kosten zusätzlicher Chemikalien, die für die Aufarbeitung erforderlich sind
- den präparativen Anforderungen, die die Aufarbeitung an die Studierenden stellt

Unter Berücksichtigung dieser Parameter wurden eine Reihe von Versuchen zur Wiederaufbereitung bzw. Entsorgung von Chemikalienrückständen erprobt und in das Praktikum aufgenommen.

### Stoffspezifische Sammlung und Aufarbeitung der anfallenden Rückstände

Im Verlauf des Projektzeitraumes hat sich die Sammlung von Rückständen geändert: Beispielsweise werden Alkohole wie Isopropanol und Ethanol durch Destillation zurückgewonnen. Die Vernichtung von Cyanid wurde vom Hypochloridverfahren auf das Wasserstoffperoxidverfahren umgestellt. Arsen-, barium-, iodid- und iod-, eisencyanid- sowie perchlorathaltige Lösungen werden jeweils getrennt gesammelt und individuell behandelt. So werden beispielsweise chromhaltige Lösungen nach Oxidation als Kaliumdichromat gefällt und Iodid mit Wasserstoffperoxid zu Iod umgesetzt.  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{KClO}_4$  werden in genügender Reinheit als Recyclingprodukte zurückgewonnen. Die Mengen betragen je nach Stoff 2–80 g bei acht Studierenden. Aufgrund der geringen Studierendenzahlen, aber auch wegen der erheblichen Verringerung der eingesetzten Chemikalienmengen wurden z. T. nur geringe Mengen an wieder verwertbaren Verbindungen gewonnen. Bei den Aufarbeitungsversuchen stand daher der erzieherische Aspekt im Vordergrund: Anwendung des Verursacherprinzips, Gewinnung eines sauberen, unbedenklichen Abwassers. Um den Reinheitsgrad einiger aufgearbeiteter metallionenhaltiger Abwässer zu überprüfen, wurden sie hinsichtlich ihrer Restionenkonzentration untersucht. Für die Elemente Arsen, Quecksilber, Cadmium, Chrom und Blei lag der Gehalt nach der Aufarbeitung unter den Einleitungsgrenzwerten, die in der Abwassersatzung der Hansestadt Rostock festgelegt wurden.

### 3

Unsere Ergebnisse zeigen, dass in vielen Fällen eine Sammlung und Aufarbeitung von Rückständen erfolgreich durchgeführt werden kann. Aus den gewonnenen Erfahrungen können wir folgende Verallgemeinerungen treffen:

- Es sollte nur getrennt gesammelt werden, wenn ausreichende Mengen relativ reiner Lösungen eines bestimmten Ions anfallen, z. B.  $\text{Ag}^+/\text{AgX}$ -,  $\text{Ba}^{2+}/\text{BaSO}_4$ -,  $\text{I}^-/\text{I}_2$ -,  $\text{Cu}^{2+}$ -,  $\text{Zn}^{2+}$ -,  $\text{Cr}^{3+}/\text{CrO}_4^{2-}$ -haltige Lösungen oder wenn aufgrund der Giftigkeit der Lösungen die Notwendigkeit einer sortenreinen Sammlung besteht, z. B. cyanid-, quecksilber-, uranyl-, schwermetallionenhaltige Lösungen. Dieses muss mit Sorgfalt geschehen und ständig kontrolliert werden.
- Ein Recycling lohnt sich nur dann, wenn saubere Recyclingprodukte (Wiederverwertbarkeit) und dem Aufwand entsprechende Mengen gewonnen werden.
- Die Aufarbeitungsvorschriften müssen eindeutig und reproduzierbar sein und den praktischen Fähigkeiten der Studierenden im ersten Studienjahr entsprechen.
- Es ist wichtig, die Aufarbeitungsversuche mit dem entsprechenden Zeitaufwand in das Praktikum einzuplanen.

### Erweiterung inhaltlicher Schwerpunkte

Um dem Studienanfänger die Bedeutung der Chemie im normalen Alltag näher zu bringen sowie den Spaß am Experimentieren zu fördern, wurde eine Reihe von praxisrelevanten Versuchen neu in das anorganische Grundpraktikum aufgenommen – in Auswahl werden hier einige vorgestellt:

- Nachweis von Eisen in Nahrungsmitteln
- Bodenuntersuchungen (pH-Messung, Pufferwirkung)
- Perboratnachweis in einem Vollwaschmittel und dessen bleichende Wirkung
- Adsorptions- und Ionenaustauschreaktionen am Beispiel von Zeolith 4A
- Isolierung und Nachweis von Magnesiumionen aus Chlorophyll
- Anionenanalyse in Erfrischungsgetränken (Mineralwasser, Limonade)
- Nachweis von  $\text{TiO}_2$  in Zahnpasta

Die praxisnahen Versuche wurden den einzelnen inhaltlichen Abschnitten des Praktikums zugeordnet. Der Praktikumsleiter entscheidet entsprechend der im aktuellen Semester zur Verfügung stehenden Zeit, ob der Versuch von einzelnen Studierenden durchgeführt wird oder nicht.

## Resümee

Während des zweijährigen Projektes „Abfallvermeidung in Hochschulen, Umgestaltung chemischer Praktika“ ist ein zweiteiliges Skript für ein anorganisch/analytisches Grundpraktikum entstanden: Teil 1: „Allgemeine anorganische Chemie und qualitative Analyse“, Teil 2: „Quantitative analytische Chemie“.

Die praktische Ausbildung der Chemiestudierenden in Rostock erfolgt seit Abschluss des Projekts auf dieser Grundlage. Neben einer beträchtlichen Kosteneinsparung für Chemikalien und für die Entsorgung von Abfällen ist es gelungen, den Studierenden einen verantwortlichen und sachgerechten Umgang mit Gefahr- und Schadstoffen sowie gefährlichen Chemikalienrückständen zu vermitteln. Die konsequente Anwendung des Verursacherprinzips (der im Praktikum von den Studierenden produzierte Abfall muss auch im Praktikum von ihnen selbst sachgerecht und umweltverträglich entsorgt bzw. recycelt werden) wird von den Studierenden akzeptiert und bereitwillig angewendet und zeigt damit die gewünschten Erfolge.

Diese Reform des Grundpraktikums an der Universität Rostock wurde zwischen 1993 und 1996 durchgeführt. Sie stellte einen Teil des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (*BMBF*) geförderten Projekts „Abfallvermeidung an Hochschulen/Umgestaltung chemischer Praktika“ dar.

*Peter Hansen, Jeanette Stelter*

# 3

*BMBF-Verbundprojekt „Abfallvermeidung in Hochschulen, Umgestaltung chemischer Praktika“*

## **Organisch-chemisches Grundpraktikum, Uni-GH Essen**

### **Ausgangspunkt**

Von 1993 bis 1996 wurden in Kooperation mit den Professoren Hünig, Märkl, Sauer und Troll der Universitäten Regensburg und Würzburg Projektarbeiten zur Umgestaltung des organisch-chemischen Grundpraktikums an der Universität-GH Essen durchgeführt. Vor Projektbeginn war das Praktikum auf Basis des Buches „Integriertes Organisches Grundpraktikum“ (1. Auflage, 1979) durchgeführt worden. In dieser älteren Form waren weder die aktuellen Entwicklungen des Arbeitsschutzes (insbesondere des Gefahrstoffrechts) und des Umweltschutzes (insbesondere des Abfallrechts) noch die Innovationen in der organischen Präparation, der Analytik sowie bei technischen Geräten und Verfahren berücksichtigt. Aus diesen Gründen war in den Jahren vor Beginn des Projektes ein umfangreiches „Hauskript“ mit Anmerkungen zu verbesserten Versuchsdurchführungen entwickelt worden, das u. a. den Ersatz von Lösemitteln mit besonderen Gefährdungspotenzialen und hohen Arbeitsschutzaufgaben durch weniger gefährliche Stoffe vorsah.

### **Zielsetzung**

Im Rahmen des Projekts sollte ein Praktikumskonzept für ein modernes organisch-chemisches Grundpraktikum mit modularem Charakter erarbeitet werden, das eine flexible Nutzung und somit eine Übernahme der Grundideen an anderen Hochschulen möglich macht. In einem organisch-chemischen Grundpraktikum sollen Studierende an die modernen Arbeitsmethoden der organischen Chemie herangeführt werden. Dazu zählen eigenständiges präparatives Handeln und Denken ebenso wie die Deutung der Ergebnisse mithilfe zeitgemäßer Analytik. Zu diesem Zweck sollten die Versuchsvorschriften dem aktuellen wissenschaftlichen und technischen Stand entsprechen.

Wachsende Erkenntnisse auf den Gebieten des Arbeits- und Umweltschutzes haben sich seit 1979 in verschiedenen Rechtsvorschriften niedergeschlagen. Ziel des Projekts war es, durch eine geeignete Form die vom Gesetzgeber vorgegebenen Anforderungen so in das Praktikum einfließen zu lassen, dass sie für die Studierenden bei der Versuchsplanung und Durchführung als unverzichtbarer Bestandteil der Arbeiten verstanden werden. Durch die consequen-

te Berücksichtigung dieser Ideen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbearbeitung der Versuche sollen die Studierenden die verschiedenen gesetzlichen Vorgaben als ein ineinander greifendes Ganzes erfahren und so einen verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien und Abfällen erlernen.

## Versuchsauswahl und -gestaltung

### Das „A und U“

Um den Ansprüchen des Arbeitsschutzes (z. B. Gefahrstoffverordnung) und des Umweltschutzes (z. B. Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz) gerecht zu werden, musste bei der Auswahl geeigneter Versuche zwischen Nutzen und Risiko abgewogen werden. Hier ging es um die gefährlichen Eigenschaften benötigter Chemikalien, die Möglichkeiten der Aufarbeitung oder Entsorgung von Rückständen, Hilfsstoffen und Lösemitteln, sowie um didaktische Aspekte und die spektroskopische Versuchsauswertung.

### Schwerpunkte der Umgestaltung

Einschränkungen bei der Versuchsauswahl ergaben sich zum Beispiel aus folgenden Gründen:

- grundsätzlicher Verzicht auf kanzerogene, teratogene oder mutagene Substanzen
  - grundsätzlicher Verzicht auf schlecht entsorgbare Substanzen (z. B. Chromverbindungen, die früher bei Oxidationsversuchen zum Einsatz kamen)
  - Verzicht auf Gase aus Druckgasflaschen
  - Streichung von Versuchen mit besonders hohem Gefährdungspotenzial, bei denen keine Ersatzstoffe oder -verfahren gefunden wurden.
  - Anwendung alternativer präparativer bzw. technischer Methoden
- Zur Abfallvermeidung und -reduzierung wurden folgende Maßnahmen

eingeleitet:

- bedarfsgerechter Einkauf benötigter Chemikalien
- vermehrte Durchführung von Serienversuchen
- Verringerung der eingesetzten Chemikalienmenge durch Verkleinerung der Versuchsansätze auf ein didaktisch sinnvolles Maß – wobei die Ausbeuten etwa in folgenden Größenordnungen liegen sollten:
  - bei Einzelversuchen 2–3 g feste bzw. 15–20 ml flüssige Produkte
  - bei Serienversuchen etwas größere Ansätze, um Verluste zu kompensieren.
- Reduzierung der Lösemittelvielfalt

### 3

- Reduzierung der Vielfalt der Hilfsstoffe
- artenreine Sammlung und Aufarbeitung von Chemikalienresten/ Rückgewinnung von Chemikalien

#### Chemische Inhalte des neuen Organischen Grundpraktikums

Durch die Auswahl einzelner Versuche, den Aufbau von Serienversuchen, die Gestaltung der Versuchsvorschriften und das Einfügen ergänzender Kapitel sollen die Studierenden für arbeits- und umweltschutzrelevante Überlegungen bei der Versuchsplanung und -durchführung, und sachgemäße Abfallbehandlung sensibilisiert werden.

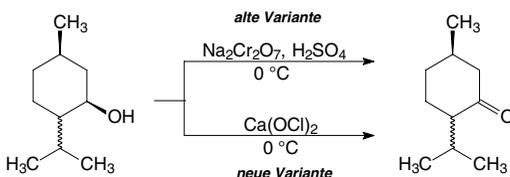
Der präparative Teil des Praktikums beinhaltet Oxidations-Reduktionsreaktionen, Substitutions-, Eliminierungs- und Additionsreaktionen, Reaktionen der Carbonylfunktion, Reaktionen aromatischer Verbindungen sowie Reaktionen polarer C=C-Bindungen. Ergänzende Kapitel vermitteln zudem die Themen Sicherheit im organisch-chemischen Labor, Einführung zum Umgang mit Gefahrstoffen, Reste und Abfälle, Geräte, Apparaturen und Verfahren zur Synthese oder Reinigung, Protokollführung/ Betriebsanweisungen sowie Trocknung von Lösemitteln.

#### Zwei Beispiele für den erfolgreichen Einsatz von Ersatzstoffen

Bei der Umsetzung von 1-Octen zu 1-Octanol wurde im Hydroborierungs-schritt mit dem Ersatz von Dimethylsulfat durch Iod ein kanzerogener und sehr giftiger Stoff durch einen „nur noch“ gesundheitsschädlichen und sensibilisierenden ersetzt:



Bei der Oxidation von (-)-Menthol zu (-)-Menthon wurde Natriumdichromat (als kanzerogen eingestuft, Entsorgungsproblem) mit Schwefelsäure durch Calciumhypochlorit (ätzend, jedoch einfache Entsorgung) ersetzt:



## Ergebnisse

In der didaktischen Gestaltung der Praktikumsvorschriften wurde deutlich von den alten Vorgaben des „Integrierten Organischen Praktikums“ abgewichen: Den Studierenden wird der Syntheseweg mit Edukten *und* Produkten vorgestellt. Zu den verwendeten Chemikalien werden Gefahrenhinweise und Ratschläge zum Umgang angegeben. Die Versuchsdurchführung wird in Wort und Bild beschrieben, wobei die Abfallentsorgung besonders erläutert wird. Dem Vorbild des „Integrierten Organischen Praktikums“ folgend, werden Spektren der Produkte und Edukte gezeigt, um den Studierenden eine spektroskopische Identifizierung ihrer Reaktionsprodukte zu ermöglichen .

## Maßnahmen zum Arbeits- und Umweltschutz

### Förderung des Bewusstseins für anfallende Abfälle und Reste

Im Praktikumsskript existiert ein einführendes Kapitel zu Resten und Abfällen. Weiterhin werden die Studierenden zu einer gründlichen Syntheseplanung durch selbstständiges Erstellen von versuchsbezogenen Betriebsanweisungen angehalten, was durch Antestate überprüft wird. In den jeweiligen Versuchsvorschriften existieren Hinweise auf anfallende Abfälle und Reste, sowie deren Entsorgung bzw. Aufarbeitung (z. B. Destillation, Trocknung, Sublimation, Aufkonzentrierung, physikalische oder chemische Behandlung) oder deren Vorbehandlung und Sammlung. Seit der Praktikumsumstellung fallen nur noch folgende Sonderabfallarten an:

- organischer wasserfreier Sonderabfall (getrennte Sammlung nach halogenfrei und halogenhaltig)
- organischer wässriger Sonderabfall (getrennte Sammlung nach halogenfrei und halogenhaltig)
- wässrige, schwermetallhaltige Lösungen
- organische Feststoffe
- Filterhilfen und Aufsaugmassen
- Altöl

Chrom-, cyanid- oder quecksilberhaltige Abfälle werden vermieden, da entweder Ersatzstoffe verwendet werden oder vollständig auf die entsprechenden Präparate verzichtet wird.

### Reduktion der Lösemittelvielfalt, des -verbrauchs und der Abfallmenge

Waren in dem ursprünglichen Konzept 18 verschiedene Lösemittel vorgesehen, so werden bei 95 % der Versuche im neuen Praktikum nur noch

### 3

fünf verschiedene Lösemittel eingesetzt, die anschließend vorgereinigt und recycelt werden. Auswahlkriterien für die verbliebenen Lösemittel waren neben deren Toxizität, Polarität und Preis auch die arbeitsschutzrelevanten Kriterien bei ihrer Aufarbeitung (Giftigkeit, Entzündbarkeit, Flammpunkte usw.) sowie deren breite Anwendbarkeit. Auf Aromaten wie Benzol oder Toluol wurde vollständig verzichtet, halogenierte Lösemittel wurden entsprechend bestehender Vorschriften gestrichen (Tetrachlorkohlenstoff) bzw. weitestgehend ersetzt (Chloroform, Methylenchlorid).

Verwendet werden seitdem nur noch

- **Aceton, Essigsäureethylester** (polare, nicht protische Lösemittel)
- **Ethanol** (polares, protisches Lösemittel; Ersatz für Methanol)
- **Cyclohexan** (unpolares, nicht protisches Lösemittel; ohne Einschränkung als Schlepperersatz für Toluol geeignet; Ersatz für Benzol; Ersatz für Tetrachlorkohlenstoff bei einfachen radikalischen Reaktionen)
- **tert.-Butylmethylether** (unpolares, nicht protisches Lösemittel; Ersatz für Diethylether, ausgenommen Grignard-Reaktionen)

Die Reduzierung des Verbrauchs und somit der Abfallmengen wurde durch die Verkleinerung der Ansatzgrößen, die Veränderung der Versuchsbedingungen und die vermehrte Durchführung von Serienversuchen (Stufenpräparaten) erreicht. Dieses erforderte die Anschaffung kleinerer Glasgeräte für Synthese und Reinigung. Bei der Veränderung von Versuchsbedingungen wurden Stoffe so substituiert, dass eine deutliche Reduktion der Chemikalienmenge erreicht werden konnte. So wurde z. B. der fünffache Überschuss von Thionylchlorid bei der Darstellung von Säurechloriden durch den Zusatz katalytischer Mengen an Dimethylformamid auf eine äquimolare Menge reduziert.

### Serienversuche

Im Rahmen der Praktikumsreform haben sich bei der Durchführung von Serienversuchen einige Vorteile ergeben: Die Studierenden werden zu sauberem Arbeiten angehalten, da das Edukt des Folgeversuches selbst hergestellt werden muss. Im Praktikum wird ein Zusammenhang zwischen den einzelnen Reaktionstypen und Verbindungsklassen erkennbar, und die präparative Vorgehensweise eines Syntheselabors wird erlernt.

Als nachteilig hat sich erwiesen, dass die Ansatzgröße so gewählt werden muss, dass Ausbeuteverluste bei mehreren Stufen ausgeglichen werden können. Falls der Serienversuch von anderen weitergeführt werden soll, muss die Weitergabe der Produkte geregelt werden. Aus didaktischer Sicht erscheint nachteilig, dass bei einer Verknüpfung verschiedener Reaktionstypen dem Kenntnisstand der Studierenden häufig vorgegriffen wird.

### Praktikumsinternes Recycling

Um die Studierenden für ein sicheres und ökologisch sowie ökonomisch sinnvolles Recycling zu sensibilisieren, ist es erforderlich, sie an allen Arbeitsschritten zu beteiligen. Somit wird ihnen nicht nur die grundsätzliche Möglichkeit der Sammlung von Resten und deren Wiederaufarbeitung und Wiederverwertung aufgezeigt, sondern gleichzeitig verdeutlicht, wie viel Einsatz (Arbeitsaufwand, Technik und Energie) für die anfallenden Arbeitsprozesse erforderlich ist, aber auch, mit welchen Akzeptanzproblemen für aufbereitete Stoffe zu rechnen ist.

Ein praktikumsinternes Sammeln und Aufarbeiten *aller* verwendeten Chemikalien ist grundsätzlich möglich, aber nicht sinnvoll, da es aufgrund des großen Zeitaufwandes und der Erzeugung meist kleiner Mengen unwirtschaftlich ist. Darüber hinaus wird eine immense Lagerkapazität benötigt, da eine getrennte Sammlung einzelner Reste für eine erfolgreiche Reinigung erforderlich ist.

Unter der Abwägung von Nutzen und Risiken erscheint nur die Rückgewinnung von Lösemitteln sinnvoll. Voraussetzungen für das praktikumsinterne Recycling sind daher die Reduktion der Lösemittelvielfalt, eine versuchsintegrierte Vorreinigung, artenreine Sammlung und die destillative Trennung der vorgereinigten Lösemittel. Die Kombination von Recycling und Reinheitskontrolle durch analytische Verfahren schafft Vertrauen in die tatsächliche Wiederverwertbarkeit der rückgewonnenen Stoffe. Da außerdem ein Nachkauf von Lösemitteln erst bei Nachweis des vollständigen Verbrauchs der aufbereiteten Stoffe durch die Assistenten genehmigt wird, ist auch auf diese Weise die Wiederverwendung sichergestellt.

Um unerwünschte Stoffeinträge zu vermeiden, wurden Wasserstrahl- durch geregelte Membranpumpen ersetzt. Außerdem wurde eine mit einem Wärmetauscher gekoppelte Membranpumpe bei der destillativen Vorreinigung der artenrein gesammelten, bereits benutzten Lösemittel am Rotationsverdampfer eingesetzt. Um die Quecksilberbelastung in den Praktikumsräumen zu minimieren, wurden quecksilberfreie Messgeräte zur Druck- und zur Temperaturmessung angeschafft.

### Erprobung des neuen organischen Praktikums

Im WS 1995/96 wurde das Organische Grundpraktikum erstmals vollständig nach dem neuen Konzept durchgeführt. Vor Beginn und zum Abschluss des Praktikums wurde eine Befragung der Studierenden durchgeführt, um die Akzeptanz der „neuen“ Lehrinhalte und der Effizienz der Vermittlung zu überprüfen.

### 3

Zu Beginn des Praktikums wurden die 51 Teilnehmer nach ihren Erwartungen an das Praktikum befragt. Im Folgenden sind die Ergebnisse skizziert:

Die Studierenden wollten in erster Linie das Praktikum erfolgreich absolvieren. Laborrelevante Begriffe des Arbeits- und Umweltschutzes und deren praktische Anwendung können offensichtlich nicht als bekannt vorausgesetzt werden, obwohl etwa die Hälfte der befragten Studierenden bereits eine chemietypische Berufsausbildung abgeschlossen hatte (45% waren mit den Begriffen kanzerogen, teratogen oder mutagen vertraut, 35% kannten diese Begriffe nur teilweise, 20% gar nicht). Umweltschutzrelevanten Inhalten stehen die Studierenden aufgeschlossen gegenüber. Ihre Bereitschaft, einen eigenen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, erstreckt sich sowohl auf eigene praktische als auch auf finanzielle Leistungen. So wollten sich 95% an der Sammlung von Lösemittelresten beteiligen.

Zum Abschluss des Praktikums wurde eine weitere Befragung durchgeführt, an der leider nur noch gut die Hälfte der Studierenden teilnahm. Hierbei beurteilten die Studierenden das Praktikum überwiegend positiv, die Berücksichtigung von Umweltschutz- und Arbeitsschutzaspekten wurde als gut bezeichnet. Auch das Erstellen der Betriebsanweisung für jeden Versuch wurde positiv aufgenommen. Die Beurteilung des eigenen Verhaltens bezüglich Umweltschutz und Entsorgung fiel mittelmäßig aus (2-3). Das Recycling wird jetzt als zeitraubend und aufwändig kritisiert, was sich auch in der Ausbeute artenrein gesammelten Lösemittels zeigt.

Fachliche Inhalte kommen gut an, die Form der Vermittlung der Inhalte zum angewandten Arbeits- und Umweltschutz wird angenommen (und auch in späteren Praktika weiterverwendet). Das Lösemittelrecycling, welches als Beispiel eines praktizierten Umweltschutzes innerhalb des Praktikums dient, wurde vor Beginn des Praktikums begrüßt, dann aber als hinderlich empfunden, weil es nicht als „echte“ Praktikumsleistung anerkannt wird. Daraus kann gefolgert werden, dass die Bereitschaft zu umweltschutzrelevanten Leistungen innerhalb des Praktikums bei den Studierenden „aus dem Bauch heraus“ erfolgte, während Zeitdruck dazu führt, diese Arbeiten mit einer niedrigen Priorität einzustufen. Wären die Lösemittel konsequent gesammelt worden, so hätte die Lösemittelmenge noch deutlich niedriger sein müssen als die 2,5l, die schließlich pro Student verbraucht wurden.

In den folgenden Semestern führten folgende Änderungen zu einer Verbesserung bei den oben aufgezeigten Problemen:

- Die Bereitschaft der Studierenden zur Mitarbeit beim Recycling wurde dadurch gefördert, dass die Recycling-Aufgabe als Praktikumsaufgabe anerkannt wird. Die Betreuung ist jedoch zeit- und personalaufwändig.

- Zur Verringerung des Lösemittelverbrauchs mussten der Einkauf und die Abgabe einer zurückgewonnenen Menge Lösemittel stärker kontrolliert werden.
- Die Suche nach weiteren Ersatzstoffen war nicht immer erfolgreich, auf manche Versuche musste verzichtet werden (Beispiel: Oxymercuration mit Quecksilberacetat), bei anderen mussten zunächst Kompromisse eingegangen werden (Lösemittel Methylenchlorid bei katalysierten Diels-Alder-Reaktionen)
- Die Form eines offenen Praktikums bereitete im Rahmen der in NRW geltenden und damit von den Fachbereichen umzusetzenden Eckdatenverordnung Schwierigkeiten, da insbesondere Versuche mit höherem Zeitbedarf und auch Serienversuche ein Problem darstellen.

Die Durchführung des OC-Grundpraktikums gemäß der beschriebenen Umgestaltung hat sich in den vergangenen Semestern bewährt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Praktikumskonzept so stabil ist, dass es unter verschiedenen organisatorischen Varianten anwendbar ist. In Essen wird das Praktikum sowohl für Diplom-Chemiker und Ingenieure als auch für Lehramtsstudierende angeboten. Der modulare Aufbau ermöglicht die Anerkennung verschiedener Leistungsanforderungen.

Wichtig ist es, „alte Gewohnheiten“ der Assistenten und Studierenden (z. T. ausgebildete Chemielaboranten) durch eine regelmäßige Kontrolle nicht zum Tragen kommen zu lassen, da sonst

- andere Praktikumsbücher verwendet werden.
- alternative Syntheseverfahren ausprobiert werden.
- andere Lösemittel zum Einsatz kommen.
- andere Hilfsmittel verwendet werden.

Mit diesem Praktikumskonzept ist es nicht nur gelungen, beachtliche Kosten für den Chemikalienkauf und die Abfallentsorgung einzusparen, sondern vor allem, den Studierenden einen sachgerechten und verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien, Resten und Abfällen zu vermitteln. Dieses Praktikum steht damit in einer „Leit“-Linie mit dem vorab zu absolvierenden AC-Grundpraktikum und den nachfolgenden Praktika der Organischen, Physikalische, Technischen und Anorganischen Chemie sowie der Umweltanalytik, in denen eigene Wege im oben beschriebenen Sinne gesucht wurden. Ergänzt wird die Ausbildung der Studierenden seit 1992 durch jeweils einstündige Vorlesungen zu den Themen „Toxikologie“ und „Gefahrstoffrechtskunde“.

*Reiner Sustmann*



### 1. Substitutionsreaktionen

94

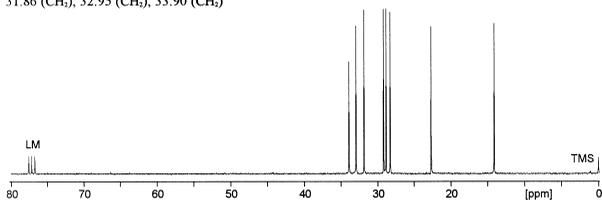
**E<sub>3</sub>:** verunreinigte Fraktionen und Destillationsrückstand → Entsorgung (RHal)

**R<sub>1</sub>:** abdestilliertes Lösungsmittel → Recycling (Sammelbehälter für Cyclohexan)

#### Auswertung des Versuchs

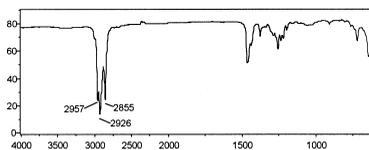
**<sup>1</sup>H-NMR-Spektrum von 1** (300 MHz, CDCl<sub>3</sub>): δ = 0.88 (t CH<sub>3</sub>, (3 H), 1.2-1.4 m CH<sub>2</sub>, (8 H), 1.4-1.5 m CH<sub>2</sub>, (2 H), 1.85 quint. CH<sub>2</sub>, (2 H), 3.4 t CH<sub>2</sub>, (2 H)

**<sup>13</sup>C-NMR-Spektrum** (75 MHz, CDCl<sub>3</sub>) von 1: δ = 14.14 (CH<sub>3</sub>), 22.73 (CH<sub>2</sub>), 28.28 (CH<sub>2</sub>), 29.23 (CH<sub>2</sub>), 31.86 (CH<sub>2</sub>), 32.95 (CH<sub>2</sub>), 33.90 (CH<sub>2</sub>)

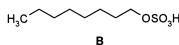
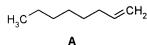


**IR-Spektrum von 1 :**

(Film, T [%],  $\tilde{\nu}$  [cm<sup>-1</sup>])



**Andere denkbare Reaktionsprodukte:**



#### Literatur, allgemeine Anwendbarkeit der Methode

Diese Arbeitsvorschrift kann allgemein zur Umsetzung von *n*-Alkoholen (ca. C<sub>4</sub>-C<sub>12</sub>) zu primären Bromalkanen verwendet werden. Sekundäre und tertiäre Alkohole unterliegen leicht - insbesondere bei höheren Temperaturen - Umlagerungen und Eliminierungen.

# 3

## Ausbildungsintegrierter Umweltschutz

### Reform des AC-Grundpraktikums an der FH Darmstadt

Basierend auf dem *Zürcher Modell*<sup>[1]</sup> wurde an der Fachhochschule Darmstadt ein neues Einführungspraktikum in Anorganischer Chemie konzipiert<sup>[2]</sup> und evaluiert<sup>[3]</sup>. Es findet an einem Tag pro Woche zu Beginn des ersten Praktikumssemesters statt und wird seit 1993 unverändert betrieben.

Die Studierenden lernen ausgewählte interessante Verbindungen der Anorganischen Chemie, wichtige Reaktionsprinzipien wie Säure/Base-, Redox- und Komplexchemie sowie gängige Arbeitstechniken kennen. Über diese klassischen Lerninhalte hinaus sollen sie aber auch verinnerlichen, dass Chemie, Umweltschutz und Sicherheit untrennbar zusammengehören. Da die Themenkreise Umweltschutz und Sicherheit praxisorientierte Gesichtspunkte beinhalten, passen sie entsprechend gut in die von ihrem Bildungsauftrag her industriennahe Ausbildung von Chemieingenieuren.

### Praktikumsbegleitendes Seminar

Bereits in der ersten Stunde des praktikumsbegleitenden Seminars werden Umweltschutzrichtlinien für das Praktikum erarbeitet<sup>[4]</sup>: Ersatzstoffprinzip, Verkleinern von Ansatzgrößen, Optimieren von Versuchsanleitungen, Vernetzen von Einzelexperimenten zu Ketten oder Kreisläufen, getrenntes Sammeln von Resten, Wiedergewinnen von Ausgangsstoffen, Qualitätskontrolle der Recyclate und Entsorgungsmaßnahmen für nicht verwertbare Reste nach dem Stand der Technik. Dabei wird betont, dass sicheres Arbeiten nicht nur der Gesundheit, sondern auch der Umwelt nützt, ebenso wie Umweltschutzmaßnahmen häufig auch den Gesundheitsschutz fördern.

### Ökologische Aspekte ausgewählter Praktikumsversuche

Im Folgenden werden an ausgewählten Beispielen Vorteile der neuen bzw. optimierten Versuche sowie der andersartigen Zusammenstellung grundsätzlich bekannter Einzelexperimente erläutert<sup>[2]</sup>.

- **Einsatz eines Ersatzstoffes:** Dreiwertiges Eisen lässt sich aus salzsaurer Lösung mit Diethylether extrahieren. Der Versuch lässt sich genauso gut mit *tert.*-Butylmethylether durchführen. Dieser bildet – anders als Diethylether – keine Peroxide und kann deshalb gefahrlos durch Destillation am Rotavapor recycelt werden. Da sein Siedepunkt höher ist als der des Diethylethers, ist der Verdampfungsverlust beim Ab-

rotieren außerdem erheblich geringer. Dem ersten Einsatz dieses Ersatzstoffes ging die Bestimmung seines Extraktionskoeffizienten voraus. Dabei konnte den Studierenden die Relevanz wissenschaftlicher Forschung für den Umweltschutz bewusst gemacht werden.

- **Minimierung einer Ansatzmenge:** Pro Ansatz sollen nur 30mg Berliner Blau hergestellt werden. Diese geringe Menge reicht völlig aus, um das Pigment durch Zentrifugieren zu isolieren und danach IR-spektroskopisch zu charakterisieren – und dabei zu verbrauchen.
- **Eine optimierte Synthese:** Thénards Blau wird nach den meisten Praktikumsbüchern durch Verreiben von Aluminium- und Cobaltsalzen und Erhitzen der Mischungen hergestellt. In Darmstadt wird eine Cofällung von Aluminium- und Cobalhydroxid durchgeführt, wodurch eine molekulardisperse Mischung der Edukte entsteht. Beim anschließenden Erhitzen (diffusionskontrollierte Festkörperreaktion) ist die Spinellausbeute sehr viel höher als bei dem traditionell eingesetzten Verfahren. Folglich sind nach dem Waschen des Pigments nur noch sehr geringe Cobaltkonzentrationen im Abwasser nachweisbar. Der Versuch spiegelt das Vorgehen in der chemischen Industrie wider, die Ausbeute einer Synthese nicht nur finanziell, sondern auch unter dem ökologischen Aspekt zu optimieren.
- **Vernetzung verschiedener Praktika:** Rinmanns Grün wird konventionell durch gemeinsames Erhitzen einer Zink- und einer Cobaltverbindung gewonnen. Für das Darmstädter Praktikum muss keine Zinkverbindung gekauft werden, da aus dem Organischen Praktikum Reste von Clemmensen-Reduktionen zur Verfügung stehen. Aus diesen wird Zinkhydroxid gefällt und dann zum Spinell verarbeitet. Der Reststoff eines Praktikums wird also an anderer Stelle zum Rohstoff. Wie beim produktionsintegrierten Umweltschutz in der chemischen Industrie wird Abfall vermieden und gleichzeitig Ausgangsmaterial gespart.
- **Zusammenstellung von Einzelversuchen zu einem Kreislauf:** Der Vorteil von Kettenversuchen ist offensichtlich. Das Produkt des ersten Versuches wird im zweiten Experiment weiterverwendet. Beim ersten Versuch fällt kein Abfall an und für den zweiten muss kein Startmaterial gekauft werden. Die Vorgehensweise kommt deshalb dem Umweltschutz und dem Budget des Fachbereichs gleichermaßen zugute. Für die Kupferchemie sieht die Versuchskette im Darmstädter Praktikum, beginnend mit Kupfersulfat, so aus:

3

Das Endprodukt  $\text{CuCl}$  wird gesammelt, bis eine ausreichende Menge zusammengeworren ist. Dann wird ein Student gebeten, daraus Kupfervitriol zu recyceln, ein weiterer führt eine Qualitätskontrolle der wiedergewonnenen Kupferverbindung durch, bevor diese – mit einer Spezifikation versehen – zur erneuten Verwendung in den Chemikalienschrank gestellt wird. (Im Praktikumsbuch sind Kreisprozesse zur Chemie mehrerer Elemente beschrieben, sodass die Studierenden eine gewisse Auswahl haben.)

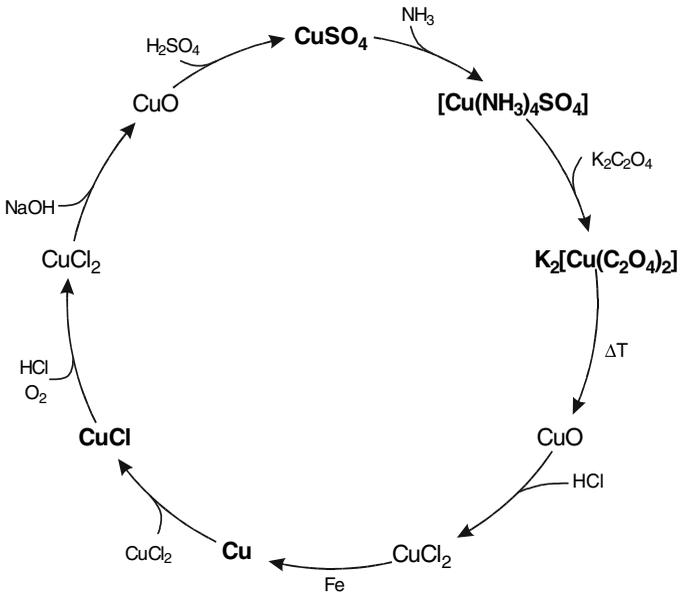


Abb. 1: Versuchskette zur Abfallminimierung bei Präparaten (Kupferchemie)

- **Recycling einer Ausgangsverbindung:** Zunächst stellen die Auszubildenden aus Schwefel und Natriumsulfit Natriumthiosulfat her. Nach dem Testat geben sie ihr Produkt in Salzsäure, um es zu Schwefel, Schwefel(IV)-oxid, Natriumchlorid und Wasser zu zersetzen. Auf diese Art gelingt es, den Schwefel in hoher Reinheit zurückzugewinnen. Da die Vorgehensweise die pH-Abhängigkeit von Synthese und Zersetzung eines Stoffes thematisiert, ist sie auch didaktisch als sinnvoll zu bezeichnen.

An den vorgestellten Beispielen wird deutlich, dass jede Umweltschutzmaßnahme irgendeine interessante, zusätzliche chemische Fragestellung aufwirft, die im Seminar diskutiert wird und auch prüfungsrelevant ist (kognitives Lernziel).

### Evaluation

Ein wesentliches Ergebnis der Evaluation (als Vergleichsgruppe dienten die Züricher Studierenden)<sup>[3]</sup> ist, dass die Studierenden es zu schätzen wissen, dass es ein auch unter den Gesichtspunkten der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes gut durchdachtes Praktikum gibt. Weiterhin haben sich die jungen Menschen bereits in einer sehr frühen Phase ihrer Ausbildung daran gewöhnt, Chemie, Sicherheit und Umweltschutz integrativ zu betrachten. Neben der konventionellen Chemie haben sie zahlreiche Verfahren des technischen Umweltschutzes kennen gelernt und damit ökologische Handlungskompetenz erlangt. Sie kommen zu dem Schluss, dass gerade sie als Chemiker in besonderem Maße zum Schutz der Umwelt beitragen können, weil eben fast alle Verfahren der Wasser-, Luft- und Bodenreinhaltung auf chemischen Prinzipien beruhen.

Neben diesen didaktischen Aspekten ist auch der finanzielle Nutzen der umweltgerechteren Gestaltung des Praktikums relevant: Da die Abfallmenge auf etwa ein Zehntel zurückgegangen ist, werden erhebliche Kosten für Chemie-Sondermüll gespart.

### Übertragbarkeit auf andere Praktika

In das Qualitativ-Analytische Praktikum lassen sich verschiedene Methoden der Abwasserreinigung mühelos integrieren<sup>[2]</sup>. Die gemischten Versuchsreste werden im Becherglas einer Sulfid-, Hydroxid- oder Carbonatfällung unterzogen oder mit Wasserstoffperoxid und Aktivkohle behandelt, um die vorhandenen Schadstoffe oxidativ zu zerstören bzw. zu adsorbieren. Die Studierenden kümmern sich hierbei nicht nur – im Sinne des Verursacherprinzips – um ihre eigenen Versuchsreste, sondern erbringen auch die Transferleistung, das zuvor bei den analytischen Übungen erworbene Wissen in den Dienst des Umweltschutzes zu stellen.

Die Versuche im Quantitativ-Analytischen Praktikum können zur Qualitätskontrolle recycelter Präparate genutzt werden<sup>[2]</sup>. Dadurch wird den Auszubildenden der hohe Stellenwert der Analytik im Umweltschutz bewusst.

### 3

An der FH Darmstadt gibt es inzwischen einige Fortgeschrittenenpraktika, in denen neben der klassischen Chemie auch ökologisch-chemische Aspekte vertieft werden, u.a. mit den Schwerpunkten Kunststoffrecycling<sup>[5]</sup>, weitergehende Abwasserbehandlung<sup>[5, 6]</sup>, Bodensanierung<sup>[6, 7]</sup> und nachwachsende Rohstoffe<sup>[8]</sup>.

Mit der Firma Boehringer-Mannheim wurde ein Organisches Praktikum für angehende Chemielaboranten entwickelt, in dem Kreisprozesse rund um die Benzoesäure, inklusive Abwasserbehandlungen, verwirklicht sind<sup>[8]</sup>.

Weiterhin konnten viele umweltfreundlichere Versuche für den Chemieunterricht in der Schule vorgeschlagen werden<sup>[10]</sup>.

Abschließend sei erwähnt, dass auch die Experimentalvorlesung für Studierende im ersten Semester unter ökologischen Gesichtspunkten optimiert wurde<sup>[11]</sup>. Dadurch, dass der Dozent seine Versuchsreste selbst direkt in der Vorlesung aufbereitet, thematisiert er dort den Zusammenhang zwischen Chemie und Umwelt und führt die Studierenden schon vor dem Beginn ihres Praktikums in die Denkweise des ausbildungsintegrierten Umweltschutzes ein.

### Dank

Dank gebührt den vielen Studierenden, die die neuen Praktikumsversuche in Projektarbeiten konzipiert, erprobt und optimiert haben<sup>[12]</sup>, einem Doktoranden der Chemiedidaktik der Universität Gießen, der u. a. das praktikumsbegleitende Seminar gestaltete und die Evaluation durchführte<sup>[13]</sup>, sowie dem Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst, das etwa 70.000 DM für die Umgestaltung des Anfängerpraktikums zur Verfügung stellte und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, die die Übertragung des Know-hows zum umweltfreundlichen Experimentieren auf den Chemieunterricht im Gymnasium<sup>[10]</sup> mit knapp 30.000 DM förderte.

Volker Wiskamp

[1] H. Fischer: „Environment Protection by practical Chemistry Laboratory Course with a Minimum of Chemical Waste“ – *Chimia* 45 (1991) 77

[2] V. Wiskamp: „Umweltfreundlichere Versuche im Anorganisch-Analytischen Praktikum“ – VCH, Weinheim 1995

[3] V. Wiskamp, M. Deneke, V. Kramb: „Praktikumsintegrierter Umweltschutz – Evaluation eines neuen Konzeptes zur Ausbildung von Chemieanfängern“ – *Das Hochschulwesen* 1996/4 257-261

- [4] V. Wiskamp, V. Kramb: „Praktische Chemie-Grundausbildung“ – *GIT Fachz. Lab.* 1/98 (1998) 68-69
- [5] V. Wiskamp, J. S. Schneider: „Fortgeschrittenenpraktika in Anorganischer und Polymerchemie im Rahmen einer ökologisch orientierten Ingenieurausbildung“ – *Chimia* 48 (1994) 142-146
- [6] V. Wiskamp, P. Fischer, S. Hüttenhain, V. Kramb: „Ein Umweltchemie-Praktikum an der Fachhochschule Darmstadt“ – *Chimia* 48 (1994) 475-478
- [7] V. Wiskamp, S. Hüttenhain, R. Lehr, G. Paffrath: „Bodensanierung“ – *Chem. Sch.* 45 (1998) 116-121
- [8] V. Wiskamp, V. Kramb: „Nachwachsende Rohstoffe – eine neue Lehrveranstaltung an der Fachhochschule Darmstadt und ihre Evaluierung“ – *chimica didactica* 22 (1996) 67-83
- [9] V. Wiskamp, D. Flassak, E. Schüler, D. Werle: „Chemie rund um die Benzoesäure – ein abfallreduziertes Praktikum in der Chemielaborantenausbildung“ – *CLB (Beilage Memory)* 48 (1997) 34-36
- [10] V. Wiskamp, W. Proske: „Umweltbewusstes Experimentieren im Chemieunterricht“ – VCH, Weinheim 1996
- [11] V. Wiskamp: „Anorganische Chemie – Ein praxisbezogenes Lehrbuch“ – Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 1996 (S. 359-384)
- [12] V. Wiskamp, V. Kramb, C. Buschmann, I. Kunte: „Projektarbeiten im Chemieanfängerpraktikum“ – *chimica didactica* 21 (1995) 228-243
- [13] V. Kramb: „Umweltbildung durch Praktikumsintegrierten Umweltschutz – Das PIUS-Konzept an der Fachhochschule Darmstadt und sein Beitrag zur Umwelterziehung im Chemieunterricht der Gymnasialen Oberstufe“ – Dissertation, Universität Gießen 1996

# 3

## Das Sieben-Lösemittel-Konzept

*Mit wie wenigen Lösemitteln kann man auskommen?*

Aus Gründen des Umwelt- und Gesundheitsschutzes ist es sinnvoll, in Praktika sowie in weiten Bereichen der Forschung die Anzahl der verwendeten Lösemittel zu begrenzen und dabei ganz auf halogenierte Lösemittel zu verzichten. Bei der Auswahl der Lösemittel sollen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Abdeckung des gesamten Löslichkeitsspektrums mit einer möglichst geringen Anzahl nicht wässriger Lösemittel
- Vermeidung halogener Lösemittel
- möglichst geringes Gefahrenpotenzial der eingesetzten Lösemittel, d. h. Einstufung der Lösemittel als gesundheitsschädlich oder geringer (nach GefStoffV), nach gegenwärtigem Erkenntnisstand weder karzinogen noch mutagen
- möglichst einfache und gefahrlose Handhabung im Labor
- möglichst geringe Reaktivität
- gute Recycling-Eigenschaften, geringer Aufwand zum Reinigen und Trocknen
- möglichst geringe Beschaffungs- und Entsorgungskosten

Die Eigenschaften der Lösemittel bezüglich ihres Löseverhaltens werden nach ihren Löslichkeitsparametern eingestuft. Die Berechnung der Löslichkeitsparameter  $\delta$  basiert auf der kohäsiven Energiedichte der Lösemittel. Dies ist der Energiebetrag, der bei einem molekularen Trennungsvorgang, z. B. beim Verdünnen oder Verdampfen eines Stoffes, aufgebracht werden muss. Zur besseren Berücksichtigung polarer Kräfte (Index p) und von Wasserstoffbindungskräften (Index h) neben den Dispersionskräften (Index d) wird der Löslichkeitsparameter nach folgender Gleichung in die entsprechenden Komponenten aufgeteilt:

$$\delta^2 = \delta_d^2 + \delta_p^2 + \delta_h^2 \left[ \text{J/cm}^3 \right]$$

Die Löslichkeitsparameter sind für viele Stoffe tabelliert<sup>[1]</sup>. Für die Anwendung der Löslichkeitsparameter gelten folgende Grundregeln:

- In der Regel sind Substanzen gut miteinander mischbar bzw. ineinander lösbar, wenn die Differenz ihrer Löslichkeitsparameter  $\delta$  höchstens vier bis sechs Einheiten beträgt.

- Aufgrund diverser thermodynamischer Vereinfachungen und der Einbeziehung einiger empirischer Parameter bei der Ermittlung der Löslichkeitsparameter gelten Voraussagen über die Löslichkeit zweier Stoffe ineinander nicht immer exakt.
- Ein großer Teil der Abweichungen lässt sich durch den Vergleich der einzelnen Unterparameter  $\delta_d$ ,  $\delta_p$  und  $\delta_n$  erklären. Auch hier dürfen die Differenzen zwischen den Parametern der zu mischenden oder ineinander zu lösenden Stoffen nicht zu groß sein.

### Löslichkeitsparameter einiger gängiger und alternativer Lösemittel

| Lösemittel               | $\delta$    | Lösemittel     | $\delta$    |
|--------------------------|-------------|----------------|-------------|
| n-Hexan                  | 14,9        | Dichlormethan  | 19,8        |
| <b>n-Heptan</b>          | <b>15,1</b> | <b>THF</b>     | <b>19,2</b> |
| Cyclohexan               | 16,8        | Chloroform     | 19,0        |
| Benzol                   | 18,8        | Methanol       | 29,7        |
| <b>Toluol</b>            | <b>18,2</b> | <b>Ethanol</b> | <b>26,0</b> |
| Xylol                    | 18,0        | 2-Propanol     | 23,5        |
|                          |             | n-Butanol      | 23,3        |
| Chloroform               | 19,0        |                |             |
| Methylethylketon         | 19,0        | DMF            | 24,8        |
| <b>Ethylacetat</b>       | <b>18,6</b> | <b>DMSO</b>    | <b>26,4</b> |
| Dioxan                   | 20,3        | Nitromethan    | 25,8        |
| <b>Aceton als Spülol</b> | <b>20,5</b> | Wasser         | 48,0        |

Die Löslichkeitsparameter  $\delta$  der ausgewählten Lösemittel unterscheiden sich zum Teil nicht sehr stark, die Differenzen der Unterparameter  $\delta_d$ ,  $\delta_p$  und  $\delta_n$  sind jedoch beträchtlich.

Die nicht wässrigen Lösemittel sind nach ihren Löslichkeitsparametern in sieben Kategorien unterteilt. Die in der Tabelle hervorgehobenen Lösemittel erfüllen die oben aufgestellten Auswahlkriterien am ehesten, wobei den Eigenschaften „geringes Gefahrenpotenzial“ und „Vermeidung halogenierter Lösemittel“ die höchste Priorität eingeräumt wurde. Da die Wahrnehmung von Gefahren am zuverlässigsten optisch, akustisch und

### 3

durch den Geruchssinn erfolgt, wurde bei der Auswahl der Lösemittel darauf geachtet, dass ihre Wahrnehmungsschwelle durch den Geruch jeweils deutlich unter dem MAK-Wert liegt. Hier wurde eine Unterschreitung um den Faktor 3 bis 7 erreicht. Einzige Ausnahme bildet das Ethanol, bei dem die Geruchsschwelle deutlich über dem MAK-Wert liegt. Diese Tatsache ist aber aufgrund des geringen Gefährdungspotenzials von Ethanol zu vertreten. Ethanol kann aber auch durch 2-Propanol ersetzt werden, dessen Gefährdungspotenzial nur unwesentlich höher ist und dessen Geruchsschwelle nur 1/50 des MAK-Wertes beträgt.

### Möglichkeiten und Grenzen bei der Umsetzung

- Durch die Beschränkung auf nur sieben nicht wässrige Lösemittel kann die Gesamtmenge an bereitgestellten Lösemitteln deutlich verringert werden. Die getrennte Sammlung der Lösemittel zum Recycling wird somit vereinfacht.
- Die ausgewählten Lösemittel sind ohne Probleme in Standardanlagen redestillierbar. Dadurch ist eine deutliche Reduzierung der Abfallmengen möglich.



- Das Konzept ist in Praktika bei entsprechender Auswahl der Präparate problemlos umsetzbar.
- Im Bereich der Forschung kann das Sieben-Lösemittel-Konzept bei vielen Standardreaktionen sowie in vielen Bereichen der Chromatographie und der Extraktion ohne Probleme umgesetzt werden.
- Der Gebrauch geringer Mengen anderer Lösemittel soll auf solche Fälle beschränkt werden, in denen keines der sieben ausgewählten Lösemittel zum gewünschten Ergebnis führt. Dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn spezielle Lösemittel zur Aktivitäts- oder Selektivitätssteigerung eingesetzt werden müssen.
- Der Einsatz größerer Mengen THF als Ersatzstoff für Dichlormethan ist auf Grund seiner Neigung zu verstärkter Peroxidbildung und der damit verbundenen Gefahren gerade im Bereich der Praktika als problematisch anzusehen.
- Zu Chromatographie- und Extraktionszwecken können in vielen Fällen an Stelle der häufig eingesetzten Dichlormethan/Methanol-Gemische auch Gemische von Methyl-tert-butylether (MTBE) und Aceton eingesetzt werden.

Das Sieben-Lösemittel-Konzept wurde im Praktikum Makromolekulare Chemie an der *RWTH Aachen* entwickelt und hat dort zusammen mit der Verringerung von Ansatzgrößen und konsequentem Lösemittelrecycling zu einer Reduzierung der Lösemittelabfallmengen um ca. 80% geführt.

An der Uni-GH Paderborn ist das Konzept im Wintersemester 1997/98 im OC-Grundpraktikum probeweise eingeführt worden. Da hier bereits im Vorfeld die anfallenden Lösemittelabfallmengen durch Verminderung der Ansatzgrößen in Verbindung mit einem teilweisen Lösemittelrecycling um ca. 50% reduziert wurden, war der Einspareffekt erwartungsgemäß deutlich niedriger. Im Interesse der Arbeitssicherheit wurde auf die Verwendung von THF verzichtet. Der Gebrauch von Dichlormethan wurde sehr stark reduziert. Da im Grundpraktikum zum Teil schon einfache Präparate für die Forschung hergestellt werden, kommen in geringem Umfang auch andere Lösemittel zum Einsatz.

*Hans-Joachim Grumbach*

[1] Ullmann, 4. Auflage, Bd. 16, S. 283 ff; J. H. Meyer zu Bexten, *Farbe und Lack* (1972), Bd. 78, S. 813 ff

# 3

## Praktische Sicherheitsorganisation

... ein Standortvorteil für die Universität Bielefeld

Die weit reichende Umgestaltung der Grundpraktika Organische Chemie an der Fakultät für Chemie der Universität Bielefeld wurde mit einem 2-jährigen ABM-Projekt „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ von 1995–1997 eingeleitet. In Zusammenarbeit mit Frau Dr. Susanne Barrabaß wurden die Praktika für die Diplomstudiengänge Chemie, Biochemie, Biologie und Lehramt unter Berücksichtigung der gesetzlichen Anforderungen reformiert.

Das Grundpraktikum Organische Chemie verfügt nicht über eigene Räume. Die Laboratorien der Organischen Chemie werden gleichzeitig von Studierenden des Grund- und des Hauptstudiums benutzt. Diese Gegebenheit erfordert somit besondere Lösungsmodelle für eine Umgestaltung.

Die gesetzlichen Anforderungen für Laboratorien wurden mit den örtlichen Gegebenheiten verglichen. Auf Basis dieses Vergleichs wurde eine Vorgehensweise für die anstehenden Umgestaltungen erarbeitet. Die ersten Kriterien waren die bekannten Schlagworte:

*Vermeiden Vermindern Verwerten Entsorgen*

Für ein Konzept „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ bedeutet dies:

- Eliminierung von Chemikalien, die im Grundpraktikum möglichst nicht einzusetzen sind (*Vermeiden*).
- Einrichtung einer Sonderabfallentsorgungsstation für die gesamte Universität Bielefeld, um die Chemikalien ordnungsgemäß und je nach Gefährdungspotenzial getrennt voneinander aufbewahren zu können (*siehe auch S. 93ff.*).
- Alle nicht mehr benötigten Chemikaliengebinde wurden in einer groß angelegten Aktion *entsorgt*. Im Praktikum wurde außerdem ein Regal für Leergebinde eingerichtet. Diese Gefäße stehen den Studierenden zur Verfügung und sollen als Mehrweggebinde benutzt werden. Durch die mehrfache Verwendung der Gefäße werden die Kosten für die Studierenden sowie die Abfallmenge *vermindert* und somit die *Entsorgung* entlastet.
- Lösungsmittel wie Diethylether und Dichlormethan wurden durch Methyl-tert-butylether und Essigsäureethylester substituiert (*Vermeiden*). Durch Einführung des Halbmikromaßstabes und Ausrüstung der Praktikumsplätze mit Glas-Mikroapparaturen wurde der Chemikalienverbrauch und die Abfallmenge *vermindert*. Eine einsemestrige Erprobungsphase mit Studierenden im Praktikumsbetrieb

hat erfolgreich gezeigt, dass der stark *verminderte* Chemikalieneinsatz kaum Einbußen bei den Produktausbeuten zur Folge hat.

- Im Fakultätsgebäude wurde ein neuer Schaukasten mit dem Thema „Globales, umweltgerechtes Arbeiten – keine Zauberei!“ eingerichtet. Dieser dient dazu, das Projekt vorzustellen und Informationen zum Thema Arbeitssicherheit zu vermitteln (*Öffentlichkeit*).
- Fragebogenaktionen zum Thema „Sicherheit im Umgang mit Gefahrstoffen“ werden regelmäßig durchgeführt. Die Hinweise der Studierenden werden gründlich ausgewertet. Verbesserungsvorschläge aus den Fragebögen fließen in neue Konzepte ein und werden entsprechend dokumentiert. Dies motiviert die Studierenden zusätzlich, sich aktiv an dem Projekt zu beteiligen. Aus der Reihe der Verbesserungsvorschläge der Studierenden stammen z. B. folgende Konzepte:
  - eine verbesserte, praxisorientierte Betriebsanweisung,
  - ein neues Skript zu jedem Praktikum,
  - eine „Checkliste“ für Assistenten, die Aspekte der theoretischen Sicherheitsunterweisung in die Praxis überträgt. Vor Ort wird ein Orientierungsrundgang mit Informationen zum Verhalten im Gefahrenfall und Anweisungen zu Entsorgung und Recycling durchgeführt. Zusätzlich werden der Aufbau klassischer Apparaturen und die Struktur des Versuchsprotokolls erklärt.
- Zurzeit wird an einem neuen Praktikumskonzept und -skript gearbeitet, bei dem ein Verschmelzen der ursprünglichen Praktikumsinhalte mit dem Thema Arbeitssicherheit erreicht werden soll. Durch bisherige Entwicklungen der Umgestaltung wurden besonders gefahrstoffbelastete Versuche gestrichen und veraltete präparative Vorschriften durch aktuellere Darstellungsmethoden ersetzt. In der nächsten Stufe werden so genannte „Kreislauf-Präparate“ entwickelt. Ergänzend wird ein Seminar, welches die Theorie der Organischen Chemie sowie Themen der Arbeitssicherheit zum Praktikum aufarbeitet, angeboten.

Erfreulich ist, dass die Studierenden allmählich Arbeitssicherheit nicht mehr als lästig und überflüssig bei chemischen Arbeiten empfinden, sondern sie als integralen Bestandteil in Ausbildung und Forschung akzeptieren.

Weiterhin gab es folgende Neuerungen in den Praktika der Organischen Chemie: Alle gängigen Lösemittel werden nicht mehr in Lösemittel-Abfallgebinden gesammelt und *entsorgt*, sondern in Kanistern getrennt gesammelt und von der Abteilung für Sonderabfallentsorgung aufbereitet, gaschromatographisch geprüft und dem Praktikum zur *Wiederverwertung* zugeführt.

### 3

Während der zweijährigen Projektlaufzeit wurde sehr schnell deutlich, dass dieses Konzept „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ auf großes Interesse bei den Studierenden stößt. Wichtig war es, anschließend ein Gesamtkonzept zur Organisationsstruktur innerhalb der Fakultät zu erarbeiten, das nicht nur die Praktika berücksichtigt, sondern auch im Bereich der Forschung greift. Es ist letztendlich nicht hilfreich, wenn Studierende sich hochmotiviert mit einem Thema auseinander setzen, während ihnen dies von den Assistenten, Mitarbeitern und Professoren nicht vorgelebt wird.

So wurden im Laufe der letzten Jahre weitere Projekte initiiert, die alle Mitglieder der Fakultät ansprechen sollten. Wichtig ist, dass jedem Einzelnen immer wieder deutlich gemacht wird: *„Jeder trägt Verantwortung für das, was er maßgeblich beeinflusst!“*

Das Beurteilungsvermögen der Studierenden und Mitarbeiter für das Thema Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz innerhalb einer Fakultät ist somit ein Abbild der Aktivitäten aller, die sich mit dem Thema auseinandersetzen müssen.

Mithilfe weiterer Initiativen zum Thema Arbeitsschutz wurde in den letzten Jahren erreicht, dass alle Mitglieder der Fakultät während ihrer alltäglichen Arbeit in den Laboratorien angesprochen werden, um das Thema immer wieder ins Gedächtnis zu rufen. So sind in der Fakultät zwei Videofilme (*siehe auch S. 44f.*) zum Thema Arbeitsschutz entstanden. Kurzberichte über einen der beiden Filme und das Projekt „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ wurden u. a. im HIS-Mitteilungsblatt „Gefahrstoffe“ sowie in den „Blauen Blättern“ der GDCh veröffentlicht. Vom Arbeitskreis der Sicherheitsbeauftragten wurde der Wettbewerb „Sicheres Labor 1998“ zwischen allen Arbeitsgruppen der Fakultät durchgeführt. Die große Resonanz von Hochschulen und Instituten zu diesen Beiträgen macht deutlich, dass das „Bielefelder Modell“ auf starkes Interesse stößt.

Die bisherigen Initiativen zeigen, dass sich das Projekt „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ durch die unterschiedlichsten Arbeitsansätze und Impulse in ständigem Fluss befindet. Neue Ideen und Lösungen zum besseren Erkennen auch der „unsichtbaren Gefahren“ sowie zum Ersatz weiterer Gefahrstoffe und dem sicheren Umgang mit den verbleibenden Chemikalien müssen noch umgesetzt werden.

Ziel ist es, chemisches Wissen, fachgerechte Entsorgung, gute Betreuung, Didaktik, Arbeitssicherheit und Umweltschutz so miteinander zu verzahnen, dass ein optimales Konzept zum Thema „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ resultiert.

Sabine Schrader

## Think global – act local

### *Universitäre Umweltschutzkonzepte*

# 4

Umweltschutzprojekte werden heute in hoch entwickelten Industriestaaten – in einem solchen leben wir zweifelsfrei – in der Regel nicht mehr mit dem Ziel betrieben, die eigene Atemluft oder das eigene Trinkwasser sauber zu halten oder sogar zu bekommen. Sie widmen sich vielmehr eher globalen Problemen, für deren Bewältigung sich auch lokale Lösungen anbieten oder aufdrängen.

In den vorherigen Kapiteln wurden Projekte vorgestellt, die Aspekte des Umweltschutzes eher in zweiter Linie berücksichtigten – sei es durch Verkleinerung von Ansatzgrößen bei Praktikumsversuchen oder dem Einsatz von nur einigen wenigen Lösemitteln. Die folgenden Artikel sind Projekten gewidmet, die vor allem dem Umweltschutz dienen – erwünschte Nebeneffekte werden natürlich auch beschrieben.

Im ersten Bericht, der die Sonderabfallentsorgung an der Universität Bielefeld beschreibt, wird aufgezeigt, was getan werden kann, wenn der Sonderabfall – trotz aller Versuche ihn zu vermeiden – dennoch entstanden ist. In Bielefeld wurde eine zentrale Sammelstelle eingerichtet, die alle Sonderabfälle der Universität sammelt. Dies geschah mit dem Gedanken, dass viele dezentrale Sammelstellen deutlich kostenintensiver wären als eine zentrale – also absolut unökonomisch. Dieses Zentralkonzept wird allerdings noch durch die architektonischen Besonderheiten der Universität Bielefeld gefördert – sie ist eine Universität der sehr kurzen Wege. Die Highlights unter den Aspekten des Umweltschutzes sind aber mit Sicherheit die destillative Rückgewinnung von Lösemitteln und die Organisation einer Chemikalienbörse, die es ermöglicht, unnötige Chemikalienanschaffungen und Bevorratungen zu vermeiden.

Die nächsten beiden Artikel widmen sich einem sehr ähnlichen Thema: Es geht darum, Mitarbeiter in ihren Betrieben und auch zu Hause dazu anzuhalten, ihr nicht umweltgerechtes Verhalten zu ändern. So sehr sich beide Projekte in ihrer Intention ähneln, so unterschiedlich sind doch die Hintergründe der beiden Projektinitiativen: Das Projekt an der Universität-Gesamthochschule Paderborn hat die EU-Öko-Audit-Verordnung (also eine EU-Verordnung), die in diesem Fall die Installierung eines Umweltmanagement-Systems an der

### 4

Hochschule vorsieht, als Arbeitsbasis. Hier wurden – wie beim Öko-Audit-Verfahren üblich – ein Ist-Zustand festgestellt und Ziele gesetzt, was in einem bestimmten Zeitraum zu verbessern ist. Dies wird in Zyklen von drei Jahren wiederholt. Schon im ersten Zyklus ließen sich deutliche Verbesserungen und damit auch finanzielle Entlastungen feststellen. Umweltschutz kann preiswert sein!

Ein vergleichbares Projekt läuft an der Universität Lüneburg – hier ist die Arbeitsbasis die Agenda 21 (eine eher freiwillige Vereinbarung zwischen den Ländern der UN) des 1992 beim Umweltgipfel in Rio de Janeiro verabschiedeten Umwelt- und Entwicklungsprogramms der Vereinten Nationen. In Lüneburg wird das Prinzip der Nachhaltigkeit geübt: Das Ökosystem Erde soll nicht verletzt werden, zukünftige Generationen nicht von der jetzigen belastet werden. Während an den meisten Hochschulen der Umweltschutz quasi als Add-on zum normalen Betrieb der Hochschule – Lehre und Forschung – betrieben wird, ist in Lüneburg der Umweltschutz ein Projekt der Forschung und integraler Bestandteil der Lehre. Dem Aspekt der Gruppenuniversität werden die Lüneburger durch eine konsequente Einbindung aller Statusgruppen in die Organisation ihres Projekts „Agenda 21“ gerecht.

Auch das im letzten Artikel dieses Kapitels vorgestellte Sicherheits- und Gesundheitsschutzmanagement (SGU-Management) ist vom Verfahren her den Auditprozessen ähnlich. Ursprünglich stammt es aus der Industrie, es lässt sich aber auch auf Hochschulen übertragen. Im Artikel werden zunächst die Grundlagen und Prinzipien des SGU-Managements erläutert, anschließend wird am Beispiel des Fachbereichs Chemie der Uni Paderborn die Einführung eines derartigen Managementsystems geschildert. In Paderborn wurde Wert darauf gelegt, dass alle Gruppen in dieses System eingebunden waren – es wurde ein Schwerpunkt auf den Bereich der Studierenden gelegt, die anders als Beschäftigte naturgemäß die geringsten Bindungen zur Hochschule haben. In einem weiteren Schritt ist in Paderborn geplant, das am Fachbereich Chemie entwickelte Konzept auf die gesamte Universität zu übertragen. Dies soll in Teilschritten Fachbereich für Fachbereich erfolgen.

## Sonderabfallentsorgung – Uni Bielefeld

*Eine zentrale Sammelstelle für die ganze Hochschule*

4

Vermeidung, Verminderung, Verwertung und sachgerechte Entsorgung von gefährlichen Abfällen sind in der chemischen Industrie schon vor Jahren – auch aus Kostengründen – zur Selbstverständlichkeit geworden. Langsam setzt sich dieses Prinzip des angewandten Umweltschutzes auch an den chemischen Instituten deutscher Hochschulen durch. Dies erfolgt unter anderem durch Einrichtung spezieller Abteilungen für oben genannte Aufgaben.

Am Beispiel der Universität Bielefeld sollen die gegenwärtige Entwicklung, die Chancen, aber auch die Grenzen solcher Institutionen aufgezeigt werden.

### Stand der Dinge im Mai 1994

Bis zu diesem Zeitpunkt wurde die Entsorgung von Sonderabfällen der gesamten Universität Bielefeld noch von zwei wissenschaftlichen Hilfskräften der Fakultät für Chemie mit insgesamt zwanzig Wochenstunden wahrgenommen. Im Zeitraum von 1990 bis 1992 wurden 9,2 m<sup>3</sup> Sonderabfälle pro Jahr, in 1993 insgesamt 15,7 m<sup>3</sup> über das Sonderabfallzwischenlager entsorgt. Abfallerzeugerinnen waren vor allem die Fakultäten für Chemie, Biologie und Physik sowie die Technische Fakultät.

In Anbetracht der gestiegenen Sonderabfallmengen wurden damals vonseiten der zentralen Universitätsverwaltung und der Fakultät für Chemie Anstrengungen unternommen, eine neue Abteilung ins Leben zu rufen. Diese sollte sich primär mit der Entsorgung der Sonderabfälle beschäftigen, darüber hinaus aber auch mit der Sonderabfallvermeidung, -verminderung, und -behandlung.

### Die Mitarbeiter

Im Mai 1994 wurde daraufhin die *Abteilung Sonderabfallentsorgung* als zentrale Einrichtung innerhalb der Fakultät für Chemie gegründet. Als Leiter der Abteilung wurde ein promovierter Chemiker eingestellt, der bereits vier Jahre lang in Forschung und Entwicklung in den Bereichen Sonderabfallentsorgungstechnik und Umweltanalytik tätig war. Im Laufe der Zeit sind weitere fünf Mitarbeiter – eine Sachbearbeiterin, ein Chemikant sowie drei studentische Hilfskräfte – hinzugekommen.

# 4

## Die Räumlichkeiten

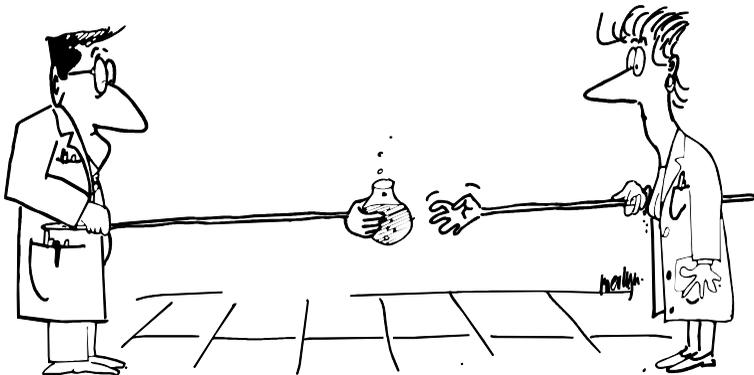
In einem an das zentrale Universitätsgebäude angeschlossenen Neubau verfügt die Sonderabfallentsorgung über eine Entsorgungsstation mit Umpumpanlagen für flüssige, brennbare Abfälle und über Lagerräume für flüssige, feste und pastöse Abfälle mit einer Gesamtlagerkapazität von rund 6500 Litern. Zudem stehen zwei Laborräume für Behandlungsmaßnahmen und Analytik zur Verfügung. Im abteilungseigenen Technikum wurden die baulichen Voraussetzungen für die Abfallbehandlung und das Chemikalienrecycling im halbtechnischen Maßstab geschaffen.

## Die praktische Arbeit

### Annahme und Sortierung

Gefährliche Abfälle werden direkt in den Laboratorien getrennt gesammelt. Die sachgerechte Trennung, Sammlung und Kennzeichnung der verschiedenen Abfälle sowie der Transport zur Entsorgungsstation liegen in der Verantwortung der Abfallerzeuger. Durch die Campusstruktur der Universität Bielefeld ist der Transport der Abfälle relativ unproblematisch.

Aus Gründen der Arbeitssicherheit und im Sinne einer ordnungsgemäßen Entsorgung wird bei der Annahme streng auf den Zustand der Verpackung und auf eine eindeutige Kennzeichnung geachtet. Auf einem schriftlichen Entsorgungsantrag (interner Entsorgungsnachweis) müssen die Abfallerzeuger die Richtigkeit ihrer Angaben bestätigen. Während der Öffnungszeiten der Entsorgungsstation besteht die Möglichkeit der ausführlichen Beratung, die den Mitarbeitern des Projektes sehr wichtig ist. Dieser Dienst macht einen erheblichen Teil der Arbeitszeit aus.



Unmittelbar nach der Annahme erfolgt das Sortieren der Abfälle gemäß den Abfallarten des Europäischen Abfallartenkatalogs (EAK). Einige Abfallarten werden in der Sonderabfallentsorgung in dort bereitstehenden Containern (IBC) gesammelt, andere bereits in den Laboratorien in transportzugelassenen Verpackungen. In diesem Fall werden die verschlossenen Behälter in die Entsorgungsstation übernommen, nach GGVS/ADR bezettelt und als Stückgut an den Entsorgungsfachbetrieb übergeben. Rund 30 Sonderabfallarten aus allen Bereichen der Universität werden auf diese Art über die zentrale Annahmestelle der Abteilung entsorgt.

### Hauptabfallarten und deren Entsorgungsweg:

- *Lösemittel- und Lösemittel-Wasser-Gemische* werden aus 12-Liter-Sammelgefäßen in so genannte kubische Tankcontainer (doppeltwandige, verzinkte Stahlbehälter mit einem Volumen von 425l) gepumpt. Die Entsorgung erfolgt durch Verbrennung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage.
- *Fotochemikalien* werden bis zum Abtransport zwischengelagert. Fixierer und Entwickler werden getrennt gesammelt und transportiert. Aus den Fixierbädern erfolgt eine elektrolytische Silberrückgewinnung.
- *Verunreinigte Betriebsmittel*, wie z. B. Schutzhandschuhe oder chemikalienbenetzte Verpackungen, werden in kubischen Tankcontainern von 800 l Volumen zwischengelagert. Die Entsorgung erfolgt durch Konditionierung und Verbrennung.
- *Filter- und Aufsaugmassen sowie Glas- und Keramikabfälle* mit schädlichen Verunreinigungen werden ebenfalls in 800-Liter-Containern zwischengelagert.
- *Anorganische und organische Laborchemikalienreste* werden nach Ausnahme Nr. 59 GGAV in Verbindung mit der TR Abfälle 002 in Gruppen sortiert und zu größeren Einheiten zusammengestellt.

### Behandlung, Konditionierung und Analytik

Die Entsorgung bestimmter reaktiver Substanzen (weißer Phosphor, Aluminiumalkyle, Explosivstoffe, Königswasser oder Restgase in Druckbehältern) ist entweder sehr teuer oder sogar gänzlich ausgeschlossen (s. a. Transportvorschriften). Solche Chemikalien müssen durch chemische Umsetzung in entsorgungsfähige oder wiederverwertbare Formen überführt werden.

# 4

Routinemäßig werden im Labor und im Technikum der Sonderabfallentsorgung wässrige Lösungen von Schwermetallen eingedampft und Schwermetallfällungen durchgeführt. Ebenso werden Restgase aus Druckgasbehältern vernichtet, die entleerten Druckbehälter werden über den Eisenschrott verwertet. Diese Maßnahmen tragen erheblich zu Einsparungen im Entsorgungsbereich bei.

Gelegentlich werden Gebinde mit unbekanntem Inhalt abgegeben. Diese Stoffe müssen einer gezielten analytischen Untersuchung unterworfen und charakterisiert werden, damit sie anschließend sachgerecht entsorgt bzw. wieder verwertet werden können.

## Chemikalienbörse

Chemikalien- und Wertstoffbörsen sind an vielen Hochschulen inzwischen fester Bestandteil der Ver- und Entsorgung von Chemikalien. Mit der Einrichtung einer solchen Börse werden im Wesentlichen zwei Ziele verfolgt:

- Verminderung des Sonderabfallaufkommens: Chemikalien werden nicht entsorgt, sondern im Wirtschaftskreislauf gehalten.
- Bestimmte Stoffe werden nicht neu gekauft, Reststoffe werden wieder verwertet.

Damit trägt diese Maßnahme umweltpolitisch zur Schonung von Ressourcen und Deponiekapazitäten bei. Daneben bedeutet sie für die Hochschule aber auch eine Kosteneinsparung in den Bereichen Einkauf und Entsorgung.

Seit Juli 1994 betreibt auch die Abteilung Sonderabfallentsorgung der Universität Bielefeld eine als „Chemikalien-Börse“ bezeichnete organisierte Erfassung und Vermittlung von Substanzen, die vom aktuellen Besitzer nicht mehr benötigt werden.

Diese Börse umfasst durchschnittlich 500 Positionen und wird von Arbeitsgruppen aller naturwissenschaftlichen Fakultäten regelmäßig in Anspruch genommen: Im Jahre 1999 konnten Chemikalien mit einem Marktwert von rund 10.000 DM (Kosten für Neukauf) vermittelt werden.

Eine Aufstellung des aktuellen Bestands kann im World Wide Web eingesehen werden. Zusätzlich erscheint die „Chemikalien-Börse“ – regelmäßig aktualisiert – auf Papier.

## Aufarbeitung von Lösemitteln

In mehreren Laboratorien an der Universität Bielefeld wird Recycling bereits erfolgreich durchgeführt. Wegen der labortypischen Größe der technischen Ausstattung ist dies jedoch auf kleine Mengen beschränkt.

Außerdem liegt die Entscheidung für oder gegen Recyclingmaßnahmen allein in den Händen der einzelnen Mitarbeiter in den Arbeitsgruppen. Diese werden für die zusätzliche Arbeit jedoch nicht entlohnt. Auch aus anderen, strukturellen Gründen bleiben die durchgeführten Recyclingmaßnahmen oft hinter den Möglichkeiten zur Wiedergewinnung von Chemikalien zurück.

Durch die Anschaffung eines Großrotationsverdampfers und einer Rektifikationsanlage mit elektronischen Steuereinrichtungen hat die Abteilung Sonderabfallentsorgung die Möglichkeit, die destillative Reinigung gebrauchter Lösemittel als Dienstleistung anzubieten. Da die sortenreine Trennung wichtige Voraussetzung für erfolgreiches Recycling ist, wurden einheitliche Sammelgefäße angeschafft, in denen destillierfähige Lösemittel in den Laboratorien getrennt gesammelt werden können. Die Qualität des Destillationsgutes wird durch gaschromatographische Untersuchungen (GC-FID) und Wasserbestimmung nach Karl Fischer belegt. Auf diese Weise werden durch Recycling auch qualitativ hochwertige Lösemittel gewonnen und kostenlos an die Laboratoriumsmitarbeiter zurückgegeben.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Schon in der Planungsphase der Abteilung Sonderabfallentsorgung wurde neben der Entsorgung von Sonderabfällen die Entwicklung von Konzepten und Methoden zur Sonderabfallvermeidung und -verwertung als Aufgabe formuliert. Dies wird einerseits vom Gesetzgeber gefordert, der der Vermeidung und Verwertung gegenüber der Beseitigung eindeutig den Vorrang gibt. Andererseits sollte in Analogie zur Beschaffung an Hochschulen der allgemeine Umweltschutz als übergreifendes Organisationsprinzip auch bei der Entstehung und Entsorgung von Sonderabfall berücksichtigt werden. Nicht zuletzt trägt das Konzept erheblich zur Kostensenkung bei der Entsorgung und Beschaffung bei. Die Schaffung der Chemikalienbörse, die Behandlung von Reststoffen sowie das Lösemittelrecycling stellen die ersten Maßnahmen der Abteilung Sonderabfallentsorgung dar, die zur Vermeidung und Verminderung beitragen.

In Zukunft sollen Vermeidung, Verminderung, Verwertung und Entsorgung in ein Gesamtkonzept eingebunden werden, das über die konventionelle Entsorgungslogistik hinausgeht. Zurzeit unterzieht sich die Abteilung einer Umweltbetriebsprüfung mit dem Ziel der Einführung eines Umweltmanagementsystems und der Zertifizierung.

# 4

Traditionell liegt der Aufgabenschwerpunkt aller Universitätsangehörigen eindeutig auf den Bereichen Forschung und Lehre. Das Arbeitsgebiet Sonderabfallbehandlung wurde bisher als eines von vielen am Rande der täglichen Arbeit miterledigt. Inzwischen sind die Anforderungen an diesen sensiblen Bereich allerdings derart hoch geworden, dass die zusätzliche Bereitstellung von Personal- und Sachmitteln als notwendig erkannt wird.

An anderen Universitäten (beispielsweise Freiburg, Zürich oder Rostock) gibt es vielfältige Erfahrungen mit der Sonderabfallreduktion durch Chemikalienrückgewinnung und der Umgestaltung chemischer Praktika. Es hat sich gezeigt, dass Investitionen in diesen Bereichen zur Kostensenkung, sowohl bei der Chemikalienbeschaffung als auch bei der Entsorgung, beitragen. Um eine sinnvolle Organisation der Abfallvermeidung und Sonderabfallentsorgung zu gewährleisten, hat sich die Gründung einer zentralen Abteilung, die einen effizienten Einsatz eigens geschulter Mitarbeiter zulässt, als vorteilhaft erwiesen. Eine dezentrale Organisation dieser Arbeiten scheint auf Grund der teilweise nur sehr geringen Abfallmengen an Universitäten nicht sinnvoll.

*Oliver Altmeyer, Dirk Seiling*

## Umweltmanagementsysteme für Hochschulen

# „Öko-Audit“ an der Uni-GH Paderborn

# 4

Ökologische Aspekte spielen in unterschiedlichen Bereichen des öffentlichen und privaten Lebens eine immer wichtigere Rolle. Auch die Hochschulen sind aufgrund ihrer Rolle in der Gesellschaft und der vielfältigen Auswirkungen der Hochschularbeit auf die natürliche Umwelt von Fragestellungen des Umweltschutzes betroffen. In diesem Zusammenhang werden Begriffe wie Nachhaltigkeit, Öko-Audit und Umweltmanagementsysteme genannt.

In verschiedenen Forschungsprojekten werden daher Modelle und Werkzeuge entwickelt, wie sich die vor allem aus der Industrie bekannten Umweltmanagementsysteme auf Hochschulen mit ihren besonderen Arbeitsbedingungen übertragen lassen<sup>[1]. [2]. [3]</sup>.

Die Einführung eines Umweltmanagementsystems erfolgt in verschiedenen Schritten, die dann in einem kontinuierlichen Kreislauf zur ständigen Verbesserung der Umweltsituation führen sollen. Ausgangspunkt ist die erste Umweltprüfung, in der alle Umwelteinwirkungen und -aktivitäten erfasst werden. Der Ist-Zustand im Umweltsektor wird aufgenommen. Dazu werden detaillierte Informationen zusammengetragen, die über den Einkauf und Verbrauch von Ressourcen, über relevante Rechtsvorschriften, umweltrelevante Genehmigungsverfahren, besondere Arbeitstechniken bis hin zu den Daten über Unfälle mit Umweltbeeinträchtigung reichen. Berücksichtigt werden in erster Linie:

- die Abfall- und Sonderabfallentsorgung,
- das Gefahrstoffmanagement,
- das Energiemanagement,
- der Wasserverbrauch,
- der Einkauf von Verbrauchsmaterialien sowie
- die Ausbildung, Unterweisung und Information des Personals.

Weitere Elemente der Umweltprüfung sind Interviews mit den Verantwortlichen und Begehungen der Arbeitsplätze.

Für Hochschulen ist es sinnvoll, bei der Erfassung des Ist-Zustandes Aspekte des Arbeitsschutzes zu berücksichtigen und in das zu installierende Umweltmanagementsystem einzubeziehen. Hierbei können nämlich Synergien genutzt werden, da die Aufbau- und Ablauforganisation für den Aufgabenbereich Umweltschutz in den meisten Hochschulen mit der des Arbeitsschutzes eng verzahnt ist. Dies kann auch zu einer Auf-

# 4

deckung von potenziellen Zielkonflikten zwischen Umwelt- und Arbeitsschutz und zu einer optimierten Lösung für beide Seiten führen. Konkrete Konflikte können z. B. bei der Abfalltrennung und dem vorbeugenden Brandschutz allein durch die Wahl der Aufstellungsorte der Abfallbehälter auftreten.

Aus den Ergebnissen dieser Umweltprüfung und einer zuvor formulierten Umweltpolitik wird ein konkretes Umweltprogramm abgeleitet, das Ziele und Maßnahmen zur weiteren Verbesserung des Umweltschutzes enthält. Ihre Wirksamkeit wird in der Umweltbetriebsprüfung überprüft. Als Kernstück des gesamten Prozesses wird sie mindestens alle drei Jahre wiederholt. Ein Umwelthandbuch, in dem sämtliche Zuständigkeiten und Prozesse mit Umweltbezug dokumentiert werden, sorgt dabei für die notwendige Transparenz. Anschließend überprüft ein unabhängiger, externer Gutachter das Umweltmanagementsystem und zertifiziert die Konformität mit der international anerkannten Norm DIN EN ISO 14 001.

Durch ein Umweltmanagementsystem unterstreicht die Hochschule ihre gesellschaftliche Verpflichtung, junge Menschen, die für zukünftige Aufgaben in Führungspositionen ausgebildet werden, für Fragen des Umweltschutzes zu sensibilisieren. Darüber hinaus liegt der Nutzen eines Umweltmanagementsystems für Hochschulen in:

- klaren Umweltverantwortlichkeiten und -zuständigkeiten,
- gesteigertem Umweltbewusstsein der Beschäftigten,
- Kosteneinsparungen z. B. bei Abfall, Abwasser, Energie,
- interessierten Studierenden.

Genau diese Ziele konnten bei der ersten Umweltbetriebsprüfung, die bereits 1994/1995 an der Universität-Gesamthochschule Paderborn durchgeführt wurde, erreicht werden. Durch Informationsmaterial zum Arbeits- und Umweltschutz wurden Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten aufgezeigt und verdeutlicht. Viele Beschäftigte beteiligten sich aktiv durch konkrete Verbesserungsvorschläge an dem Prozess. So konnten im Umweltschutz „vernachlässigte“ Bereiche durch Sofortmaßnahmen während der Betriebsprüfung bereinigt werden. Dies betraf vor allem die Lagerung und Handhabung von Gefahrstoffen, aber auch die Abfallentsorgung. Altlasten oder auch „UFOs“, unbekannte Forschungsobjekte, wurden ordnungsgemäß entsorgt, Energiefresser, z.B. völlig vereiste Kühlschränke, wurden aufgespürt, instandgesetzt oder zum Teil aus dem Verkehr gezogen. Durch intensive Kontrollen der Wasserverbraucher, hier vor allem der des Fachbereichs Chemie, konnte der

Wasserverbrauch der Hochschule um 15 % gesenkt werden. Dies brachte neben dem Umweltschutzaspekt auch ganz konkrete Einsparungen von mehreren Zehntausend DM pro Jahr mit sich. Neben diesem erfreulichen finanziellen Gesichtspunkt konnte als weiteres Plus ein nachhaltiges Interesse für Umweltschutzfragen bei den Hochschulangehörigen bewirkt werden. Dies lässt sich zwar nicht in Mark und Pfennig ausrechnen, bringt aber eine größere Rechtssicherheit und kann mittelfristig ebenfalls zu Einsparungen führen.

Diese erste Umweltbetriebsprüfung mündete nicht in ein zertifiziertes Managementsystem, da im Jahr 1995 die rechtlichen Möglichkeiten für Hochschulen noch nicht gegeben waren. Das hat sich inzwischen geändert, und so ist das Thema auch an der Uni-GH Paderborn wieder besonders aktuell. Im Frühjahr 1999 ist die Arbeitsgruppe Umweltverfahrenstechnik im Fachbereich Maschinenbau und im Sommer der gesamte Fachbereich Technischer Umweltschutz nach DIN EN ISO 14 001 zertifiziert worden. Im zweiten Schritt wurden im März 2000 die gesamte Hochschulverwaltung und der Technische Betriebsdienst der Uni-GH Paderborn zertifiziert<sup>[4]</sup>. Eine Ausweitung auf weitere Bereiche der Hochschule wird angestrebt.

Erfahrungen der Industrie bei der Installierung von Umweltmanagementsystemen haben gezeigt, dass sie ihre positive Wirkung nicht allein durch ihre Erstellung, Dokumentation und Zertifizierung erreichen. Denn trotz hervorragender Dokumentation hat sich in einigen Betrieben gezeigt, dass zwar ein großer Aufwand zur Aufstellung des Managementsystems betrieben wurde, dass allerdings die Qualität der erbrachten Leistungen häufig in keinem Verhältnis zum (formal-bürokratischen) Aufwand für das Managementsystem steht.

Ein Zertifikat sagt noch nichts darüber aus, ob die sich selbst auferlegten Strukturen und Prozesse auch Eingang in den Alltag finden. Eine Steigerung der Qualität der erbrachten Leistungen und ebenso eine Minderung der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen setzen voraus, dass alle Mitarbeiter intensiv und dauerhaft in diese Prozesse einbezogen werden. Mitarbeiter sind oft nur dann zu einer auch langfristig wirksamen Verhaltensänderung bereit, wenn ihnen der Sinn umweltfreundlicher Verhaltensweisen auch über ihren eigenen Arbeitsplatz hinaus bekannt gemacht wird. Nicht selten trennen Mitarbeiter zwischen dem Umweltschutz im dienstlichen Bereich, für den der Umweltschutzbeauftragte zuständig ist und den Umweltschutzaktivitäten im privaten Bereich, für den durchaus eine eigenen Zuständigkeit akzeptiert

# 4

wird. Dieses Dilemma lässt sich nur durch Kommunikation und Information auflösen und stellt eine Herausforderung auch (oder insbesondere) für Hochschulen dar.

*Martina Gerdes-Kühn*

- [1] Rektor der TU Clausthal (Hrsg.): „Umweltmanagement in Hochschulen, Clausthaler Beiträge zum Hochschulmanagement“ – Clausthal, 1998 – ISBN 3-89720-132-1
- [2] „Agenda 21 – Universität Lüneburg“ – von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördertes Forschungsprojekt (*siehe auch nächster Artikel*)
- [3] Viebahn, Peter; Matthies, Michael (Hrsg.): „Umweltmanagement an Hochschulen. Konzepte, Strategien, Lösungen“ – projekt verlag, Bochum, 1999 – ISBN 3-89733-021-0
- [4] HIS-Mitteilungsblatt „Gefährliche Stoffe und Abfälle in Hochschulen“ Nr. 2/2000

## „Agenda 21“ und Universität Lüneburg

# 4

### *Universitäres Arbeiten unter dem Aspekt „Nachhaltigkeit“*

Seitdem die „Agenda 21“ von der Weltumweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro verabschiedet wurde, beschäftigen sich unterschiedliche Hochschulen mit diesem Thema. Sie verfolgen dabei das Ziel, die mit dem Leitbild „Nachhaltigkeit“ verbundenen Ideen und Konzepte mit der universitären Forschung und Lehre, aber auch mit dem Alltagsbetrieb einer Hochschule zu verknüpfen. Nachhaltige Entwicklung heißt, so mit den Ressourcen und der Belastbarkeit des Ökosystems Erde umzugehen, dass dies nicht auf Kosten anderer Menschen und auch nicht auf Kosten künftiger Generationen geschieht. Einen ersten Versuch, die Nachhaltigkeitsdiskussion auf die Ebene der Hochschulen zu übertragen, hat die Europäische Hochschulrektorenkonferenz (CRE) unternommen. Die CRE ist 1994 der Frage nachgegangen, wie sich die Prinzipien von „Nachhaltigkeit“ in die Arbeit der Hochschule integrieren lassen und hat ein entsprechendes Programm formuliert, das unter der Bezeichnung COPERNICUS<sup>[1]</sup> – The University Charter for Sustainable Development – durchgeführt wird.

Im COPERNICUS-Programm wird davon ausgegangen, dass es zur Durchsetzung von Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung eines Werte- und Bewusstseinswandels bedarf. Hierbei kommt den Hochschulen eine besondere Bedeutung zu, weil in diesen Institutionen zukünftige Entscheidungsträger und Multiplikatoren ausgebildet werden. Das COPERNICUS-Programm verfolgt vier Hauptziele:

- die Perspektive „Sustainability“ in das gesamte System Hochschule zu implementieren,
- interdisziplinäre Forschungsprojekte zu stimulieren und zu koordinieren,
- Forschungsergebnisse den Entscheidungsträgern im Bereich von Wirtschaft und Politik nahe zu bringen und
- Universitäten mit anderen Sektoren der Gesellschaft zusammenzubringen (im lokalen, nationalen und gesamteuropäischen Rahmen).

Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung der Projektidee „Agenda 21 und Universität Lüneburg“ zu sehen. Dieses Projekt, das seit 1999 mit Unterstützung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt durchgeführt wird, ist ein ungewöhnliches Vorhaben: Zum einen handelt es sich um ein Entwicklungsprojekt, mit dem Voraussetzungen zu Veränderungen in Rich-

# 4

tung nachhaltiger Arbeits-, Lebens- und Wirtschaftsweisen einschließlich gesundheitlicher Aspekte an der Universität geschaffen werden sollen. Zum anderen ist es aber auch ein Forschungsprojekt, mit dem die Bedingungen und Möglichkeiten von Innovationen in Hochschulen im Sinne des Konzepts einer nachhaltigen Entwicklung erprobt und evaluiert werden sollen.

Die einzelnen Elemente dieses Gesamtvorhabens sprechen in unterschiedlicher Gewichtung die im Konzept von Nachhaltigkeit zu integrierenden Perspektiven ökologischer, ökonomischer, sozialer und kultureller Entwicklung an:

- **Öko-Audit und Zertifizierung:** Hier geht es um die Validierung der Universität nach der EMAS-Verordnung, wobei in diesem Teilprojekt auch gesundheitliche Fragen angesprochen werden.
- **Gestaltung der Lebenswelt Hochschule:** Dieses Teilprojekt beschäftigt sich mit der Frage, wie im Raum Universität Kommunikation und Konsummuster als Beitrag zum Agendaprozess gestaltet und erfahren werden können.
- **Lehre, Interdisziplinarität und Nachhaltigkeit:** Entwicklung und Erprobung eines studien- und fächerübergreifenden Studienprogramms, das allen Studierenden als zusätzliche Qualifizierungsmöglichkeit angeboten wird und die Nachhaltigkeit zur Diskussion stellt.
- **Energetische Optimierung der Hochschule und projektorientierte Lehre** mit dem Ziel, die Situation an der Universität durch technische und nicht-technische Maßnahmen weiter zu verbessern.
- **Information, Öffentlichkeitsarbeit und Transfer:** Den Angehörigen der Universität und der allgemeinen Öffentlichkeit soll das Verständnis von Nachhaltigkeit nahe gebracht werden. Hierzu wurde eigens eine Zeitung ins Leben gerufen.
- **Internetprojekt NANE** (Nachhaltigkeits-NEtzwirk, [www.nane.de](http://www.nane.de)): Im Laufe des Vorhabens hat sich eine Kooperation mit einem anderen Projekt ergeben, bei dem die Nutzung neuer Medien im Mittelpunkt steht. Insbesondere wird eine Kooperation mit der Wirtschaft gesucht.
- **Nachhaltigkeit und Kunst:** In diesem Teilprojekt werden Fragen von Nachhaltigkeit künstlerisch dargestellt. Exemplarisch geschieht dies durch ein Glashaus auf dem Campus, das u. a. den Treibhauseffekt symbolisieren soll und das an verschiedenen Standorten auf dem Campus unterschiedlich genutzt wird.

Das Teilvorhaben „Öko-Audit“ verdient in diesem Zusammenhang eine besondere Erwähnung, da es Fragen nach einer gesunden Universität nachgeht. Das Umweltmanagementsystem der Universität Lüneburg soll den Arbeits- und Gesundheitsschutz integrieren, ein Schritt, der bislang in einem so breiten Zusammenhang als einmalig für deutsche Hochschulen bezeichnet werden kann. Hierzu wird zunächst eine Gefährdungsanalyse nach §5 Arbeitsschutzgesetz (Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes) durchgeführt. Zur Erhebung grundlegender Daten wird an der Universität Lüneburg auf ein an der Technischen Universität Berlin erprobtes Erhebungskonzept zurückgegriffen. Bei der Erfassung der Büroarbeitsplätze werden darüber hinaus speziell die Belastungen an Bildschirmarbeitsplätzen erfragt. Parallel zu dieser Erhebung soll ein weiterer Erhebungsbogen auf freiwilliger Basis von den einzelnen Mitarbeitern ausgefüllt werden. Damit wird auch die individuelle Arbeitssituation und Arbeitszufriedenheit erfasst und allen Mitarbeitern erneut Gelegenheit gegeben, ihre Wünsche und Bedürfnisse in den Umweltmanagementprozess einzubringen.

Es soll abschließend auf einige weitere Besonderheiten dieses Vorhaben hingewiesen werden:

- Die Teilprojekte werden von Hochschullehrern geleitet, die aus den verschiedenen, an der Universität vertretenen Fachbereichen kommen; hier wird ein fächerübergreifender Ansatz verfolgt.
- In die Teilprojekte sind jeweils studentische Arbeitsgruppen integriert, sodass auf diese Weise zumindest ansatzweise dem Anspruch von Partizipation genüge getan wird.
- Es sind aber auch alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in dieses Vorhaben einbezogen, insbesondere wenn es um das Öko-Audit, die energetische Optimierung oder die Lebenswelt Universität geht, aber auch im Rahmen von Weiterbildungsveranstaltungen für das Personal.

Mit diesem Vorhaben werden eine Reihe von Ideen und Überlegungen aufgegriffen, die im Zusammenhang eines universitären Agendaprozesses eine zentrale Rolle spielen können. Die Projektlaufzeit endet Mitte 2001, der Prozess wird aber mit Sicherheit über diesen Zeitpunkt hinausreichen.

*Gerd Michelsen*

[1] COPERNICUS: Co-Operation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies

# 4

## SGU-Management an der Hochschule

### *Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz organisiert*

An den 118 Universitäten und 216 weiteren Hochschulen in Deutschland lehrten, forschten und arbeiteten im WS 98 rund 520.000 Menschen. Hinzu kommen über 1,8 Mio. Studierende, die für ihre spätere Tätigkeit als Führungskräfte ausgebildet werden. Zum Vergleich: Weltkonzerne wie Daimler-Chrysler und VW beschäftigen 441.500 bzw. 297.916 Mitarbeiter<sup>[1]</sup>.

Vor diesem Hintergrund gewinnen aus der Industrie bekannte moderne Managementpraktiken auch in Hochschulen immer größere Bedeutung. Nach Umwelt- und Qualitäts-Management-Systemen rückt nun zunehmend die Frage der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes in den Blickpunkt.

Aber wem nützt ein SGU-Managementsystem (SGU steht für **Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz**) im Wissenschaftsbetrieb? *Abb. 1* stellt einige Nutzelemente heraus. Neben der primären Intention der Verminderung von persönlichem Leid und der Kosteneinsparung profitieren nahezu alle universitären Gruppen von einem SGU:

- Die **Professoren** können ihre Verantwortung erkennen und bestimmte Aufgaben delegieren. Prozesse werden in einem Handbuch dokumentiert und eine kontinuierliche Überwachung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes geregelt. Durch die festgelegten Verantwortungen und Abläufe lassen sich Freiräume schaffen, die zu Forschungs- und Lehraufgaben genutzt werden können.
- **Studierende**, die später als Multiplikatoren wirken, sammeln Managementenerfahrungen und bekommen den hohen Stellenwert des Mitarbeiterschutzes durch vorbildliches Verhalten vorgelebt.
- Gegenüber **Auftraggebern** kann ein weitgehend störungsfreier Betrieb garantiert werden. Dadurch lassen sich Kosten einsparen.
- Der **Versicherungsträger** profitiert ebenfalls mit Kosteneinsparungen aufgrund reduzierter Arbeitsunfälle.
- Zur **Universitätsverwaltung** entwickeln sich gute Beziehungen. Transparente Strukturen, ein störungsfreier Betrieb und der Wille, Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz über das gesetzliche Maß hinaus zu fördern, ermöglichen eine kooperative Zusammenarbeit.
- Die **Mitarbeiter** profitieren von einer höheren persönlichen Sicherheit und klar geregelten Zuständigkeiten. Das wirkt sich in einer größeren Mitarbeiterzufriedenheit aus, die nicht zuletzt in einem geringeren Krankenstand dokumentiert wird.



Abb. 1: Nutzen eines SGU-Systems für den Wissenschaftsbetrieb

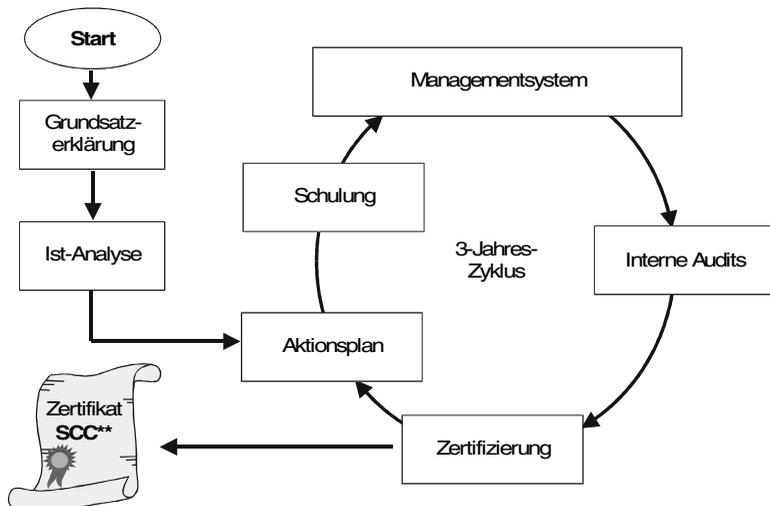


Abb. 2: Notwendige Schritte zur Implementierung eines SGU-Systems

# 4

Um die Erfahrungen aus der Industrie auf Hochschulen zu übertragen, hat die Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen (LUK NRW) ein Modellprojekt zur Entwicklung eines übertragbaren Managementkonzeptes für den Arbeits- und Gesundheitsschutz in Hochschulen initiiert.

Zusammen mit dem Lehrstuhl Mechanische Verfahrenstechnik und Umweltverfahrenstechnik unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Manfred Pahl und dem Dezernat Arbeitssicherheit der Universität Paderborn unter der Leitung von Frau Dr. Martina Gerdes-Kühn wird an der Universität Paderborn zunächst modellhaft für den Fachbereich Chemie ein SGU-System nach folgendem Schema (*siehe Abb. 2*) erarbeitet:

1. In einem **Auftaktworkshop** wird umfassend über das Projekt informiert, Bedenken diskutiert und so eine breite Akzeptanz geschaffen. Darüber hinaus werden erste Anregungen für eine Grundsatzserklärung gesammelt.
2. In einem zweiten Schritt wird unter Einbeziehung aller Fachbereichsangehörigen eine **Grundsatzserklärung** für Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz erarbeitet und verabschiedet.
3. Nachdem mit Verabschiedung der Grundsatzserklärung der eher philosophische Rahmen gesteckt ist, verschafft man sich in einer **Ist-Analyse** einen umfassenden Überblick über die derzeitige Situation im Sicherheits- Gesundheits- und Umweltbereich des Fachbereichs. Dokumente und bereits bestehende Regelungen werden gesichtet und systematisiert, Stärken und Schwächen durch Interviews und Begehungen ermittelt und dokumentiert.
4. Auf der Grundlage der in der Ist-Analyse ermittelten Schwachstellen wird ein **Aktionsplan** erarbeitet, in dem im Rahmen der Grundsatzserklärung Ziele formuliert, konkrete Maßnahmen zur Erreichung der Ziele festgeschrieben, Zuständigkeiten und Termine dokumentiert werden. Der Aktionsplan ist das Herz eines SGU-Systems, da hier konkrete Verbesserungsmaßnahmen nachprüfbar vereinbart werden.
5. In einer **Schulung** werden die Führungskräfte für Fragen der Arbeitssicherheit, des Gesundheits- und des Umweltschutzes sensibilisiert sowie wichtige gesetzliche Bestimmungen mit Umsetzungsvorschlägen vermittelt.
6. Alle notwendigen Regelungen und Zuständigkeiten bezüglich Arbeitssicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz werden in einer **Management-Dokumentation** für jeden nachvollziehbar festgeschrieben.

7. **Interne Audits** überprüfen in regelmäßigen Abständen den Erfolg der umgesetzten Maßnahmen, decken neue Verbesserungspotenziale auf und dienen so der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Managementsystems.
8. In einem **Zertifizierungsaudit** bestätigt ein externer unabhängiger Gutachter die Übereinstimmung des geschaffenen Managementsystems mit der international gültigen SCC-Norm (**Sicherheits-Zertifikat-Contractoren**).

Eine Zertifizierung hat zum einen eine imagebildende Außenwirkung, ist zum anderen aber auch eine Bestätigung der geleisteten Arbeit und trägt somit zur Mitarbeitermotivation bei.

Wegen der internen Vielfalt einer geistes-, wirtschafts-, natur- und ingenieurwissenschaftlichen Hochschule mit ihren differenzierten Entscheidungsstrukturen und unterschiedlichen Besorgnispotenzialen erscheint es wenig sinnvoll, für die gesamte Hochschule bereits „im ersten Anlauf“ ein Managementsystem zu implementieren. Um die Akzeptanz zu erhöhen, sollte ein SGU-System zudem nicht „top down“ übergestülpt, sondern „bottom up“ unter Beteiligung aller universitären Gruppen, vor allem der Studierenden, entwickelt werden. In diesem Projekt erfolgt daher aufbauend auf den im Institut für Energie- und Verfahrenstechnik geleisteten Arbeiten ein **sequenzielles Vorgehen** nach folgendem Ablauf:

## **1. Entwicklung und Einführung eines SGU-Systems für den Fachbereich Chemie (FB13) der Uni-GH Paderborn**

Auf der Grundlage der in den verfahrenstechnischen Lehrstühlen (zwei Professoren, ca. 30 Mitarbeiter) gesammelten Erfahrungen mit Managementsystemen wird für die Einheit eines Fachbereichs (17 Professoren, ca. 150 Mitarbeiter, ca. 360 Studierende) ein SGU-System erarbeitet und eingeführt. Die in einer Vorstudie im Institut für Energie- und Verfahrenstechnik erarbeitete Vorgehensweise wird durch Anwendung in einem komplexeren Subsystem mit einem höheren Besorgnispotenzial und einer größeren Zahl Studierender erprobt und zu konkreten Werkzeugen weiterentwickelt.

Die für jeden notwendigen Schritt erarbeiteten Werkzeuge wie beispielsweise Vorschläge für eine Sicherheitsphilosophie, universitätsspezifische Checklisten, ein Muster-Aktionsplan, ein Schulungskonzept für Führungskräfte, ein Muster-Rahmen-Handbuch und Hilfestellungen

# 4

zur Gutachterauswahl werden die Implementierung eines SGU-Systems in anderen interessierten Fachbereichen oder gesamten Universitäten wesentlich erleichtern.

Im Fachbereich Chemie stellt sich das Problem der Arbeitssicherheit in einem ganz besonderen Maße:

- Naturgemäß birgt der Umgang mit Chemikalien besondere Risiken. Professoren, Mitarbeiter und Studierende gehen im Rahmen von Forschungsprojekten und Lehrveranstaltungen mit einer Vielzahl an Gefahrstoffen um. Dabei ist es oft unumgänglich, gewisse Risiken einzugehen, um den gewünschten Lehreffekt bzw. das gewünschte Forschungsergebnis zu erreichen. Hier gilt es, die auftretenden Risiken durch Systematisierung, interne Regelungen und Dokumentation, Aufklärung und Sensibilisierung weitestgehend zu minimieren.
- Studierende werden auf ihren späteren Einsatz als Führungskräfte in Verwaltungen und Industriebetrieben vorbereitet. Sie erfahren den systematischen arbeitssicherheitstechnischen Ansatz und werden diesen Gesichtspunkten später eine höhere Bedeutung zukommen lassen.

Hat sich das erarbeitete Konzept auf der organisatorischen Ebene eines technik- und chemikalienorientierten Fachbereichs bewährt, ist seine Anwendbarkeit in Folgephasen auf andere Bereiche der Universität auszudehnen.

## **2. Entwicklung und Einführung eines Arbeitssicherheits-Management-Systems für den FB Erziehungswissenschaft, Psychologie und Sportwissenschaft der Uni Paderborn**

Um die Qualität der Werkzeuge zur Einführung eines SGU-Systems auf eine breitere Grundlage zu stellen, wird in einer zweiten Phase ein weiterer Fachbereich (17 Professoren, 53 Mitarbeiter, 1.270 Studenten) unter dem Gesichtspunkt der Arbeitssicherheit untersucht. In den Sportwissenschaften ist die Zahl der Arbeitsunfälle am höchsten, sodass hier konkrete Entlastung zu erwarten ist.

Um die Übertragung des Systems auf die gesamte Universität vorzubereiten, ist es zudem notwendig, auch einen eher geisteswissenschaftlich ausgerichteten Fachbereich zu analysieren. Vor allem im Bereich der psychologischen Hemmnisse und der Vorbehalte gegenüber einem Managementsystem für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz können hier weitere wesentliche Werkzeuge (z. B. das gezielte Ausräumen häufig auftretender Vorbehalte, Flyer zur Mitarbeiter-Information und -Motivation usw.) entstehen.

### 3. Übertragung auf die gesamte Universität Paderborn

Die in den ersten Schritten erarbeiteten und überprüften Werkzeuge für den Aufbau und die Zertifizierung von SGU-Systemen werden Modellcharakter haben. In einem abschließenden Schritt kann das SGU-System auf die gesamte Hochschule ausgedehnt werden, und die standardisierten Instrumente können **in anderen Hochschulen** oder Hochschuleinrichtungen zum Einsatz kommen.

Bisher waren in der Bundesrepublik Deutschland noch keine Hochschulen mit einem SCC-Zertifikat für ein SGU-System ausgezeichnet. Mit diesem Vorhaben wird nach unserer Kenntnis Neuland im Bereich des Hochschulmanagements betreten.

Detaillierte Informationen zum SCC-Konzept und zu Arbeitsschutz-Management-Systemen finden sich in der Literatur<sup>[2-7]</sup>.

Das SCC-Konzept (**S**icherheits-**C**ertifikat-**C**ontraktoren) zur Erreichung eines einheitlichen **S**icherheits-, **G**esundheits- und **U**mweltstandards (SGU) wurde 1989 in den Niederlanden entwickelt. Nachdem der Niederländische Zertifizierungsrat dieses System zugelassen hat, haben sich dort einige deutsche Unternehmen zertifizieren lassen. Die deutsche Mineralölindustrie entschloss sich, das niederländische System zu übernehmen und auf ihre Contractor anzuwenden. Im September 1995 wurde das System von der Trägergemeinschaft Akkreditierung (TGA) in das deutsche Akkreditierungswesen übernommen<sup>[8]</sup>. Bis zum August 1999 haben mehr als 500 Unternehmen ein Arbeitsschutz-Managementssystem nach dem SCC-Konzept aufgebaut. Das SCC-Konzept stellt aktuell das einzige System dar, anhand dessen ein Arbeitsschutzmanagementsystem zertifiziert werden kann. Es ist davon auszugehen, dass sich dieses System auch in anderen Bereichen durchsetzen wird. In der Universität Paderborn soll nun die Eignung des Systems für Hochschulen untersucht werden.

*Hans-Jürgen Wagener, Manfred H. Pahl*

[1] Quelle: Bundesamt für Statistik, Wiesbaden 2000.

[2] bayerischer Gemeindeunfallversicherungsverband (Hrsg.): „Organisation des Arbeitsschutzes“ – München, 1999.

[3] BMA: „Arbeitsschutzmanagementsysteme – Eckpunkte des BMA, der obersten Arbeitsschutzbehörde der Bundesländer, der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und der Sozialpartner zur Entwicklung und Bewertung von Konzepten für Arbeitsschutzmanagementsysteme“ – 1999.

4

- [4] Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Gesundheit: „Occupational Health- and Risk-Managementsystem (OHRIS) – Grundlagen und Systemelemente.“ – Schriftenreihe „Managementsysteme für Arbeitsschutz und Anlagensicherheit“, Bd. 1, München, 1998.
- [5] Pischon, Alexander; Liesegang, Dietfried Günter: „Arbeitssicherheit als Bestandteil eines umfassenden Managementsystems“ – 1997.
- [6] Ritter, A.; Langhoff, Th.: „Arbeitsschutzmanagementsysteme – Vergleich gewählter Standards“ – Schriftenreihe „Forschung“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 792, Bremerhaven, 1998.
- [7] „Arbeitsschutzmanagement und Arbeitsmedizin – Konzeptionelle Ansätze und Praxisbeispiele“ – Tagungsbericht Tb 94, Kongreß „Arbeitsschutz aktuell 98“, Leipzig, 1999.
- [8] Central Committee of Experts (NL)/Unter-Sektorkomitee SCC (D): „Sicherheits-Certifikat-Contractoren – SCC-Checkliste“

## Alles, was Recht ist ...

### *Rechtliche Grundlagen von Arbeits- und Umweltschutz*

# 5

Viele der in diesem Reader vorgestellten Projekte sind vor dem Hintergrund der Änderung von Gesetzen oder Verordnungen und den damit verbundenen Handlungszwängen für die Verantwortlichen entstanden. An vielen Hochschulen konnten Änderungen nur dadurch erreicht werden, dass sich Studierende oder andere Interessierte intensiv mit dem Gesetzeswerk auseinandersetzen. Sie haben so einen Wissensvorsprung auf einem Gebiet erreicht, das nur von wenigen Hochschulangehörigen beherrscht wird. Aus dieser Position heraus, die einfaches Argumentieren ermöglicht, erleichtert sich die Durchsetzung von neuen Ideen erheblich. Häufig erwähnen die Autoren in ihren Berichten dann auch bestimmte Gesetze oder deren Paragraphen – nur leider kann der nicht einschlägig vorgebildete Leser deren Bedeutung und Einbindung in die Rechtsordnung nicht ohne weiteres richtig einschätzen. Die Artikel dieses Kapitels sollen helfen, das zu ändern und jeden Leser dazu zu befähigen, sich schnell in die Rechtsbereiche des Arbeits- und Umweltschutzes einzulesen. Dazu werden die verschiedenen Gesetze und Verordnungen aus dem Bereich des Arbeitsschutzes erläutert und die Systematik der Umweltgesetzgebung dargestellt.

Im Artikel „Rechtliche Grundlagen des Arbeitsschutzes“ wird die allgemeine Rechtssystematik des Arbeitsschutzes und deren Auswirkung auf das öffentliche Leben erklärt. Insbesondere wird dabei auf das innerhalb Europas einmalige „Duale Arbeitsschutzsystem“ eingegangen. Hierbei kommt den Regelungen des „Autonomen Rechts“ der Unfallversicherungsträger eine besondere Bedeutung zu, haben doch hier unter anderem die viel zitierten Unfallverhütungsvorschriften und Regeln (GUV) ihren Ursprung. Abschließend werden die „allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln“ erwähnt und ihre Anwendungsgebiete erläutert.

Eine EU-weit einheitliche Rechtsstruktur, wie sie im Arbeitsschutz mit der EU-Arbeitsschutzrahmenrichtlinie geschaffen wurde, lässt im Bereich des Umweltschutzes noch auf sich warten. Um in der aktuellen Umweltgesetzgebung einen Überblick über einen bestimmten Teilbereich zu erhalten, muss man häufig in verschiedensten

# 5

Gesetzen lesen und diese interpretieren. Erschwert wird dies noch dadurch, dass der Umweltschutz häufig nur einen Teilaspekt im jeweiligen Gesetz darstellt. Im Artikel werden daher zwei Systeme vorgestellt, die der Orientierung im Umweltrecht dienen. Zudem werden die für die Umweltmedien Wasser, Boden, Luft wichtigsten Gesetze und Regelungen beleuchtet und deren Verknüpfungen untereinander aufgezeigt.



## Rechtliche Grundlagen des Arbeitsschutzes

# 5

Wer sich mit dem Thema Arbeitsschutz beschäftigt, stößt relativ schnell auf eine Fülle von Regelungen. Das System des Arbeitsschutzrechts in Deutschland wirkt auf den ersten Blick allumfassend. Eine fast unüberschaubare Zahl von Vorschriften (Gesetze, Verordnungen, Regeln, Richtlinien, Unfallverhütungsvorschriften, Verwaltungsvorschriften, Merkblätter etc.) scheint alles zu regeln. Bei genauerer Betrachtung offenbaren sich allerdings einige Lücken: So wird beispielsweise die Belastung „Stress“ nur unzureichend geregelt. Da die meisten Regelungen von einer Vollzeitbeschäftigung ausgehen, werden Teilzeitkräfte nicht immer berücksichtigt – ebenso wie Studierende, die nur im Umgang mit Gefahrstoffen anderen Beschäftigten gleichgestellt sind. So fallen etwa Studierende nicht unter die Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV).

Ein kurzer Einblick in den systematischen Aufbau dieses „Vorschriftenwaldes“ erleichtert den Umgang mit ihm erheblich. In die Gesetzgebung fließen langjährige Erkenntnisse über Gefahren und Belastungen sowie Erfahrungen zu ihrer Abwehr ein. Durch daraus entstandene Ge- und Verbote sollen Arbeitgeber und Arbeitnehmer angehalten werden, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern.

### Rechtssystematik

Das **Grundgesetz** (GG) bildet die Basis für alle rechtlichen Regelungen in Deutschland. Es hat Verfassungsrang, wurde jedoch nicht, wie von den West-Alliierten gewünscht, von einer gewählten verfassungsgebenden Versammlung beschlossen, sondern vom Parlamentarischen Rat, einer ernannten Kommission. Zur Verdeutlichung des provisorischen Charakters des Staates Bundesrepublik Deutschland wurde es Grundgesetz genannt, mit der Intention, dass nach einer angestrebten Wiedervereinigung der deutschen Staaten, eine gewählte verfassungsgebende Versammlung eine Verfassung erarbeitet und diese evtl. durch einen Volksentscheid beschließen lässt (nach Art. 146 GG in der 1948 erarbeiteten Fassung). Nach der Wiedervereinigung 1990 ist dann jedoch vom Bundestag das Grundgesetz den veränderten Umständen angepasst worden. Weiterhin sieht Art. 146 vor, dass das Grundgesetz durch eine Verfassung abgelöst werden kann.

# 5

Im Grundgesetz werden u.a. die **Aufgaben und Rechte des Staates** definiert. Im Rahmen seiner verfassungsgemäßen Gewalt kann der Staat als Gesetzgeber Normen (Gesetze, Verordnungen, Vorschriften) erlassen. Der Bereich des Arbeitsschutzes ist dabei Teil der **konkurrierenden Gesetzgebung nach Art. 72 ff. GG**, d.h. der Bund hat das Recht, Gesetze zur Wahrung der Rechts- und Wirtschaftseinheit zu erlassen. Die Länder haben diese Befugnis zur Gesetzgebung nur, wenn der Bund von seinem Recht keinen Gebrauch macht. In den ersten zwanzig Artikeln des Grundgesetzes sind die Grundrechte definiert – eines der Grundrechte ist nach Art. 2 Abs. 2 das „Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit“.

**Arbeitsschutzvorschriften** kann der Bund sowohl im Rahmen des „**Rechts der Wirtschaft**“ (Art. 74 Ziffer 11 GG) als auch des „**Arbeitsrechts einschließlich der Betriebsverfassung, des Arbeitsschutzes... sowie der Sozialversicherung...**“ (Art. 74 Ziffer 12 GG) erlassen. Diese Unterscheidung ist wichtig, um zu verstehen, warum bisher manche Vorschriften in der Industrie, nicht aber in den Hochschulen galten. Denn Vorschriften, die aufgrund des „Rechts der Wirtschaft“ erlassen worden sind, gelten nur für die gewerbliche Wirtschaft. Dazu zählten z. B. bis 1996 im Bereich des Arbeitsschutzes Vorschriften über die Mindestanforderungen an die Ausgestaltung von Arbeitsstätten. Da Hochschulen und allgemein der öffentliche Dienst nicht zur gewerblichen Wirtschaft gehören, galten diese Vorschriften dort nicht. Erst durch das Inkraft-Treten des Arbeitsschutzgesetzes im August 1996 wurden diese Arbeitsschutzvorschriften auch an den Hochschulen wirksam. Ihre Anwendung und Beachtung steht allerdings auf einem anderen Blatt. Hinzu kommt, dass bestehende Arbeitsstätten nur dann verändert werden müssen, wenn Gefahren für Leben und Gesundheit zu befürchten sind.

Durch die europäischen Verträge ist der Arbeitsschutz zu einer europäischen Aufgabe geworden. Die Kommission und der Rat der Europäischen Union können Richtlinien erlassen, die die einzelnen Mitgliedstaaten der EU in nationales Recht umwandeln müssen. Seit Mitte der Achtzigerjahre sind eine Reihe von wichtigen europäischen Arbeitsschutz-Richtlinien erlassen worden, die in Deutschland zum Teil erst mit mehrjähriger Verzögerung in nationale Vorschriften umgesetzt worden sind. Neben den EU-Richtlinien gibt es noch EU-Verordnungen. Sie gelten für alle Mitgliedsstaaten im selben Wortlaut und gelten bei Inkrafttreten automatisch als nationales Recht. EU-Verordnungen sind im Bereich des Arbeitsschutzes noch nicht erlassen worden. Im Bereich des Umweltrechts spielen sie jedoch eine bedeutende Rolle (*siehe auch S. 129 ff.*).

Bei der Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft standen noch wirtschaftliche Aspekte des Marktes im Vordergrund. Durch einheitliche Vorschriften sollte der freie Güterverkehr erleichtert werden. Diese Harmonisierung der Wettbewerbssituation sollte u. a. durch Richtlinien nach Art. 95 EG-Vertrag erreicht werden. Diese Richtlinien beziehen sich im Wesentlichen auf technische Erzeugnisse; Arbeitsschutz ist dabei nur ein Teilaspekt. Bei der Umsetzung in nationales Recht dürfen die Anforderungen dieser Richtlinien weder erweitert noch aufgeweicht werden, um Wettbewerbsvorteile und Handelshemmnisse aufgrund unterschiedlicher Bestimmungen z. B. für die technische Ausrüstung von Maschinen auszuschließen. Neuere Richtlinien zur Verbesserung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beruhen dagegen auf Art. 138 EG-Vertrag. Hierdurch werden Mindeststandards zum Schutz der Arbeitnehmer vor Unfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren sowie zur menschengerechten Gestaltung der Arbeit festgeschrieben. Die Anforderungen dieser Richtlinien dürfen national erweitert werden, wenn dadurch ein besserer Schutz der Arbeitnehmer erreicht werden kann.

Arbeitsschutzvorschriften in Deutschland können grob in zwei Rechtsgebiete aufgeteilt werden: Vorschriften des staatlichen Rechts und Vorschriften des autonomen Rechts, die von den Unfallversicherungsträgern erlassen werden. Man spricht deshalb auch von einem „**Dualen Arbeitsschutzsystem**“. In beiden Gebieten lassen sich die Vorschriften weiter in mehrere Ebenen einteilen. Zusätzlich gibt es noch die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln.

### Staatliches Arbeitsschutzrecht

Vorschriften des staatlichen Arbeitsschutzrechts werden in folgende Ebenen aufgeteilt:

- Gesetze
- Verordnungen
- Verwaltungsvorschriften sowie
- Richtlinien und Technische Regeln

Der Aufbau der Vorschriften folgt dem Grundsatz „vom Allgemeinen zum Speziellen“. Sie haben in den einzelnen Ebenen einen unterschiedlichen Konkretisierungsgrad.

**Gesetze** regeln ein bestimmtes Gebiet umfassend. Deshalb enthalten sie sehr allgemein gefasste Ge- und Verbote. Im Arbeitsschutz spielen nur 10 bis 15 Gesetze eine Rolle; diese Ebene ist daher gut überschaubar.

# 5

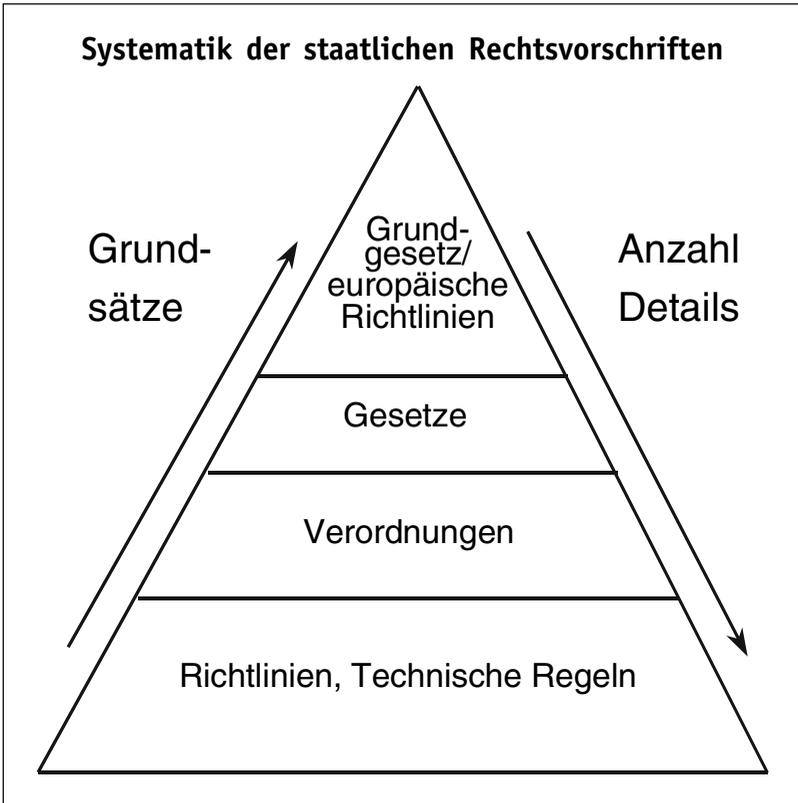


Abb. 1: Systematik der staatlichen Rechtsvorschriften

Erlassen werden Gesetze durch das Parlament, dieses Verfahren ist sehr aufwändig. In der Regel erstellt das zuständige BMA einen Anhörungsentwurf, der den betroffenen Kreisen (Industrie, Gewerkschaften, Länder, Fachverbände etc.) zur Stellungnahme vorgelegt wird. Änderungsvorschläge können so schon zu einem sehr früheren Zeitpunkt eingearbeitet werden. Anschließend beginnt erst das eigentliche parlamentarische Verfahren, evtl. mit weiteren Anhörungen und drei Lesungen im Parlament. Dabei können weitere Änderungen eingebracht werden. Die Abstimmung nach der dritten Lesung bedeutet aber nicht, dass ein Gesetz dann unmittelbar in Kraft tritt. Arbeitsschutzgesetze bedürfen nämlich zusätzlich noch der Zustimmung des Bundesrates und des Bundespräsidenten. In strittigen Angelegenheiten kann sich dieses Verfahren durchaus über mehrere Jahre hinziehen.

Da Gesetze in diesem sehr aufwändigen parlamentarischen Verfahren entstehen, werden sie in der Regel selten geändert. Man achtet bei der Formulierung darauf, dass die Vorschriften möglichst allgemein gehalten werden und aktuelle Anpassungen durch Verordnungen oder Technische Regeln erfolgen können.

Sofern in einem Gesetz eine so genannte **Verordnungsermächtigung** enthalten ist, kann das zuständige Ministerium – für den Arbeitsschutz ist beispielsweise das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) zuständig – Verordnungen erlassen. **Verordnungen** sind nicht so umfassend wie Gesetze. Sie erfassen jeweils nur ein Teilgebiet eines Gesetzes und konkretisieren mithilfe von Ge- und Verboten, wie das jeweilige Gesetz für ein Teilgebiet umzusetzen ist. Sie sind somit auf einen einzelnen Arbeitsplatz besser anwendbar. Verordnungen brauchen nicht das gesamte parlamentarische Verfahren zu durchlaufen. Sie werden in der Regel, nach Anhörung der betroffenen Kreise, durch das Ministerium erlassen und bedürfen anschließend nur noch der Zustimmung des Bundesrates. Durch dieses schnellere Verfahren können sie häufiger an aktuelle Entwicklungen und Erkenntnisse angepasst werden.

Zu Verwirrung können die beiden Begriffe **Verordnung und Ordnung** führen. Während eine Verordnung eine vom Ministerium herausgegebene rechtliche Vorschrift ist, ist der Begriff Ordnung nur ein veralteter Name für ein Gesetz. Die Gewerbeordnung ist somit auch ein Gesetz; der Name Ordnung gibt nur einen Hinweis darauf, dass sie schon vor 1918 entstanden ist.

**Verwaltungsvorschriften** nehmen eine gewisse Sonderstellung ein, denn sie richten sich im Gegensatz zu anderen Arbeitsschutzvorschriften nicht an den Arbeitgeber als Verantwortlichen. Sie richten sich an die staatlichen Aufsichtsbehörden wie Gewerbeaufsichtsämter oder Ämter für Arbeitsschutz und erläutern die Anwendung sowie die Kontrolle von Gesetzen und Verordnungen. Im öffentlichen Dienst sind sie von Bedeutung, um Besonderheiten in der Anwendung von staatlichen Vorschriften zu regeln.

In den **Regeln der Technik, der Hygiene und der Arbeitsmedizin** werden die erforderlichen Einzelheiten festgelegt, beispielsweise für Arbeitsräume (Arbeitsstättenrichtlinien), Gefahrstoffe (Technische Regeln Gefahrstoffe) oder bestimmte Maschinen, Geräte und technische Anlagen (Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung oder Explosionsschutz-Richtlinien). Diese Regeln und Richtlinien werden durch Fachleute in bestimmten Gremien wie z. B. dem Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) erstellt und zum Teil durch eine Veröffentlichung durch das Ministerium im

# 5

Bundesarbeitsblatt in Kraft gesetzt. Durch dieses Verfahren können diese Richtlinien und Regeln schnell der technischen und wissenschaftlichen Entwicklung angepasst werden.

Der Geltungsbereich von Gesetzen und Verordnungen wird in diesen jeweils genau beschrieben. Von ihnen darf nur abgewichen werden, wenn es in der Vorschrift für bestimmte Ausnahmen zugelassen ist. Während Gesetze und Verordnungen allgemein und unmittelbar verbindlich sind, lassen viele Richtlinien und Regeln auch andere Maßnahmen zu. Wenn der angestrebte Schutz durch „andere, ebenso wirksame Maßnahmen“ erzielt oder sogar verbessert wird, kann von diesen Vorschriften abgewichen werden. Somit ist ein wirksamer Spielraum für Innovationen gegeben.

### Autonomes Recht

Beim Stichwort autonomes Recht im Arbeitsrecht denken Juristen sicherlich zuerst an Tarifverträge und Betriebsvereinbarungen. Im Arbeitsschutzrecht spielen diese Verträge und Vereinbarungen jedoch nicht dieselbe wichtige Rolle wie im allgemeinen Arbeitsrecht. Wichtiger sind die Vorschriften, die im autonomen Satzungsrecht durch die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung erlassen werden. Durch die Reichsversicherungsordnung (1996 durch das Sozialgesetzbuch VII abgelöst) ist schon vor über 100 Jahren eine gesetzliche Unfallversicherung geschaffen worden. Die Unfallversicherungsträger haben neben den Versicherungsleistungen Heilung, Rehabilitation und Entschädigung auch die Aufgabe bekommen, Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren mit allen geeigneten Mitteln zu verhüten. Zu diesem Zweck können die Unfallversicherungsträger Unfallverhütungsvorschriften (UVV) erlassen.

Unfallversicherungsträger sind in der gewerblichen Wirtschaft die **Berufsgenossenschaften** (BG), im öffentlichen Dienst die **Landesunfallkassen** (LUK) und **Gemeindeunfallversicherungsverbände** (GUVV) bzw. die gemeinsamen **Unfallkassen** (UK) des Landes und der Kommunen im jeweiligen Bundesland. Ihre Strukturen und Zuständigkeiten sind in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich geregelt. Für die Einrichtungen des Bundes ist die **Bundesausführungsbehörde für Unfallversicherung** (BafÜ) zuständig.

Auch die Vorschriften und Regeln der Unfallversicherungsträger lassen sich in mehrere Ebenen einordnen. **Unfallverhütungsvorschriften** sind in etwa gleichrangig mit Verordnungen. Sie gelten allerdings immer nur im Zuständigkeitsbereich des Unfallversicherungsträgers, der sie erlassen hat.

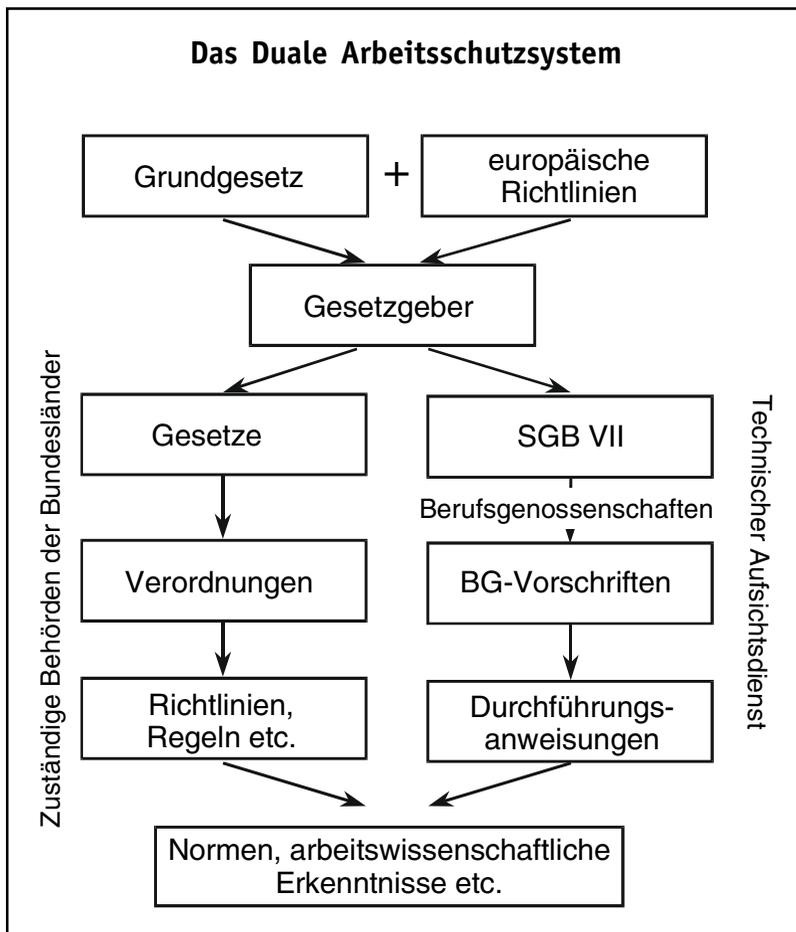


Abb. 2: Das Duale Arbeitsschutzsystem

Zu den Unfallverhütungsvorschriften gibt es als weitere Ebene **Durchführungsanweisungen**, die die Inhalte der Unfallverhütungsvorschriften näher erläutern und dadurch teilweise einen kommentierenden Charakter haben.

Als weitere Ebene wird von den Unfallversicherungsträgern eine Vielzahl von Informationsschriften wie **Merkblätter, Sicherheitsregeln, Richtlinien und Hinweise** herausgegeben. Diese Vorschriften und Hinweise zeigen, wie die Unfallverhütungsvorschriften im Einzelnen einzuhalten sind. Wer von diesen Vorschriften abweicht, muss im Einzelfall

### 5

nachweisen, dass die getroffenen Maßnahmen die Schutzziele der Unfallverhütungsvorschriften mindestens genauso gut erfüllen wie die in den Richtlinien vorgeschlagenen Maßnahmen.

Leider unterscheidet sich der Umfang und die Zahl der Vorschriften zwischen den einzelnen Unfallversicherungsträgern erheblich. In der gewerblichen Wirtschaft werden Unfallverhütungsvorschriften von den einzelnen Berufsgenossenschaften oft identisch erlassen. So hat die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie eine Reihe von UVVen zum Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen formuliert, die von anderen Berufsgenossenschaften dann übernommen wurden. Im öffentlichen Dienst sind aber viele Vorschriften der Berufsgenossenschaften von den Unfallkassen und Unfallversicherungsverbänden nicht übernommen worden. Da aber die Vorschriften anderer Unfallversicherungsträger als allgemein anerkannte sicherheitstechnische, arbeitsmedizinische und hygienische Regeln gelten und damit auch Beachtung finden müssen, ist diese Lücke formal nicht so gravierend. Sie erschwert aber die Arbeit der verantwortlichen Personen beispielsweise im Hochschulbereich erheblich, da das Vorschriftenwerk dadurch sehr unübersichtlich wird. In der Praxis werden u. a. auch deshalb viele Anforderungen nicht erfüllt.

Zu einer mangelnden Übersichtlichkeit trägt auch bei, dass manche Regelungen von verschiedenen Herausgebern veröffentlicht worden sind. So hat die Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie die „Richtlinien für Laboratorien, BGR 120“ veröffentlicht; diese Richtlinien wurden von den Unfallversicherungsträgern des öffentlichen Dienstes unter der Nummer GUV 16.17 übernommen. Im Mai 2000 wurden diese Richtlinien zusätzlich in leicht abgewandelter Form in die Technischen Regeln Gefahrstoffe als TRGS 526 „Laboratorien“ aufgenommen. Es fehlen z. B. die Übergangsregelungen der BGR 120 bzw. GUV 16.17 für ältere Laboratorien, was zu einer ziemlichen Verunsicherung an den Hochschulen führte. Es wurde nun gerätselt, ob ältere Laboratorien umgehend mit einem hohen Kostenaufwand nachgerüstet werden müssen. Übersehen wurde dabei, dass mit einer Technischen Regel nicht in bestehende Bauten eingegriffen werden kann. Aus formaljuristischen Gründen konnten aber die Durchführungsanweisungen der BGR 120 nicht mit übernommen werden, sodass die Anwendbarkeit der TRGS 526 in der Praxis wegen der fehlenden Erklärungen gering ist.

Mit dem Ziel, die Übersichtlichkeit des berufsgenossenschaftlichen Vorschriften- und Regelwerks zu erhöhen, wird dieses zurzeit neu geordnet. Die neue Struktur, die der **Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften** (HVBG) beschlossen hat, umfasst drei Ebenen:

- Die oberste Ebene bilden die BG-Vorschriften (BGV) als unmittelbare Nachfolger der Unfallverhütungsvorschriften. Sie enthalten den reinen Vorschriftentext ohne Durchführungsanweisungen und stellen zukünftig das autonome Satzungsrecht der Berufsgenossenschaften dar. Zur besseren Übersichtlichkeit werden sie in vier unterschiedliche Vorschriftenbereiche untergliedert (BGVA bis BGD).
- In der zweiten Ebene werden die BG-Regeln (BGR) rangieren. Hier unterscheidet man zwischen zwei Gruppen.
  - Die erste konkretisiert und erläutert bestimmte BGVen und gibt praktische Hinweise und Beispiele zu ihrer Umsetzung. Sie tragen die gleiche Nummerierung wie die zugehörige BGV (zu BGV D 36 gehört die BGR D 36).
  - Die zweite Gruppe bilden die BG-Regeln allgemeiner Art. Sie verdeutlichen z. B. Schutzziele aus verschiedenen Arbeitsschutzvorschriften für eine bestimmte Branche. Die BG-Regeln stellen „allgemein anerkannte Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit“ dar.
- Die dritte Ebene stellen die BG-Informationen (BGI) und die BG-Grundsätze (BGG) dar. Sie ersetzen die alten Merkblätter und Hinweise. Den BG-Regeln allgemeiner Art sowie den BG-Informationen und BG-Grundsätzen werden zur besseren Übersichtlichkeit Nummernblöcke zugeteilt (BGR 100–BGR 499, BGI 500–BGI 899 und BGG 900–BGG 999).

Um nicht auf einen Schlag das gesamte Regelwerk neu drucken zu müssen, soll der Übergang zwischen alter und neuer Nomenklatur bis 2005 fließend verlaufen. In dieser Zeit werden die alte und die neue Nummerierung parallel verwendet. Der **Bundesverband der Unfallkassen** (BUK) als Dachverband der Unfallversicherungsträger im öffentlichen Dienst wird voraussichtlich die vom HVBG beschlossene neue Struktur weitgehend übernehmen. BUK-Vorschriften, BUK-Regeln, BUK-Informationen und BUK-Grundsätze werden an die Stelle der alten GUV-Nomenklatur treten. Aus der Nomenklatur soll zusätzlich ersichtlich werden, ob es sich um Vorschriften oder Regeln handelt, die der BUK vom HVBG übernommen hat, oder um solche, die der BUK selbst erarbeitet hat. Damit steht zu befürchten, dass sich auch dieses Mal die Nummerierung des BUK-Regelwerks von der des HVBG unterscheiden wird, womit eine große Chance für noch mehr Übersichtlichkeit vergeben wird.

5

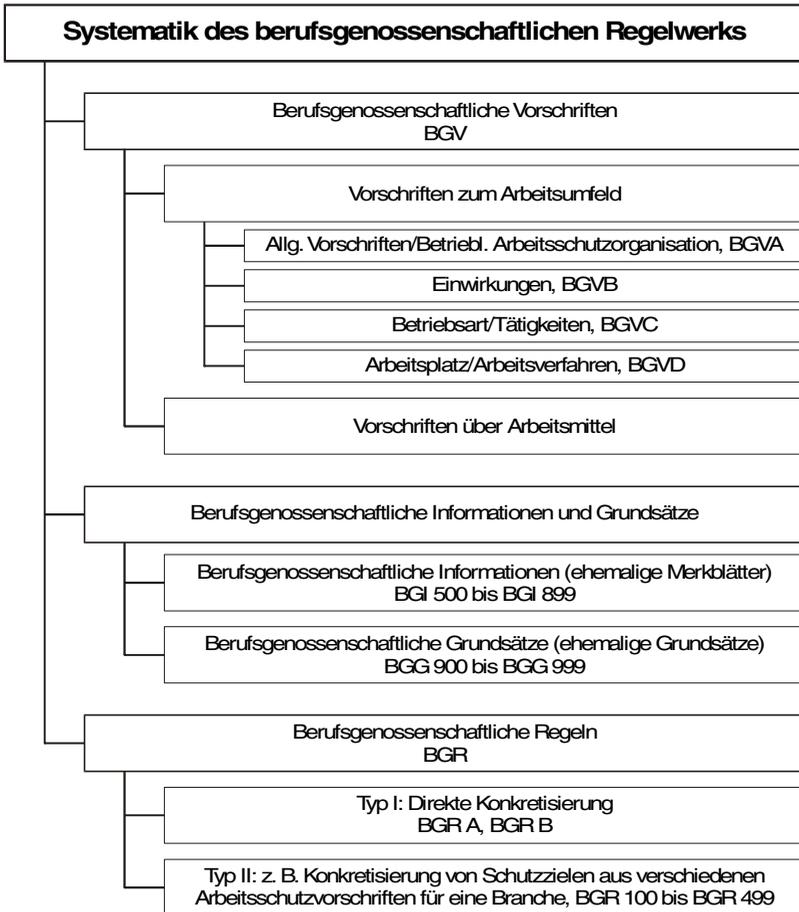


Abb. 3: Systematik des berufsgenossenschaftlichen Regelwerks

### Allgemein anerkannte sicherheitstechnische, arbeitsmedizinische und hygienische Regeln

Als weitere Quelle des Arbeitsschutzrechts gibt es die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln. Zu ihnen gehören neben den Technischen Regeln und Richtlinien aus dem staatlichen Recht sowie den Richtlinien und Regeln der Unfallversicherungsträger auch Normen und Bestimmungen anderer Organisationen. So müssen die DIN-Normen des Deutschen Instituts für Normung, die VDI-Richtlinien des Verbandes Deutscher Ingenieure, die VDE-Bestimmungen des Verbandes Deutscher Elektroingenieure und viele andere Bestimmungen beachtet werden. Ihre Berücksichtigung wird in verschiedenen staatlichen und autonomen Vorschriften (ArbSchG, ArbStättV, GefStoffV, UVV) zur Pflicht gemacht.

Neben diesen Regeln wird die Berücksichtigung der „gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse“ vorgeschrieben. In der Praxis gibt es jedoch häufig Meinungsverschiedenheiten darüber, ob wissenschaftliche Erkenntnisse bereits genügend gesichert und damit verbindlich sind. Unter anderem werden von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) erhebliche Anstrengungen unternommen, solche neuen arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse, die als ausreichend gesichert gelten können, zusammenzutragen und praxisgerecht aufzubereiten.

### Wichtige Regelungsbereiche

Das grundlegende Gesetz des Arbeitsschutzes ist seit 1996 das **Arbeitsschutzgesetz** (ArbSchG). Es regelt die Aufgaben und Pflichten des Arbeitgebers und der Arbeitnehmer in diesem Bereich. Es bildet die Grundlage für die meisten weiteren Regelungen. Inhaltlich lassen sich diese Vorschriften in mehrere Bereiche aufteilen:

- **Arbeitsstätten und Betriebshygiene.** In diesen Bereich fallen Vorschriften über die Gestaltung von Arbeitsstätten, Räumen und einzelnen Arbeitsplätzen. Die Gestaltung dieser Räumlichkeiten hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Arbeitsbedingungen. Hinzu kommen Vorschriften über die Gestaltung der Sozialräume wie Umkleieräume, Pausenräume, Toiletten und Waschgelegenheiten. Ein Großteil dieser Vorschriften der **Arbeitsstättenverordnung** (ArbStättV) und der **Arbeitsstättenrichtlinien** (ASR) wurde erst 1996 für die Hochschulen verbindlich.
- **Maschinen, Geräte und technische Anlagen.** Ein weiterer Bereich umfasst Vorschriften über die sicherheitstechnische Ausrüstung und Gestaltung von Maschinen und technischen Anlagen. Diese Vorschrif-

# 5

ten richten sich in erster Linie an die Hersteller oder Importeure einer Maschine. Der Anwender soll darauf vertrauen können, dass Geräte und Maschinen den technischen Anforderungen des **Geräte-sicherheitsgesetzes** (GSG) entsprechen. Für Hochschulen ist insbesondere wichtig, dass bestimmte Geräte und Anlagen in regelmäßigen Abständen überprüft werden müssen. Dazu zählen die überwachungsbedürftigen Anlagen nach § 2 GSG. Darauf beruhende Vorschriften enthält z. B. die **Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten** (VbF) oder die **Medizingeräteverordnung** (MedGV). Die Werkstätten der Hochschulen sind sich häufig nicht darüber im Klaren, dass sie für die Sicherheit von selbstgebauten oder auch nur umgebauten Maschinen und technischen Einrichtungen im Sinne des GSG als Hersteller verantwortlich und somit auch haftbar sind. Im täglichen Umgang mit Maschinen und Geräten spielen für den Anwender auch ergonomische Anforderungen eine wichtige Rolle. Sie werden nicht durch das GSG abgedeckt, sondern werden in anderen Regelungen wie z. B. der **Bildschirmarbeitsverordnung** (BidscharbV) berücksichtigt.

- **Gefährliche Arbeitsstoffe.** Chemische Arbeitsstoffe und biologische Materialien gefährden Arbeitnehmer an sehr vielen Arbeitsplätzen. Auch von vielen ursprünglich als harmlos angesehenen Stoffen wie Asbest oder Buchenholzstaub können erhebliche Gefahren ausgehen, wenn sie z. B. als Feinstaub eingeatmet werden. Angesichts der Komplexität derartiger Gefährdungen und der Vielfalt von Stoffen wurde ein umfangreiches Regelwerk geschaffen. Die wichtigsten Vorschriften in diesem Bereich sind die **Gefahrstoffverordnung** (GefStoffV) und die **Biostoffverordnung** (BioStoffV). Sie beruhen gleichermaßen auf dem **Chemikaliengesetz** (ChemG) bzw. dem **Arbeitsschutzgesetz** (ArbSchG).

Die GefStoffV beinhaltet die Möglichkeit, die Verwendung bestimmter Stoffe einzuschränken oder zu verbieten. Zentrale Punkte sind außerdem Vorschriften über die Kennzeichnung von gefährlichen Stoffen und den Umgang mit ihnen. Bevor mit Gefahrstoffen gearbeitet wird, muss der Arbeitgeber die möglichen Gefährdungen ermitteln und die nötigen Schutzmaßnahmen treffen. Dazu gehören technische und organisatorische Maßnahmen. Die Beschäftigten müssen durch Unterweisungen und Betriebsanweisungen über die Gefährdungen, Schutzmaßnahmen und die Arbeitsverfahren unterrichtet werden.

Die BioStoffV gilt für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen einschließlich Tätigkeiten in deren Gefahrenbereich. Sie bedient sich einer ähnlicher Systematik wie die GefStoffV.

- **Arbeitszeitregelungen.** Arbeitszeitregelungen sollen Arbeitnehmer schützen, daher sind im **Arbeitszeitgesetz** (ArbZG) Regelungen über die maximale Dauer der täglichen Arbeitszeit, über nötige Pausen und Ruhezeiten zwischen zwei Schichten enthalten.
- **Schutz bestimmter Personengruppen.** Bestimmte Personengruppen stehen unter dem besonderen Schutz des Gesetzgebers. Deshalb wurden für sie spezielle Regelungen getroffen. Hierunter fallen insbesondere Vorschriften für Jugendliche (**Jugendarbeitsschutzgesetz**, JArbSchG), werdende und stillende Mütter (**Mutterschutzgesetz**, MuSchG) und Schwerbehinderte (**Schwerbehindertengesetz**, SchwbG).
- **Organisation des Arbeitsschutzes.** Für die Umsetzung des Arbeitsschutzes ist der Arbeitgeber verantwortlich. Er hat eine geeignete Organisation zu schaffen bzw. ein Arbeitsschutzmanagement einzurichten, damit der Arbeitsschutz auf allen Führungsebenen im Betrieb beachtet wird. Der Arbeitgeber muss nicht nur die Maßnahmen des Arbeitsschutzes ergreifen, sondern er hat sich auch von der Wirksamkeit der Maßnahmen zu überzeugen und eine ständige Verbesserung anzustreben (§§ 3–6 ArbSchG).

Schließlich muss es auch Personen geben, die sich auf dem komplizierten Gebiet des Arbeitsschutzes auskennen und die betrieblichen Beteiligten beraten und unterstützen. Auf betrieblicher Ebene sind dies die Sicherheitsfachkräfte, Betriebsärzte und die Sicherheitsbeauftragten. Aber auch die Aufsichtspersonen der zuständigen Länderbehörden (Gewerbeaufsichtsamt, Staatliches Amt für Arbeitsschutz) und der Unfallversicherungsträger haben einen Beratungsauftrag.

- **Mitbestimmung und Mitwirkung.** In der gewerblichen Wirtschaft hat der Betriebsrat nach **Betriebsverfassungsgesetz** (BetrVG) umfassende Rechte im betrieblichen Arbeitsschutz. Er ist über alle Belange zu informieren und hat bei der betrieblichen Konkretisierung der vielen Arbeitsschutzvorschriften umfassende Mitbestimmungsrechte. Er soll sich auch davon überzeugen, dass die Arbeitsschutzbestimmungen im Betrieb umgesetzt werden. Dabei hat er mit dem Arbeitgeber, den Vorgesetzten, den Beschäftigten, den Sicherheitsfachkräften und Betriebsärzten sowie den Aufsichtsbehörden zusammenzuarbei-

# 5

ten. Im öffentlichen Dienst und damit auch an Hochschulen werden diese Rechte durch den Personalrat wahrgenommen, die Personalvertretungsgesetze der Länder enthalten aber zum Teil andere Mitbestimmungsrechte als das Betriebsverfassungsgesetz.

- **Verhaltensvorschriften.** Die Beschäftigten haben alle Anweisungen zum Arbeitsschutz einzuhalten. Sie müssen sich so verhalten, dass von ihnen keine Gefährdungen für die Sicherheit und Gesundheit anderer Beschäftigter ausgehen. Sie haben den Arbeitgeber in allen Belangen des Arbeitsschutzes zu unterstützen und sollen mit der Sicherheitsfachkraft und dem Betriebsarzt zusammenarbeiten (§§ 15–17 ArbSchG). Der Arbeitgeber hat die Voraussetzungen zu schaffen, dass es zu einer solchen Zusammenarbeit kommt.

*Rainer Dörr*

## Gliederung des Umweltrechts

# 5

Im Unterschied zum Arbeitsrecht gibt es im Umweltrecht kein zentrales Gesetz. Ursache hierfür und für die Vielzahl der Vorschriften ist, dass das Umweltrecht seit seiner ersten Entwicklungsphase in den Siebzigerjahren umfassend und kontinuierlich ausgebaut wurde. Dabei wurde zum Teil auf ältere Rechtsvorschriften aufgebaut und Regelungen teilweise aus gewerbe-rechtlichen und polizeirechtlichen Vorschriften abgeleitet. Dadurch wurde eine Konkretisierung durch Verordnungen erforderlich, die die einzelnen Regelungen in den Gesetzen präzisieren. In einer zweiten Phase sollen Vereinheitlichungen, Harmonisierungen und Systematisierungen durch den Aufbau eines zentralen Umweltgesetzbuches erreicht werden. Bislang existiert hierzu aber nur ein Entwurf, der 1997 dem Umweltministerium vorgelegt wurde. Wann mit einer Umsetzung zu rechnen ist, ist jedoch unklar. Daher bezieht sich die folgende Darstellung nur auf die derzeitige Situation.

Juristisch wird Umweltrecht „als die Summe der Rechtssätze, die dem Schutz der Umwelt dienen“ bezeichnet. Eine andere Definition ist stärker am Ziel orientiert: „Umweltrecht ist das Recht, das die Konflikte lösen soll, die sich bei der Sicherung der natürlichen Lebensgrundlage der Menschen ergeben“. Im Grundgesetz wiederum (Art. 20a) wird unter Umweltschutz der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen für die zukünftigen Generationen nach Maßgabe von Recht und Gesetz verstanden. Ein sehr weitgehender Begriff der Umwelt findet sich im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG). Dort wird Umwelt definiert als:

- Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen und
- Kultur- und sonstige Güter

Der Gesetzgeber hat bislang auf eine einheitliche Definition des Umweltbegriffs verzichtet, d. h. in den Gesetzen wird der Begriff unterschiedlich verwendet.

Eine Gliederung des Umweltrechts kann hierarchisch nach Art und Rang der Rechtsquelle erfolgen (s. Abb. 2). Eine andere Strukturierung (s. Abb. 3) basiert auf der Zugehörigkeit zu den Rechtsbereichen, da das deutsche Recht zwischen Privatrecht, Strafrecht und öffentlichem Recht unterscheidet. Innerhalb dieser Oberstruktur ist dann eine Gliederung nach den Geltungsbereichen Boden, Wasser und Luft bedingt möglich, wie sie in Abb. 4–6 dargestellt sind. Eine klare Zuordnung zu den einzelnen Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft) ist jedoch nicht immer möglich, da sich nur einige Gesetze auf ein Medium beschränken (z. B. Wasser-

### 5

haushaltsgesetz). Einige Gesetze sind mehrmedial (Bundesimmissionsschutzgesetz, Bundesnaturschutzgesetz) oder ohne speziellen Medienbezug (s. Abb. 1). Letztere beziehen sich dann auf einzelne Gefahrenquellen (Chemikaliengesetz, Wasch- und Reinigungsmittelgesetz, Pflanzenschutzgesetz).

| Gesetzt<br>Medium                                    | Bundesimmissionschutzgesetz | Wasserhaushaltsgesetz | Pflanzenschutzgesetz | Chemikaliengesetz | Wasch- und Reinigungsmittelgesetz |
|--|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Boden  | ✓                           |                       | (✓)                  | (✓)               |                                   |
| Wasser   | ✓                           | ✓                     | (✓)                  | (✓)               | (✓)                               |
| Luft   | ✓                           |                       |                      | (✓)               |                                   |
| ohne speziellen Medienbezug (= Gefahrenquellenbezug) |                             |                       | ✓                    | ✓                 | ✓                                 |

Abb. 1: Übersicht über den Medienbezug bzw. den Gefahrenquellenbezug verschiedener Umweltgesetze (nicht vollständig)

Im Folgenden soll versucht werden, die Gliederung des Umweltrechts nach drei verschiedenen Gesichtspunkten zu erläutern. Dies ist einerseits eine hierarchische Gliederung, andererseits eine Gliederung nach Rechtsbereichen und schließlich eine Gliederung nach den Umweltmedien, Wasser, Luft und Boden. Im Rahmen dieser Gliederungen werden die verschiedensten Gesetze und Verordnungen vorgestellt, sodass schließlich die wichtigsten in Kontext gebracht werden können.

### Hierarchische Gliederung des Umweltrechts

Bei einer hierarchischen Gliederung des Umweltrechts (s. Abb. 2) ist zwischen der EU-Ebene, der nationalen Ebene (Bund), der Länderebene und der kommunalen Ebene zu unterscheiden. Gesetze, die auf EU-Ebene erlassen werden, müssen in nationales Recht überführt werden, wenn es sich um EU-Richtlinien handelt. EU-Verordnungen dagegen sind **direkt wirksam**. Ein bekanntes Beispiel für eine EU-Verordnung, die direkt in Deutschland gilt, ist die Umwelt-Audit-Verordnung, deren Ziel die Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes ist.

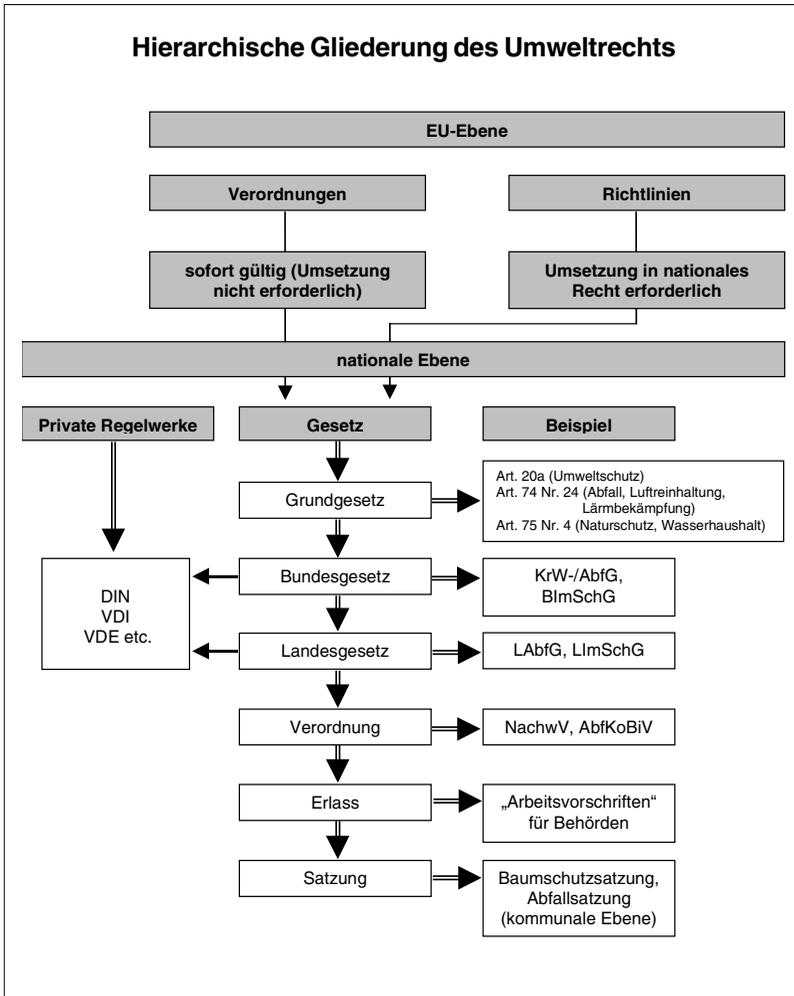


Abb. 2: Gliederung des Umweltrechts nach Art und Rang der Rechtsquelle;  
 KrW-/AbfG = Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz;  
 BImSchG = Bundesimmissionsschutzgesetz;  
 LAbfG = Landesabfallgesetz;  
 LImSchG = Landesimmissionsschutzgesetz;  
 NachwV = Nachweisverordnung;  
 AbfKoBiV = Abfallwirtschaftskonzept und -bilanzverordnung

### 5

Die EU-Umwelt-Audit-Verordnung berücksichtigt, dass von der Exekutive die Überprüfung der Einhaltung bestehender Gesetze personell nicht geleistet werden kann („Vollzugsdefizit“). Der Gesetzgeber versucht daher, statt Einzelverbote und -vorschriften zu erlassen, eine Stärkung der Eigenverantwortlichkeit der Betriebe zu erreichen. Betriebe, die sich einem solchen Öko-Audit unterziehen, müssen selbst ihre Umweltziele festlegen, Maßnahmen zu deren Umsetzung ergreifen, ein Umweltmanagementsystem aufbauen und sich von externen Gutachtern überprüfen lassen. Die Anforderungen an diese Umweltgutachter sind im Umweltauditgesetz (UAG) geregelt. Ferner regelt dieses nationale Gesetz, wer die Umweltgutachter prüft und ihnen die Zulassung erteilt. Das *nationale* Umweltauditgesetz war erforderlich, da in der EU-Umwelt-Audit-Verordnung die Zulassung und Aufsicht über die Umweltgutachter den Mitgliedstaaten überlassen worden war. Das erklärt den scheinbaren Widerspruch zu den eigentlich nicht erforderlichen nationalen Regelungen bei der Umsetzung von EU-Verordnungen.

Weiterhin können auch außerrechtliche Techniknormen wie DIN-, ISO-, VDI- oder VDE-Vorschriften rechtsverbindlich werden, wenn in Gesetzen oder Verordnungen ausdrücklich auf sie verwiesen wird. Ein Beispiel hierfür ist die Chemikalienverbotsverordnung, in der u. a. festgelegt ist, dass die Etikettierung von Chemikalienbehältern den Anforderungen der ISO 8317 entsprechen muss.

### Gliederung nach Zugehörigkeit zu den Rechtsbereichen

Bestandteile des öffentlichen Rechts sind das Umweltverfassungsrecht und das Umweltverwaltungsrecht. Zum **Umweltverfassungsrecht** gehören das Grundgesetz (GG) und die Verfassungen der Bundesländer. Durch die Aufnahme des Art. 20a in das GG ist der Umweltschutz als Staatsaufgabe verankert worden. Zuvor konnte der Umweltschutz als Staatsaufgabe ausschließlich aus dem Recht „auf Leben und körperliche Unversehrtheit“ (GG, Art. 2(2)) abgeleitet werden, weshalb einige Bundesländer Regelungen zum Schutz der Umwelt in ihre Landesverfassungen aufgenommen hatten.

Das **Umweltverwaltungsrecht** hat seine Wurzeln in der Tradition der polizeilichen Gefahrenabwehr, die beispielsweise dem Schutz von Gesundheit, Freiheit und Eigentum dient. Grundsätze des Umweltverwaltungsrechts sind:

- **Schutz- und Vorsorgeprinzip:** Bereits das Entstehen von Umweltbelastungen unterhalb der Gefahrenschwelle soll verhindert werden. Hierzu sieht das Umweltverwaltungsrecht z. B. verschiedene (auch in anderen Bereichen gebräuchliche) *Technikstandards* vor:

- *Allgemein anerkannte Regeln der Technik*: Hierunter werden Techniken verstanden, die sich in der Praxis bewährt haben. Neuere Entwicklungen in Wissenschaft und Technik müssen nicht berücksichtigt werden.
- *Stand der Technik*: Hierbei handelt es sich um den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung beispielsweise von Emissionen gesichert erscheinen lässt.
- *Stand von Wissenschaft und Technik*: Dies ist der strengste Vorsorgemaßstab, der sich an den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen orientiert und keiner betrieblichen Erfahrung bedarf.
- **Verursacherprinzip**: Die Kosten der Vermeidung oder Beseitigung einer Umweltbelastung soll derjenige tragen, der für ihre Entstehung verantwortlich ist.
- **Kooperationsprinzip**: Das Kooperationsprinzip verlangt die Zusammenarbeit aller staatlichen und gesellschaftlichen Kräfte bei der Umsetzung umweltpolitischer Ziele. Es macht eine umfassende Information und Aufklärung der Bürger sowie eine Zusammenarbeit mit Umweltorganisationen, Gewerkschaften, Industrie, Handel, Landwirtschaft und Gewerbe notwendig. Art und Umfang der Information und Mitsprache sind beispielsweise im Umweltinformationsgesetz (UIG) oder in der vierten Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV) geregelt.

Da Umweltschutz eine öffentliche Staatsaufgabe ist, zählt das Umweltverwaltungsrecht vornehmlich zum öffentlichen Recht.

Das **Umweltstrafrecht** ist seit 1980 Bestandteil des Strafgesetzbuches (StGB). Geschützt werden in den einzelnen Rechtsvorschriften die Umweltmedien Wasser, Boden, Luft, die Tier- und Pflanzenwelt und vor allem das Leben und die Gesundheit der Menschen.

In besonders schweren Fällen einer Umweltstraftat nach §§ 324–329 StGB werden vorsätzliche Taten mit Freiheitsstrafen bis zu zehn Jahren geahndet. Als derartige Fälle gelten die leichtfertige Verursachung des Todes oder einer schweren Gesundheitsschädigung eines Menschen, die Gefährdung der öffentlichen Wasserversorgung oder eine Tat aus Gewinnsucht. Auch außerhalb des StGB finden sich strafbewehrte Vorschriften zum Schutz der Umwelt, die noch nicht in das Strafgesetzbuch aufgenommen wurden.

Zum **Umweltprivatrecht** gehören die zivilrechtlichen Regelungen zum Schutz der Umwelt. Schadensersatzklagen aufgrund umweltrelevanter Gesundheitsbeeinträchtigungen sind aber selten. Dagegen werden von

### 5

den Gerichten Umweltschäden als Folge einer Eigentumsverletzung – z. B. Einwirkungen auf Grundstücke durch Grundwasserverseuchung oder Lack-schäden an Fahrzeugen durch Industrieabgase – häufiger anerkannt.

**Privates Nachbarrecht** schützt im Wesentlichen nur Grundstücksei-gentümer vor Immissionen, ohne dass die verursachenden Emissionen zwangsläufig rechtswidrig sind oder ein Verschulden des „Verschmut-zers“ erforderlich ist. Dagegen schützt das Deliktsrecht die Rechtsgüter von allen – insbesondere bei Körper- und Sachschäden –, setzt aber die rechtswidrige und schuldhaft Verletzung voraus.

Ein weiterer Rechtsbereich ist das **Umwelthaftungsrecht**. Ein geschlos-senes Regelwerk existiert auch in diesem Falle nicht, vielmehr sind die Ausgleichs- und Ersatzansprüche über zahlreiche Gesetzeswerke verstreut. Das Umwelthaftungsrecht ist einerseits Teil des Privatrechts und anderer-seits Teil des öffentlichen Rechts. So enthält auch das WHG den Gefähr-dungshaftungstatbestand, der kein Verschulden voraussetzt. Das allge-

| Umweltrecht  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| Öffentliches Recht   |  |   |  |  |
| Umwelt-verfassungsrecht  | Umweltverwaltungsrecht   |   | Umweltstrafrecht                               | Umweltprivatrecht  |
| Grundgesetz Art. 20a<br>Umweltschutz   | <b>Allgemeines Umwelt-verwaltungsrecht</b>                                 | <b>Besonderes Umwelt-verwaltungsrecht</b> | Gewässerverunreinigung § 324 StGB              | Grunddienstbarkeiten (Nutzungsweise von Grundstücken, Gebäuden etc.) §§ 1018 ff. BGB |
| Grundgesetz Art. 2 Abs. 2<br>Schutz des Lebens und körperlicher Unversehrtheit | Gesetz über die Errichtung des Umweltbundesamtes                           | Immissionsschutzrecht                     | Bodenverunreinigung § 324a StGB                | privates Nachbarrecht §§ 906 ff  |
| Grundgesetz Art. 74 Nr. 24<br>Abfall, Luftreinhaltung<br>Lärmbekämpfung        | Gesetz über die Errichtung einer Stiftung "Deutsche Bundesstiftung Umwelt" | Gewässerschutzrecht                       | Luftverunreinigung § 325 StGB                  | Unterlassungs-anspruch § 1004 BGB  |
| Grundgesetz Art. 75 Nr. 4<br>Naturschutz,<br>Wasserhaushalt                    | Umweltstatistikgesetz  | Abfallentsorgungsrecht                    | Lärm § 325a StGB                               | Deliktsrecht §§ 823 ff. BGB  |
| Landesverfassungen   | Umweltverträglichkeits-prüfungsgesetz                                      | Naturschutzrecht                          | Umweltgefährdende Abfallbeseitigung § 326 StGB | Umwelthaftungsgesetz   |
|  | Umwelt-informationsgesetz  | Atomrecht                                 | Unerlaubtes Betreiben von Anlagen § 327 StGB   |  |
|  | Umwelt-Audit-VO  | Bodenschutzrecht                          |  |  |
|  | Umweltauditgesetz  | Chemikalienrecht                          |  |  |

Abb. 3: Gliederung des Umweltrechts nach Zugehörigkeit zu den verschiedenen Rechtsbereichen (nicht vollständig). Im Bereich des besonderen Umweltverwaltungsrechts wurde auf die Nennung der einzelnen Gesetze verzichtet, da diese in den Übersichten zu den verschiedenen Umweltmedien beschrieben sind.

meine Ordnungsrecht ermächtigt die zuständige Behörde, die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen, um eine bestehende Gefahr für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung abzuwehren.

Verschuldensunabhängige Gefährdungs- und Verursacherhaftungen sind in speziellen Gesetzen (AtomG, WHG) und seit 1990 im Umwelthaftungsgesetz (UmweltHG) geregelt. Durch das UmweltHG wird im Privatrecht die Umweltvorsorge stärker berücksichtigt. Es begründet eine Gefährdungshaftung des Betreibers bestimmter umweltbelastender Anlagen, soweit eine Umwelteinwirkung zur Tötung oder Verletzung von Menschen oder zur Beschädigung von Sachen führt. Im UmweltHG ist die Beweislast umgekehrt: Wenn durch eine Anlage der entstandene Schaden verursacht sein könnte, wird grundsätzlich vermutet, dass der Schaden durch diese Anlage verursacht wurde. Damit soll der vielfach bestehenden Beweisnot des Geschädigten abgeholfen werden.

## **Gliederung nach den Geltungsbereichen Boden, Wasser, Luft**

### **Gewässerschutz**

Dem Gewässerschutz dienen zahlreiche Gesetze. Das zentrale Gesetz ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dessen Wirksamkeit durch die Erhebung einer Abgabe nach dem Abwasserabgabengesetz (AbwAG) oder dem Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG) erhöht wird. Letzteres ist ein Beispiel für Überschneidungen, die bei dieser Art der Darstellung zwangsläufig auftreten. Aufgrund seines stoffbezogenen Ansatzes kann das WHG auch dem Bereich des Schutzes vor gefährlichen Stoffen (wozu auch die Gefahrstoffverordnung, GefStoffV, zählt) zugerechnet werden. In *Abb.4* sind einige Gesetze und Verordnungen zusammengefasst, die dem Schutz der Gewässer vor Verschmutzungen dienen.

In den Vorschriften, die das WHG ergänzen, sind Einzelaspekte näher geregelt. In der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) sind Chemikalien nach den verschiedenen Wassergefährdungsklassen sortiert und aufgeführt. Entsprechend den unterschiedlichen Gefährdungen resultieren daraus auch unterschiedliche Anforderungen z.B. an die Lagerungen oder den Transport. Die Einstufung erfolgt nach den Kriterien:

- WGK 0: im allgemeinen nicht wassergefährdender Stoff
- WGK 1: schwach wassergefährdender Stoff
- WGK 2: wassergefährdender Stoff
- WGK 3: stark wassergefährdender Stoff

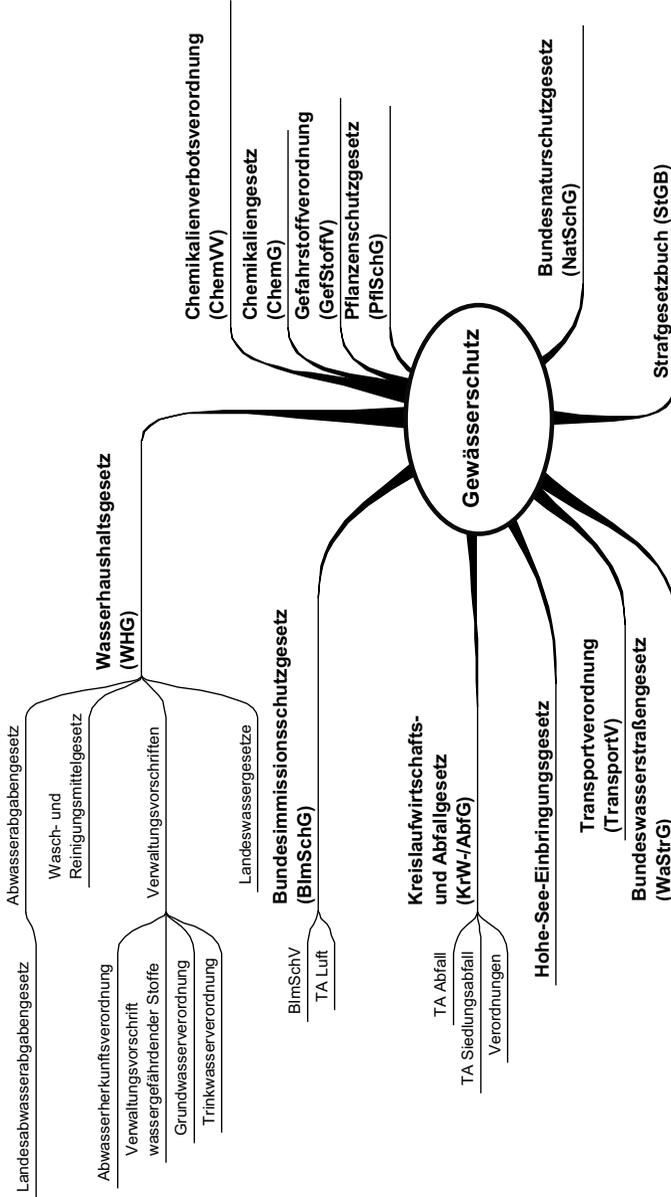


Abb. 4: Gesetzliche Regelungen zum Schutz von Gewässern (nicht vollständig)

Die Grundwasserverordnung (GrundwV) gilt für das Einleiten und mögliche Eindringen von Stoffen in das Grundwasser. In der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sind Grenzwerte für Stoffe und Keime sowie die zu verwendenden Nachweisverfahren und Anforderungen an die Trinkwasseraufbereitung enthalten.

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ist durch den Grundsatz, dass Abfälle so zu beseitigen sind, dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird, mit dem Gewässerschutz verbunden. Eine Beeinträchtigung liegt insbesondere vor, wenn

- die Gesundheit der Menschen beeinträchtigt,
- Tiere und Pflanzen gefährdet,
- Gewässer und Boden schädlich beeinflusst,
- schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen oder Lärm herbeigeführt,
- die Belange der Raumordnung und der Landesplanung, des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie des Städtebaus nicht gewahrt oder
- sonst die öffentliche Sicherheit und Ordnung gefährdet oder gestört werden.

Abfälle im Sinne dieses Gesetzes sind alle beweglichen Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will oder entledigen muss. Unterschieden wird in Abfälle zur Verwertung und Abfälle zur Beseitigung. Abfälle zur Verwertung werden weiter unterteilt in Abfälle zur stofflichen Verwertung (Recycling) und Abfälle zur energetischen Verwertung (Verbrennung). Ein wesentlicher Unterschied zum alten Abfallgesetz ist der Vorrang der Abfallvermeidung vor der Verwertung, die wiederum Vorrang vor der Beseitigung hat.

In den Technischen Anleitungen Abfall und Siedlungsabfall sind u. a. die Anforderungen an den Aufbau und die Sicherung von Deponien geregelt, die auch dem Schutz des Grundwassers dienen. Ebenso tragen die Gesetze zum Chemikalienrecht und das Pflanzenschutzgesetz (PflSchG), das beispielsweise Verwendungsverbote bestimmter Pflanzenschutzmittel vorschreibt, zum Gewässerschutz bei.

### **Immissionsschutz**

Primäre Aufgaben des Immissionsschutzes sind Luftreinhaltung und Lärmbekämpfung. Der Immissionsschutz leistet aber auch einen Beitrag zum Gewässer- und Bodenschutz indem Luftschadstoffe begrenzt werden und so ihr Eintrag in Boden und Grundwasser reduziert wird. Beim Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) handelt es sich um ein anlagen-

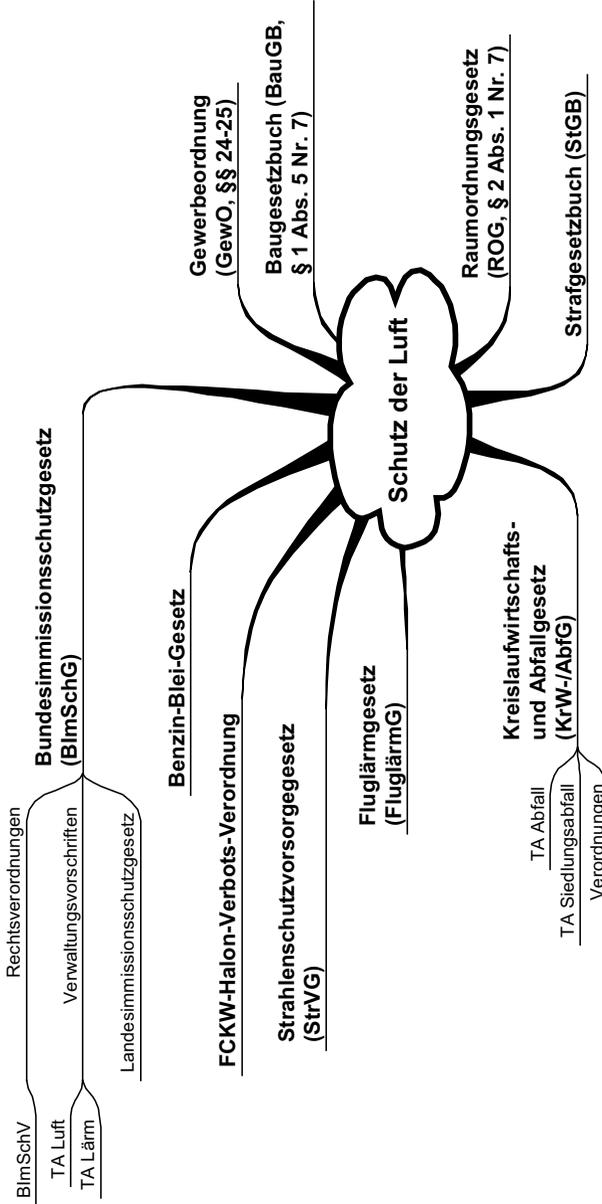


Abb. 5: Gesetzliche Regelungen zum Schutz der Luft (nicht vollständig)

bezogenes Gesetz, in dem die Pflichten der Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen, der Ablauf des Genehmigungsverfahrens und die Voraussetzungen für die Genehmigung durch die Behörde festgelegt sind.

Ergänzt wird das BImSchG durch die rund 30 Bundesimmissionsschutzverordnungen (BImSchV), wie in *Abb. 5* dargestellt. Beispiele hierfür sind die Störfall-Verordnung (12. BImSchV), worunter besonders genehmigungsbedürftige Anlagen fallen oder die 13. BImSchV, die den Betrieb von Müllverbrennungsanlagen regelt. Das Verbot von Chlor- und Brom-Verbindungen als Kraftstoffzusatz ist in der 19. BImSchV festgelegt. In den Technischen Anleitungen, TA Luft und TA Lärm, sind Grenzwerte für Luftschadstoffe (z. B. SO<sub>2</sub> und Ruß) bzw. Lärm festgelegt.

Weitere Gesetze, die dem Immissionsschutz dienen, sind beispielsweise das Benzin-Blei-Gesetz, das den Gehalt an Blei und anderen Metallverbindungen in Otto-Kraftstoffen beschränkt sowie das Strahlenschutzvorsorgegesetz, das Mensch und Umwelt vor radioaktiver Strahlung schützt. Die angrenzenden Rechtsbereiche, wozu die Gewerbeordnung (GewO), das Raumordnungsgesetz (ROG) und das Baugesetzbuch (BauGB) zählen, dienen ebenfalls dem Immissionsschutz, da diese beispielsweise die Errichtung von Gewerbegebieten in Wohngebieten untersagen und so eine direkte Lärm- oder Geruchsbelästigung in Wohnbereichen vermeiden.

### **Bodenschutz**

Die Gesetzgebung zum Schutz des Bodens ist die jüngste in der Reihe der Umweltmedien. Erst 1998 wurde ein Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) verabschiedet; ein Jahr später folgte die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Ziel des BBodSchG ist, die Funktion des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen.

Im BBodSchG sind Entsiegelungsmaßnahmen, Vorschriften zum Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden sowie Gefährdungsabschätzungen bei Altlasten und Altlastverdachtsflächen geregelt. Mit der BBodSchV als Kernstück des untergesetzlichen Regelwerkes stehen erstmals bundeseinheitliche Grenzwerte für den Bodenschutz und die Altlastensanierung zur Verfügung. Dem Schutz des Bodens (sowie des Wassers) dienen das Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter (GBefGG) und die dazugehörigen Verordnungen, von denen einige in *Abb. 6* dargestellt sind. Unter „gefährlichen Gütern“ versteht der Gesetzgeber Stoffe und Gegenstände, von denen aufgrund ihrer Natur, ihrer Eigenschaften oder ihres Zustandes Gefahren beispielsweise für die öffentliche Sicherheit und Ordnung oder Leben und Gesundheit des Menschen ausgehen können (§ 2 (1) GBefGG).

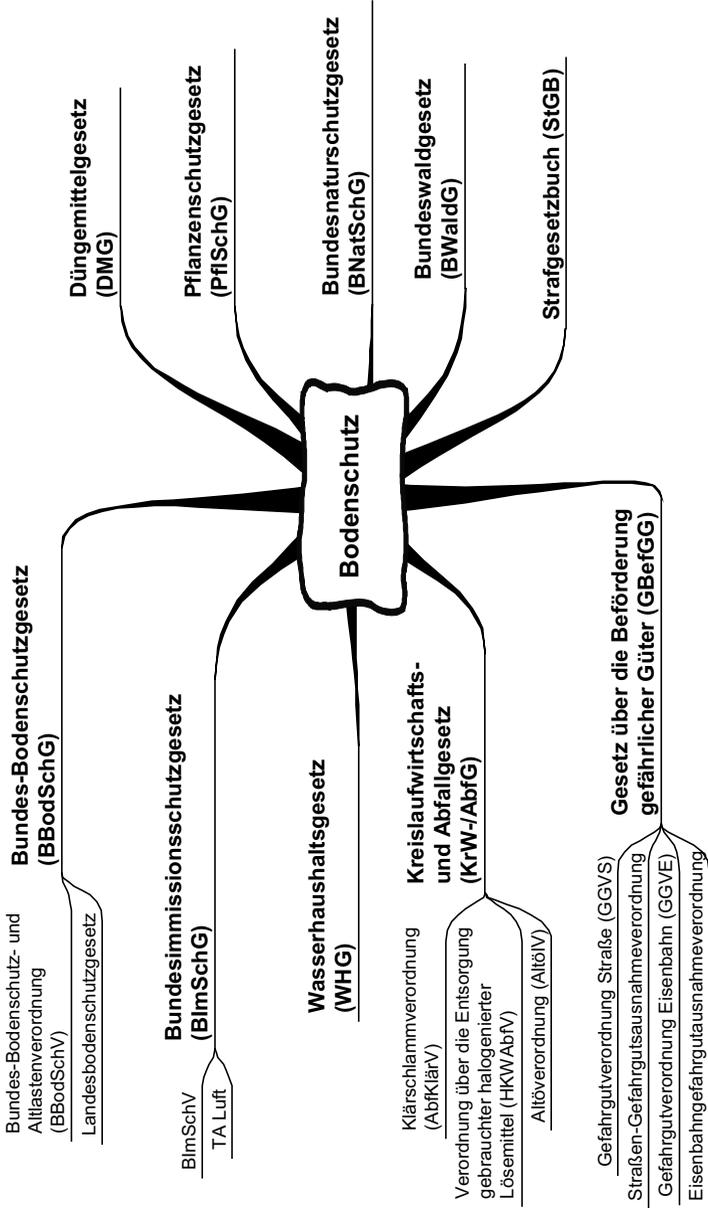


Abb. 6: Gesetzliche Regelungen zum Schutz des Bodens (nicht vollständig)

Das Düngemittelgesetz (DMG) enthält Verwendungsvorschriften und -beschränkungen für Düngemittel. Die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) begrenzt die Menge und Art des Klärschlammes, der auf landwirtschaftlichen Feldern zur Düngung ausgebracht werden darf.

Im Bundesnaturschutzgesetz sind neben den Anforderungen an Naturparke, geschützte Landschaftsteile und Biotopie auch Baubeschränkungen und der Schutz bestimmter Pflanzen und Tiere sowie Bestimmungen zu deren Ein- bzw. Ausfuhr (Washingtoner Artenschutzabkommen) festgelegt. Das Bundeswaldgesetz (BWaldG) dient der Erhaltung des Waldes. Es regelt die Bewirtschaftung und Nutzung des Waldes, was ebenfalls direkt Einfluss auf den Bodenschutz hat.

### Fazit

Neben den hier vorgestellten Gesetzen und Verordnungen gibt es zahlreiche weitere wie z. B. das Gentechnikgesetz oder das Energieeinsparungsgesetz, die ebenfalls zum Umweltrecht gehören. Diese Darstellung kann nicht vollständig sein, sondern soll die Vielfalt der Regelungen im Umweltrecht zeigen und ein Gefühl für die Notwendigkeit eines zentralen Umweltgesetzbuches vermitteln.

### Literatur

- „Umweltrecht“ (enthält die wichtigsten Gesetze), DTV, München
- *B. Bender, R. Sparwasser*: „Umweltrecht“ – C. F. Müller Juristischer Verlag, Heidelberg
- *W. Hoppe, M. Beckmann*: „Umweltrecht“ – C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München
- *M. Kloepfer*: „Umweltrecht“ – C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München

*Andrea Mayer-Figge*

## 5 Betriebsanweisungen und Unterweisungen nach § 20 GefStoffV

*... ersehnte Hilfe oder nur öder Frust?*

Unterweisungen und Anweisungen werden in verschiedenen Arbeitsschutznormen gefordert, im Bereich der chemischen Praktika an Hochschulen spielen aber hauptsächlich Betriebsanweisungen und Unterweisungen nach § 20 GefStoffV eine Rolle. Schon im Vorläufer der GefStoffV, der Arbeitsstoffverordnung von 1975, wurden sie gefordert. Die 1988 erfolgte Einbeziehung von Schülern und Studierenden in den Geltungsbereich der GefStoffV (§ 3 Abs. 4 GefStoffV) stieß zunächst auf schroffe Ablehnung seitens der Hochschulen. Drei Jahre später wurden die Hochschulen durch die **Technische Regel Gefahrstoffe „Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“** (TRGS 451) jedoch trotz oder sogar wegen ihres Widerstrebens zum Handeln gezwungen. Man darf wohl vermuten, dass es das erklärte Ziel der Autoren dieser Schrift war, die Hochschulen dabei „an eine möglichst kurze Leine“ zu legen. Jedenfalls wurden die Hochschulen zu umfangreichen Dokumentationen verpflichtet, also zur Schaffung von nachprüfbaren Beweisen für die Umsetzung der auferlegten Pflichten. Es wird gleich die Rede davon sein, dass dies leider vielerorts zu Formalismen geführt hat, die kaum einen Beitrag zum Arbeitsschutz leisten, sondern allein den Zweck erfüllen, den geforderten Beleg zu produzieren. Die TRGS 451 ist 1998 durch die „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“ (GUV 19.17) abgelöst worden, in der es gottlob wieder mehr Gestaltungsspielraum für die Hochschulen zur sachgerechten Umsetzung von Arbeitsschutzforderungen gibt, was natürlich Chance und Risiko zugleich bedeutet.

### Betriebsanweisungen

Abs. 1 des § 20 GefStoffV beschreibt die Anforderungen an die Erstellung der Betriebsanweisungen wie folgt:

*„Der Arbeitgeber hat eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden; auf die sachgerechte Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle ist hinzuweisen. Die Betriebsanweisung ist in verständlicher Form und in der*

*Sprache der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekannt zu machen. In der Betriebsanweisung sind auch Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe zu treffen.“*

Was hiermit bezweckt wird, entspricht dem gesunden Menschenverstand: Wer mit einem gefährlichen Stoff umgeht, soll wissen, wie er das tun muss, ohne sich selbst oder anderen dabei Schaden zuzufügen. Nach der TRGS 555 sollen die Betriebsanweisungen möglichst standardisiert nach folgender Gliederung erstellt werden:

1. Arbeitsbereich, Tätigkeit
2. Gefahrstoffbezeichnung
3. Gefahren für Mensch und Umwelt
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln
5. Verhalten im Gefahrfall
6. Erste Hilfe
7. Sachgerechte Entsorgung

Bei dieser Gliederung handelt es sich um Mindestanforderungen. Das Resultat einer gemäß TRGS 555 erstellten Betriebsanweisung ist die bekannte DIN-A4-Seite, in der mit plakativen Symbolen und in textlich knapper Form auf die Gefährdungen eines Einzelstoffes hingewiesen wird. Solche Betriebsanweisungen entsprechen den Anforderungen industrieller und gewerblicher Produktionsbereiche, in denen die Zahl der Gefahrstoffe in einem Arbeitsbereich überschaubar ist. Mit Recht hat man in den universitären Forschungslaboren eingewandt, dass dieses Konzept der Einzelbetriebsanweisungen wegen der Vielzahl der dort zudem häufig wechselnden Chemikalien nicht anwendbar ist. Es ist durchaus möglich und zulässig, hier vom Wortlaut der TRGS 555 abzuweichen, sofern nur das Schutzziel dadurch nicht beeinträchtigt wird (*siehe auch „Rechtliche Grundlagen des Arbeitsschutzes“, S. 115 ff.*).

Viel vernünftiger erscheint es, für solche Bereiche die Betriebsanweisungen so weit als irgend möglich zu systematisieren. So ist z. B. die Feuergefährlichkeit des Ethanol nicht anders zu beurteilen als die des Acetons, weshalb es sinnvoll ist, entsprechende *stoffklassenbezogene* Betriebsanweisungen zu erstellen. Nach der TRGS 451 war dies zwar auch schon möglich, allerdings unter großen Vorbehalten und damit sozusagen auf eigene Verantwortung. Kein Wunder also, dass die Angst verbreitet war – und ist –, bei solch generalisierenden Anweisungen könne ja im Einzelfall irgendein Detail unberücksichtigt bleiben, weshalb man „zur Sicherheit“ – und das meint vor allem: „zur eigenen Absicherung“ – dann doch lieber den Einzelanweisungen den Vorzug gegeben hat.

### 5

In der GUV 19.17 wird die Systematisierung von Betriebsanweisungen dagegen viel konsequenter nahe gelegt. Dort heißt es schon eingangs:

*„In Bereichen, in denen die Zahl der Gefahrstoffe groß ist und ständig wechselt, ist der Schutz durch geeignete technische und bauliche Ausstattung, entsprechende Arbeitsmethoden und stoffklassenbezogene Schutzmaßnahmen zu erreichen.“*

Dieses Konzept wird seit 1995 auch von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie für den gewerblichen Forschungs- und Laborbereich angewendet (Merkblatt A 010, neue Bezeichnung BGI 566).

In der GUV 19.17 wird unter Punkt 4.13 die Verpflichtung zum Erstellen von Betriebsanweisungen nach § 20 GefStoffV für den Hochschulbereich wie folgt präzisiert:

*„Als arbeitsbereichsbezogene Betriebsanweisungen können Laboratoriumsordnungen und vergleichbare Regelungen (...) angesehen werden. Für spezielle Arbeitsplätze oder Tätigkeiten ist zu prüfen, ob die in den o. g. Regelungen gegebenen Hinweise ausreichend sind und der Arbeitsplatzbezug gegeben ist. Ist dies nicht der Fall, so sind für diese Bereiche eigene Betriebsanweisungen zu erstellen. Zu den Arbeitsplätzen, für die im Allgemeinen eigene Betriebsanweisungen sinnvoll sind, gehören insbesondere Praktika, Service-Labors und Werkstätten. (...)*

*Die Inhalte der Betriebsanweisungen können auch in Experimentalvorschriften oder Arbeitsanweisungen enthalten sein, wenn sie die notwendigen Hinweise auf die Gefährlichkeit der verwendeten Stoffe und die zu treffenden Schutzmaßnahmen enthalten. **Eine einfache Stoffdatenaufstellung in Tabellenform ist ungeeignet.**“*

Die Hochschulrealität ist hiervon leider oft noch weit entfernt. Die „Richtlinien für Laboratorien“<sup>[1]</sup> baumeln eingestaubt, zerfleddert oder in einer völlig veralteten Fassung an der Wand. Ignorante Praktikumsleiter behaupten, dass es sich bei dieser Schrift gleichzeitig um die allgemeine Laborordnung handle. Träfe dies zu, würde das bedeuten, dass studentischen Praktikumsteilnehmern z. B. auch klar zu machen wäre, dass Steckdosen oberhalb der Arbeitsfläche zu installieren sind (§ 3.6.3.1) oder dass für vor dem 1.10.1993 eingerichtete Laboratorien Bestandschutz hinsichtlich der Nachrüstspflicht für Abzugsüberwachungsanlagen gilt (§ 3.2.1.8 in Verbindung mit § 12.2). Es ist richtig, diese Schrift den Studierenden bekannt zu machen, sie also z. B. auszuhängen. (§ 4.3.1) Ebenso richtig ist aber auch, dass Studierende daraus wohl nur auszugsweise Informationen für die Laborpraxis entnehmen können und daneben Anspruch auf das haben, was nach § 20 GefStoffV vorgesehen ist: Eine **arbeits-**

**bereichsbezogene** Betriebsanweisung. Manchmal finden sich im Labor auch stoffklassenbezogene Betriebsanweisungen. Sind diese, was der Regelfall ist, irgendwo zentral erstellt und ist der Arbeitsplatzbezug lediglich durch Ergänzung von Raumnummer, Verantwortlichem und Notrufnummer hineinfrisirt, so muss man sich über die allmählich blass aussehende Farbe nicht wundern: Die Blätter haben dicken Staub angesetzt.

Zur Erstellung von versuchsbezogenen Betriebsanweisungen erhalten die Studierenden vielerorts die Aufgabe, sich aus der Versuchsvorschrift mithilfe eines Chemikalienkatalogs auf einem bereitgestellten Formblatt eine Datensammlung zu erstellen, die dann per Unterschrift des Assistenten zur „versuchsbezogenen Betriebsanweisung nach § 20 GefStoffV“ (s. Abb. 1–2, S. 148f.) erklärt wird. Auch für banalste Standardchemikalien ist dabei „sicherheitshalber“ zu recherchieren, ob es außer R-/S-Sätzen vielleicht auch noch einen MAK-Wert, Flammpunkt, LD-Werte, Wassergefährdungsklasse oder eine CAS-Nr. gibt. Das zusätzlich verlangte Ausschreiben von im Wesentlichen immer gleichen R-/S-Sätzen zum Zwecke des Auswendiglernens folgt den Gesetzen der Sonderschulpädagogik. Schlussfolgerungen aus diesem Datenpotpourri beschränken sich dennoch zumeist auf Allgemeinplätze, z. B. darauf, dass im Abzug zu arbeiten ist und Handschuhe zu tragen sind. Unfassbar, dass ausgerechnet die GDCh in ihrer ansonsten sehr brauchbaren Broschüre „Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien“ (GUV 50.0.4) solche Datensammlungen zum Vorbild für eine versuchsbezogene Betriebsanweisung erklärt, denn nach dem Zusammentragen dieses Sammelsuriums bleiben bei den Studierenden in der Regel mehr Fragen offen als Antworten gefunden werden. Wenigstens wissen viele Studenten sich gegen die aufgezwungene Fleißarbeit erfolgreich zu wehren: Sie schreiben die Tabellen voneinander ab! Ob die Assistenten es bei den pro Versuch leicht an die 100 reichenden Einzeldaten merken, dass sich dabei allmählich unweigerlich immer mehr Fehler einschleichen, darf bezweifelt werden. **Diese unhaltbare Praxis** resultiert aus einer Formulierung unter Punkt 7 Abs. 6 der alten TRGS 451 und **ist gemäß 4.13 der GUV 19.17 nicht mehr zulässig (siehe obiges Zitat)!**

Steckt man dagegen all das – und nur das! – was für ein spezifisches Praktikum generell gilt (Schutzbrille, Kittel tragen, keine Marmeladengläser zu DC-Kammern umwidmen) in eine allgemeine Betriebsanweisung, die z. B. auch Labor- oder Praktikumsordnung, Praktikums- oder Sicherheitsskripte heißen darf, so fallen vielleicht 90% der in den Einzelanweisungen gegebenen Hinweise als unnötig gewordener Ballast ab. Sowohl der Kopf als auch der Platz auf dem Papier werden plötzlich frei,

### 5

sich um die wirklich spezifischen Dinge zu kümmern, Praktikanten also zum Beispiel zu unterweisen, wie sie das Lithiumaluminiumhydrid aus der zugelöteten Blechdose bekommen, ohne einen Hustenanfall davonzutragen und wie sie es zu vermeiden haben, dass achtlos zurückgelassene Reste dieser Substanz mit heimtückischer Verzögerung einen Brand auslösen. Integriert man dies in die Versuchsvorschriften (Versuchsskripten), wie auch in die vor dem Versuch zu absolvierenden Prüfungsgespräche, so wird der Arbeitsschutz schon vom ersten Labortag an zum selbstverständlichen Bestandteil der Ausbildung. Allgemeine Anweisungen haben in solchen versuchsbezogenen Skripten im Regelfall nichts mehr zu suchen. Eine spezielle Einzelanweisung, die nichts anderes tut als allgemeine Regeln für eine Einzelchemikalie zu wiederholen, verdient diese Bezeichnung nicht.

Die allgemeine Betriebsanweisung ist ebenso wie die „Richtlinien“ entweder jedem auszuhändigen oder an prominenter Stelle auszuhängen. Eine solche Stelle befindet sich nicht in irgendeiner Nische hinter dem Feuerlöscher, sondern beispielsweise auf der Labortür oder an jeder anderen Stelle, an der sich Studierende regelmäßig aufhalten und in der Regel kaum beschäftigt sind (z. B. auf dem Flur, wo die Studierenden auf den Assistenten mit dem Laborschlüssel warten).

Ganz anders sieht es dagegen aus, wenn z. B. in einem universitären Fotolabor lediglich die beiden Chemikalien „Entwickler“ und „Fixierer“ verwendet werden. In diesem Fall muss es zwei Betriebsanweisungen für diese beiden Stoffe geben, die dann natürlich auch die allgemeinen Verhaltensregeln enthalten. Eine Laborordnung wäre in diesem Fall wohl ziemlich unsinnig.

Über das Potenzial, welches frei gestaltete Betriebsanweisungen bieten, kann man sich im Internetangebot von Dr. T. Lehmann an der Freien Universität Berlin<sup>[2]</sup> informieren (*siehe auch WWW-Verzeichnis, S. 201*), der dort Ideen und Beispiele für Betriebsanweisungen und Praktikumsorganisation für das organische Praktikum gibt. Nachfolgend einige seiner Thesen:

#### Thesen für gute Betriebsanweisungen

- Sicherheit darf nicht so vermittelt werden, dass sie nur als lästige „Gebetsmühle“ oder als Störfaktor verstanden wird.
- Eine nur aus formalen Gründen gefertigte Betriebsanweisung taugt nichts, denn sie wird nur ausgehängt oder abgeheftet und verstaubt ungelesen.

- Studierende haben im Grundstudium viel zu wenig Erfahrung, um selbst eine Betriebsanweisung erstellen zu können. Wenn sie Katalogdaten in eine Tabelle abschreiben, ist das noch lange keine Betriebsanweisung. Warum vielerorts die Sicherheitsausbildung derart abgekoppelt ist von der fachwissenschaftlichen Ausbildung, für die es Lehrveranstaltungen wie Vorlesung, Seminare etc. gibt, ist didaktisch nicht nachvollziehbar.
- Wenn man eine Betriebsanweisung für ein spezielles Arbeitsverfahren erstellen will, so muss man ins Labor gehen und feststellen, was dort falsch gemacht wird. Praxisfremde – am grünen Schreibtisch erstellte – Betriebsanweisungen sind unbrauchbar. Wichtig ist auch festzustellen, was im Labor bereits richtig gemacht wird, damit Betriebsanweisungen nicht mit Selbstverständlichkeiten aufgebläht werden.
- Es ist zu kontrollieren, wie Betriebsanweisungen aufgenommen werden. Eine Betriebsanweisung ist dann und nur dann gut, wenn sie als hilfreich und nicht als „ätzend“ empfunden wird. (Auch wenn manch frustrierter Sicherheitsingenieur das für nicht machbar halten will: an diesem Anspruch gibt es nichts zu rütteln!)

### Praxisbeispiel

Was die Berücksichtigung dieser Thesen in der Praxis bedeuten kann, zeigt das folgende Beispiel:

Wenn man Studierende mittels Formblatt (*s. Abb. 1–2, S. 148f.*) das Gefährdungspotenzial von Brom recherchieren lässt, finden sie heraus, dass es sich um eine ätzende (R 35) und beim Einatmen sehr giftige (R 26) Flüssigkeit handelt, für die es sogar einen MAK-Wert gibt. Die recherchierten S-Sätze geben zwar richtige, jedoch wenig hilfreiche Hinweise zum Umgang mit Brom. So soll der Behälter dicht geschlossen und an einem gut gelüfteten Ort aufbewahrt werden (S 7/9). Bei Berührung von Brom mit den Augen soll sofort mit Wasser abgespült und ein Arzt konsultiert werden (S 26). Bei Unfall oder Unwohlsein ist sofort ein Arzt hinzuzuziehen (S 45). Der Leser möge selbst urteilen, welche Hilfe zum Umgang die folgenden, eventuell noch recherchierten Daten bieten: CAS-Nr. 7726-95-6, LD50 (oral): 2600 mg/kg, WGK 3, Flp.: -. Sollen die Studierenden selbst ermitteln, was zu tun ist, so kann ihnen gar nichts anderes einfallen, als dass hier wohl Handschuhe angebracht sind und im Abzug gearbeitet werden sollte.

Unterschreibt der Saalassistent dies kommentarlos, so ist absehbar, dass die ins Labor zurückgekehrten Praktikanten beim Anheben der Bromflasche ihre erste Überraschung erleben, denn diese wiegt etwa 4 kg,

# 5

| BETRIEBSANWEISUNG nach § 20 GefStoffV  |  |         |              |   |                                 |                          |
|--|--|---------|--------------|---|---------------------------------|--------------------------|
| VERSUCHSPROTOKOLL  |  |         |              |   |                                 |                          |
| Name   |  | Vorname | Platz        | Prakt.  | Assistent                       |                          |
| Mustermann   |  | Elke    | 202          | OC-1  | Musterassi                      |                          |
| Herzustellendes Präparat: Phenacylbromid, 2-Bromacetophenon  |  |         |              |   | Ansatzgröße: 0,1 Mol            |                          |
| Literatur: Reaktionen und Synthesen, Tietze, Eicher – Thieme 1981 – Seite 44   |  |         |              |   |                                 |                          |
| Reaktionsgleichung   |  |         |              |   |                                 |                          |
|  |  |         |              |   |                                 |                          |
| Eingesetzte Stoffe, Produkte   | CAS-Nummer                             | MG      | Schmp. Sdp.  | VbF   | Gefahrensymbol und -bezeichnung | Nummern der R- + S-Sätze |
| Acetophenon  | 98-86-2                                | 120,2   | Sdp.202      | AllI  | Xn, gesundheitsschädlich        | R22,R36,S26              |
| Brom   | 7726-95-6                              | 159,8   | Sdp.58,8     |   | T+, C, sehr giftig, ätzend      | R26,R35,S7/9, S26,S45    |
| Eisessig   | 64-19-7                                | 60,1    | Sdp.118,1    |   | C, ätzend                       | R10,R35,S23, S26,S45     |
| 48 proz. HBr-Lösung  | 10035-10-6                             | 80,9    |              |   | C, ätzend                       | R34,R37,S7/9, S26,S45    |
| Phenacylbromid   | 70-11-1                                | 199,1   | Schmp. 47-48 |   | Xi, reizend                     | R36/37/38,S26            |
| Wortlaut der oben genannten R- und S-Sätze:  |  |         |              |   |                                 |                          |
| R10  | Entzündlich                            |         | R37          | Reizt die Atmungsorgane   |                                 |                          |
| R22  | Gesundheitsschädlich beim Verschlucken |         | R36/37/38    | Reizt die Augen, Atmungsorgane und die Haut                                     |                                 |                          |
| R26  | Sehr giftig beim Einatmen              |         | S7/9         | Behälter dicht geschlossen an einem gut gelüfteten Ort aufbewahren              |                                 |                          |
| R34  | Verursacht Verätzungen                 |         | S23          | Dämpfe nicht einatmen   |                                 |                          |
| R35  | Verursacht schwere Verätzungen         |         | S26          | Bei Berührung mit den Augen gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren |                                 |                          |
| R36  | Reizt die Augen                        |         | S45          | Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen                              |                                 |                          |
| Versuchsbeschreibung (mit skizzierten Versuchsaufbau)  |  |         |              |   |                                 |                          |
| <p>Aufbau der Apparatur: 100 ml Zweihalskolben, Tropftrichter mit Druckausgleich, Innenthermometer, Magnetrührer und Eisbad.</p> <p>Zur Lösung von 12 g Acetophenon in 10 ml Eisessig, die einen Tropfen 48 proz. Bromwasserstoffsäure enthält, gibt man unter Rühren und Eiskühlung 16 g Brom so zu, daß die Temperatur der Reaktionslösung 20 °C nicht übersteigt. Man rührt danach 30 Minuten bei Raumtemperatur. Dann nimmt man ca. 1 ml Lösung, bringt durch Anreiben mit dem Glasstab zur Kristallisation und gibt die Impfkristalle zu dem auf 3-4 °C gekühlten Reaktionsgemisch; darauf scheidet sich das Phenacylbromid kristallin aus. Man saugt ab und wäscht mehrmals mit insgesamt 40 ml EtOH/H<sub>2</sub>O 1:1. Literaturnachweise nach Trocknung im Vakuum 10 g (50%) vom Schmp. 47-48 °C, farblose Kristalle.</p> |  |         |              |   |                                 |                          |

Abb. 1 u. 2: Negativbeispiel für eine versuchsbezogene Betriebsanweisung. Die von den Studierenden zusammengetragenen Sicherheitsdaten werden durch

## BETRIEBSANWEISUNG nach § 20 GefStoffV

Stoffdaten siehe Versuchsprotokoll

### Gefahren für Mensch und Umwelt

- Brom** ist sehr giftig beim Einatmen, verursacht schwere Verätzungen und reizt Augen und Atemwege; wassergefährdender Stoff (WGK 2).
- Eisessig** wirkt stark ätzend auf Haut, Augen und Atemwege; entzündlicher und schwach wassergefährdender Stoff (WGK 1).
- Acetophenon** reizt die Augen; schwach wassergefährdender Stoff (WGK 1).
- Phenacylbromid** reizt Haut, Atemwege und insbesondere Augen, wirkt stark tränenreizend; wassergefährdender Stoff (WGK 2).
- 48 proz. HBr-Lösung** wirkt stark ätzend auf Haut und Augen und reizt die Atemwege; schwach wassergefährdende Zubereitung (WGK 1).

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

Alle Arbeiten nur im Abzug ausführen, dabei Frontschieber möglichst geschlossen halten.  
Labor-Schutzhandschuhe aus Gummi oder Kunststoff tragen.  
Eisessig von Zündquellen entfernt halten (Flammpunkt 40 °C).  
Bei Arbeiten mit Brom 3%ige wäßrige Natriumthiosulfatlösung neben der Apparatur bereithalten.

### Verhalten im Gefahrfall (Unfalltelefon 112)

- Nach Verschütten von Chemikalien, im Brandfall sowie nach Haut-/Augenkontakt mit Chemikalien sofort Assistenten informieren.
- Brom:** Kleine Spritzer im Abzug verdampfen lassen oder mit 3%iger Natriumthiosulfatlösung umsetzen. Größere Mengen mit Absorptionsmittel aufnehmen.
- Eisessig:** Kleine Spritzer mit Wasser beseitigen, größere Mengen mit flüssigkeitsbindendem Material
- HBr-Lösung** aufnehmen und mit Wasser nachreinigen; Eisessig-Brände mit Kohlendioxid- oder Pulverlöschler löschen.

### Erste-Hilfe (Ersthelfer: Alle Assistenten)

- Nach Augenkontakt:** Bei allen eingesetzten Stoffen und nach Augenkontakt mit Phenacylbromid Augen mit viel Wasser mindestens 15 Minuten lang spülen, ggf. **Augenarzt** aufsuchen.
- Nach Hautkontakt:** Bei Brom benetzte Haut sofort mit 3%iger Natriumthiosulfatlösung und dann mit viel Wasser abwaschen, ggf. **Arzt** aufsuchen. Bei allen anderen eingesetzten Stoffen mit viel Wasser abwaschen, ggf. **Arzt** aufsuchen.
- Nach Einatmen:** Bei allen eingesetzten Stoffen Frischluft, ggf. **Arzt** aufsuchen.
- Nach Kleidungskontakt:** Benetzte Kleidung sofort ausziehen.

### Sachgerechte Entsorgung

Alle mit Brom verunreinigten Geräte mit wäßriger Natriumthiosulfatlösung spülen. Die Spüllösung kann in das Abwasser gegeben werden.  
Alle Lösungen mit organischen Lösemitteln neutralisieren und in den Lösemittelabfallbehälter geben.

Präparat zur Synthese mit den auf der Vorderseite berechneten Chemikalienmengen freigegeben.

\_\_\_\_\_  
Unterschrift des Assistenten

\_\_\_\_\_  
Chemikalien ausgegeben; Unterschrift Chemikalienlager

Die eigenen Beobachtungen bei der Durchführung des Versuchs, der Reaktionsmechanismus sowie die Literaturdaten und gefundenen Daten (z.B. Ausbeute, Schmp., Sdp., Brechungsindex) sind gesondert zu protokollieren.  
Gesondertes Blatt verwenden; Angaben in der Kopfzeile wie auf der ersten Seite.

*Unterschrift des Assistenten zur „Betriebsanweisung“ deklariert. (Quelle: „Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien“, GUV50.0.4)*

# 5

wenn sie 1 l Volumen hat und noch voll ist. Dummerweise gab es da keinen S-Satz, der einem erklärt hätte, wie man aus so einem Ding z. B. 50 ml sicher abfüllen könnte. Manch ein Student versucht in einer solchen Situation etwa, das Kippen der Flasche zu vermeiden und das Brom stattdessen abzupipettieren, was in der Regel in einem desaströsen Verkleckern auf der gesamten Arbeitsfläche endet. Und dann steigen da plötzlich hartnäckig überall diese braunen Dämpfe auf! Panik ist angesagt, denn diese Substanz war doch sehr giftig – gerade beim Einatmen! Glück hat, wer die richtigen Tipps wenigstens per Mundpropaganda von den Labornachbarn erhält, die entsprechende Handlungsanweisungen entweder aus Negativerlebnissen selbst abgeleitet oder während oder auch erst nach dem Malheur als Rüffel durch den Saalassistenten erhalten hat.

Geeignete praktische Hinweise für den Umgang mit Brom könnten sein:

- Hinweis, dass Brom eine sehr hohe Dichte hat und die Flasche deshalb sehr schwer ist.
- Flasche niemals am Deckel tragen, auch wenn sie außen stark verschmutzt aussieht! (Gewiss: Dies ist eigentlich auch eine selbstverständliche Standardmaßnahme, die in eine allgemeine Laborordnung gehört. Da jedoch Bromflaschen aus Sicherheitsgründen oft mit einer Kunststoffhaut überzogen sind und an der Flasche außen herablaufende Bromreste auf dem Kunststoff nicht abwischbare Spuren hinterlassen, sieht die Flasche oft sehr unansehnlich aus. Die Versuchung, dann doch lieber am Deckel anzufassen, ist deshalb besonders groß und wegen des hohen Flaschengewichts hier auch besonders gefährlich.)
- Alle Arbeiten (auch Umfüllen und Abwiegen) nur im Abzug ausführen!
- Keine Pipette, sondern einen Messzylinder verwenden! Bei kleinen Volumina sind Einwegspritzen mit ausreichend langer Kanüle eine sehr gute Alternative. (Man muss den Praktikanten dann selbstverständlich zeigen, wie man die Einwegspritze luftblasenfrei mit Substanz füllt und es muss Anleitungen geben, wie die Spritze hinterher zu reinigen und ggf. zu entsorgen ist.)
- Beim Einfüllen Trichter verwenden! (Auch das ist eigentlich eine allgemeine Anweisung. Aber der Stress beim ersten Umgang mit Brom führt dazu, dass manchmal elementare Dinge vergessen werden. Wenn man beobachtet, dass die Praktikanten dies auch ohne diesen Hinweis richtig machen, kann und soll dieser Hinweis entfallen.)
- Messzylinder einspannen und nicht mit der Hand festhalten! Das Brom kann sonst über die Hand laufen!

- Sichere Handhabung des Vorratsgefäßes sicherstellen! (Was kann man tun, wenn die Flasche beim Kippen aus der Hand zu rutschen droht?)
- Sachgerechte Desaktivierungs- und Entsorgungshinweise (z. B. Umsetzung mit Disulfidlösung entsprechend den Gegebenheiten vor Ort)

Was hiervon wie ausführlich in eine in flüssigem Text geschriebene Betriebsanweisung zu gießen ist, hängt von den Fähigkeiten und Vorerfahrungen der Studierenden ab. Gibt es später noch einen weiteren Versuch, in dem Brom verwendet wird, so sollten die gleichen Hinweise nicht gebetsmühlenhaft wiederholt werden. Ausreichend und angemessen sind jetzt vielmehr ein paar Stichpunkte, evtl. angereichert mit dem Hinweis, wo der ausführliche Text bei Bedarf nochmals nachzuschlagen ist.

Wichtig ist, dass die Betriebsanweisungen eine spezifische Hilfe für die Studierenden sind. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass spezielle Betriebsanweisungen entfallen können und auch sollten, wenn es einer solchen Hilfe nicht bedarf. Wer nicht gerade im ersten Semester ist und z. B. zum ersten Mal mit Fumarsäure hantieren muss, sollte nicht mit dem Zusammentragen von Literaturdaten für diese Substanz gequält werden. Dem Systematisierungskonzept folgend wäre es hier didaktisch besser, die Praktikanten das Gefahrenpotenzial anhand der molekularen Struktur und den daraus abgeleiteten chemischen Eigenschaften vorherzusagen zu lassen.

## Unterweisung

Abs. 2 des § 20 GefStoffV beschreibt die Anforderungen an Unterweisungen:

*„Arbeitnehmer, die beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt werden, müssen anhand der Betriebsanweisung über die auftretenden Gefahren sowie über die Schutzmaßnahmen unterwiesen werden. Die Unterweisungen müssen vor der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen erfolgen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisungen sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Der Nachweis der Unterweisung ist zwei Jahre aufzubewahren.“*

Diese Anforderungen führten in Hochschulen zu der Praxis, dass Studierende einmal jährlich im Rahmen einer Frontalveranstaltung in einem Hörsaal durch einen eher gelangweilt wirkenden Dozenten formal belehrt werden. In der Regel wird diese Belehrung für mehrere, durchaus unterschiedliche Praktika und die Mitarbeiter im Forschungsbereich gemeinsam durchgeführt.

# 5

Die Forderung der GefStoffV, dass die Unterweisung arbeitsplatzbezogen zu erfolgen hat, wird so nicht erfüllt. Wie eine Unterweisung im Sinne der GefStoffV aussehen kann, die zudem die Studierenden zum sicheren Arbeiten motiviert, zeigen die Beispiele in diesem Reader (*siehe Kapitel 1, Beispiele aus Tübingen, S. 22 ff., und Paderborn, S.36 ff.*).

*Rainer Dörr, Hans-Joachim Grumbach, Thomas Lehmann*

<sup>[1]</sup> Wie schon im Artikel „Rechtliche Grundlagen des Arbeitsschutzes“ ausgeführt, gibt es wegen des Dualen Arbeitsschutzsystems zwei Sorten von Rechtsetzern und Überwachern für den betrieblichen Arbeitsschutz: Die staatlichen Arbeitsschutzbehörden (Gewerbeaufsicht/staatliche Ämter für Arbeitsschutz) einerseits und die Unfallversicherungsträger (Berufsgenossenschaften/Unfallkassen) andererseits. Berufsgenossenschaften und Unfallkassen haben die „Richtlinien für Laboratorien“ jahrelang zwar unter verschiedener Codierung (ZH 1/119 bzw. GUV 16.17), aber wenigstens unter gleichem Titel herausgegeben. Bei den Unfallkassen heißt diese Schrift seit kurzem „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz für Laboratorien“. Um die Verwirrung auf Seiten der Laborinsassen und der für den innerbetrieblichen Arbeitsschutz Verantwortlichen zu komplettieren, sind nun auch noch die staatlichen Arbeitsschutzbehörden auf den Plan getreten und haben die guten alten „Richtlinien für Laboratorien“ als TRGS 526 – Laboratorien“ in einem leicht geänderten Wortlaut veröffentlicht. Es gibt die gleiche Regel nun also unter drei verschiedenen Titeln mit zwei unterschiedlichen Wortlauten, wovon im Hochschulbereich die TRGS 526 und die GUV 16.17 im Prinzip beide gültig sind. Die Betroffenen dürfen über dieses Durcheinander zu Recht den Kopf schütteln.

<sup>[2]</sup> <http://userpage.chemie.fu-berlin.de/~tlehmann/sicindex.html>

## Neulich im Paragrafendschungel...

### *Die rechtliche Sonderstellung der Studierenden*

# 6

Im vorigen Kapitel wurde unter anderem versucht, die allgemeine Systematik des Arbeitsschutzrechts zu erklären, wobei die besondere Stellung der Studierenden in diesem Rechtsbereich zunächst vernachlässigt wurde. Lange Zeit waren Studierende eine Art „Freiwild“, das nur völlig unzureichend vor Unfällen und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren geschützt war. Dies hat sich glücklicherweise in den letzten Jahren etwas geändert, sodass es sinnvoll erscheint, auf die rechtliche Sonderstellung der Studierenden gesondert einzugehen. Dabei werden auch Wege aufgezeigt, wie die aktuelle Gesetzeslage genutzt werden kann, um rechtliche Verbesserungen für Studierende herbeizuführen – sei es durch regelmäßige arbeitsmedizinische Untersuchungen oder durch den Einsatz studentischer Sicherheitsbeauftragter.

Im ersten Artikel wird die besondere Situation von Studierenden im Arbeitsschutz dargelegt. Es werden sowohl die Regelungen des staatlichen als auch des autonomen Rechts der Unfallversicherungsträger ausführlich beleuchtet und Änderungen der letzten Jahre dargestellt. In beiden Rechtssystemen wurde die rechtliche Situation für Studierende deutlich verbessert – allerdings gibt es immer noch Nachbesserungsbedarf im Bereich der personengebundenen Regelungen, da diese immer noch zu wünschen übrig lassen.

Der zweite Artikel erörtert die Möglichkeit, studentische Sicherheitsbeauftragte in Praktikumlaboratorien einzusetzen. Das vorgestellte Konzept zeigt auf, wie Studierende als Experten in eigener Sache Sicherheitsmängel in Praktikumlaboratorien dokumentieren, melden und damit beseitigen helfen können. Der Vorteil des Einsatzes von Studierenden als Sicherheitsbeauftragte ist offensichtlich: Die Studierenden sind im Gegensatz zu den Angestellten der Hochschulen direkt in den Praktikumlaboratorien beschäftigt und werden so täglich mit den bestehenden Mängeln konfrontiert. Konzipiert wurde dieses Modell Anfang der Neunzigerjahre von einigen Fachschaften in Nordrhein-Westfalen – leider wurde es aus unterschiedlichen Gründen an keiner der Hochschulen weitergeführt. Die Landesunfallkasse NRW versucht jetzt, das Konzept wieder aufzugreifen, um die Realisierung zeitgemäßer Sicherheitsstandards in den Praktikumlaboratorien zu unterstützen.

# 6

Der letzte Artikel dieses Abschnitts setzt sich mit dem Thema der arbeitsmedizinischen Betreuung auseinander und beleuchtet Möglichkeiten, diese auch für Studierende einzuführen. Zunächst wird der Sinn arbeitsmedizinischer Untersuchungen erläutert und abschließend erörtert, wie in Zeiten zunehmender Finanzknappheit derartige Untersuchungen auch für Studierende sinnvoll durchgeführt werden können.



## Die rechtliche Sonderstellung der Studierenden im Arbeitsschutz

# 6

Die Tätigkeiten von Studierenden in den Praktika der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge unterscheiden sich je nach Aufbau und Inhalt der Veranstaltungen in der Regel nicht allzu deutlich von den Tätigkeiten der Auszubildenden, Diplomanden, Doktoranden oder gar Beschäftigten im Forschungsbereich. Die rechtliche Stellung der Studierenden im Arbeitsschutz ist, genau wie in vielen anderen Rechtsbereichen, jedoch deutlich schlechter. Begründet wird dies häufig damit, dass Studierende jeweils nur für eine sehr kurze Zeit mit einer Maschine oder einem Arbeitsstoff umgehen, bzw. nicht dauerhaft an einem Arbeitsplatz tätig sind. Stoffe, die in den Praktika des Grundstudiums eingesetzt werden, sollen nicht der Gruppe der giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtschädigenden Gefahrstoffe angehören, soweit sich dies mit den Lernzielen der jeweiligen Veranstaltung vereinbaren lässt. So soll das Gefährdungspotenzial in einem vertretbaren Rahmen gehalten werden. *„In den Praktika (...) ist es zumutbar, einen Ersatzstoff oder ein anderes Verfahren zu verwenden, wenn dadurch ein gleichwertiger didaktischer, inhaltlicher oder methodischer Zweck erfüllt wird.“ (GUV 19.17 Abschnitt 4.4.1)*

Die oben aufgezeigte Begründung mag für jedes einzelne Praktikum noch zutreffend sein, soweit es den Anforderungen des Regelwerks (Gefahrstoffverordnung, GUV 19.17, GUV 16.17,...) im weitesten Sinne entspricht. Doch selbst dies ist heute immer noch nicht überall der Fall. Bei der Betrachtung eines gesamten Chemiestudiums inklusive einer präparativen Diplomarbeit grundsätzlich von einer geringen Gefährdung bzw. Exposition im Sinne der arbeitsmedizinischen Vorsorge (GUV 0.6) zu sprechen, ist in der Summe der Studierenden zumindest bedenklich, in Einzelfällen gar unverantwortlich. Die wahre Begründung für die rechtliche Sonderstellung der Studierenden im Arbeitsschutz lässt sich auf das allgegenwärtige Argument „Geld“ – bzw. „kein Geld“ – zurückführen. Dass häufig nicht einmal die reduzierten Anforderungen erfüllt werden, ist in der Regel auf organisatorische Defizite oder schlicht und einfach auf Schlamperei seitens der Verantwortlichen zurückzuführen.

Lassen sich im gewerblichen Bereich die Kosten für technische und organisatorische Maßnahmen im Arbeitsschutz zumindest zum Teil noch mit den daraus resultierenden Einsparungen infolge sinkender Unfallzah-

# 6

len und einem niedrigeren Krankenstand begründen, fallen diese Argumente im Bereich des öffentlichen Dienstes und speziell bei Kindern, Schülern und Studierenden weniger bzw. gar nicht ins Gewicht. Löhne und Gehälter sowie deren Fortzahlung im Krankheitsfall fallen für Studierende ebenso wenig an, wie es zu Produktionsausfällen durch Krankheit kommt. Die Beiträge an die gesetzliche Unfallversicherung zahlt ein Bundesland pauschal für alle dort immatrikulierten Studierenden. Die Kosten für Maßnahmen im Arbeitsschutz tragen die Hochschulen und damit auch wieder das jeweilige Land.

Bleibt also noch das Argument der sozialen und moralischen Verpflichtung, die Studierenden nicht als Invalide aus den Hochschulen in das Berufsleben zu entlassen. So ist es nicht weiter verwunderlich, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Mindestmaßnahmen im Arbeitsschutz für Studierende im Vergleich zum restlichen öffentlichen Dienst und erst recht im Vergleich zur gewerblichen Wirtschaft als sehr bescheiden zu umschreiben sind.

### Regelungen im staatlichen Recht

Gesetze und Verordnungen im staatlichen Arbeitsschutzrecht lassen sich in zwei Kategorien einteilen: Gesetze zu baulichen und technischen Anforderungen an Maschinen (z. B. Gerätesicherheitsgesetz) oder zum Schutz der Umwelt (z. B. Chemikaliengesetz) richten sich an die Hersteller und/oder Händler und dienen zum Schutz aller Menschen, also auch der Studierenden. Gesetze zum Schutz der Menschen bei der Arbeit gelten ausschließlich für Beschäftigte.

Waren Beschäftigte im Sinne der alten Gewerbeordnung noch ausschließlich Arbeitnehmer im gewerblichen Bereich (der öffentliche Dienst betreibt kein Gewerbe und fällt damit nicht unter die Gewerbeordnung), so ist die Definition des Begriffs „Beschäftigte“ im neuen Arbeitsschutzgesetz weiter gefasst worden. Als Beschäftigte gelten nunmehr u. a. auch Auszubildende („...zu ihrer Berufsausbildung Beschäftigte...“), Beamte, Richter und Soldaten. Studierende fallen gemäß dieser Definition nicht darunter, da eine Beschäftigung laut Gesetz einen Arbeits- oder Ausbildungsvertrag voraussetzt und ein Studium keine Berufsausbildung ist.

Dies hat z. B. zur Folge, dass für Studierende streng genommen weder die Bestimmungen des Arbeitsschutzgesetzes nebst nachfolgender Verordnungen (z. B. Arbeitsstättenverordnung, Bildschirmarbeitsverordnung) noch die Regelungen aus dem Arbeitssicherheitsgesetz (Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeits-

sicherheit) gelten. Werden Studierende als studentische Hilfskräfte angestellt, haben sie einen Arbeitsvertrag und werden somit bei der Ausübung der im Arbeitsvertrag festgelegten Tätigkeiten als Beschäftigte behandelt.

Eine Ausnahme im staatlichen Arbeitsschutzrecht stellt das Gefahrstoffrecht dar, zu dem auch die Regelungen über biologische Arbeitsstoffe zählen. In der Gefahrstoff- und der Biostoffverordnung werden die Definitionen von „Arbeitgeber“ und „Arbeitnehmer“ weiter gefasst als in den ihnen zugrunde liegenden Gesetzen, dem Chemikalien- und dem Arbeitsschutzgesetz. (*„Dem Arbeitnehmer stehen andere Beschäftigte, insbesondere Beamte und in Heimarbeit Beschäftigte, sowie Schüler und Studenten gleich.“* § 3 Abs. 4 GefStoffV und im ähnlichen Wortlaut in § 2 Abs. 8 BioStoffV) Arbeitnehmer im Sinne der Gefahrstoffverordnung ist also jeder, der zu einem Arbeitgeber in einem Abhängigkeitsverhältnis steht. Somit gelten auch alle Technischen Regeln (TRGS und TRBA) für Studierende, sofern sie sich nicht explizit an andere Personengruppen als „Arbeitnehmer“ bzw. „Beschäftigte“ oder an Teilgruppen davon wenden.

Der Begriff Arbeitgeber im gefahrstoffrechtlichen Sinne ist vom Begriff Arbeitgeber im tarifrechtlichen Sinne zu unterscheiden. Die Gefahrstoffverordnung definiert den Arbeitgeber über zwei Eigenschaften:

1. Er wird selbstständig tätig, d. h. er kann selbstständig und unbeeinflusst bestimmen, mit welchen Gefahrstoffen er umgehen will.
2. Er beschäftigt Arbeitnehmer (auch Auszubildende, explizit werden Studierende genannt), d. h. er weist andere, von ihm Abhängige, an, mit Gefahrstoffen umzugehen.

Für den Betrieb Hochschule ist bei der Bestimmung des Arbeitgebers zwischen dem Bereich Forschung und Lehre sowie dem sonstigen Bereich (Verwaltung, Technik) zu unterscheiden:

- Arbeitgeber für den sonstigen Bereich ist die Hochschulleitung und dort der Kanzler (siehe Hochschulgesetz) oder ein vergleichbarer Funktionsträger.
- Für den Betrieb Forschung und Lehre ist die Arbeitgeberfunktion aufgeteilt: In erster Linie ist der Hochschullehrer Arbeitgeber (selbstständig, weist andere an). Da ihm jedoch nicht alle Mittel zur Erfüllung der rechtlichen Normen zur Verfügung stehen, wird er seinerseits von der Hochschulleitung (hier dem Kanzler) ergänzt.

Seit der Einführung der Schülerunfallversicherung im Jahr 1971 sind neben den Arbeitnehmern in gewerblichen Betrieben und den Arbeitern und Angestellten des öffentlichen Dienstes auch Kinder in Kindertages-

# 6

einrichtungen, Schüler und Studierende gesetzlich unfallversichert. Studierende an staatlichen und privaten Hochschulen sind beim Unfallversicherungsträger des jeweiligen Bundeslandes versichert. Die Unfallversicherungsträger unterscheiden in ihrem Regelwerk hauptsächlich zwei Personenkreise:

- *Versicherte*, womit wirklich **alle** versicherten Personen gemeint sind, und
- *Beschäftigte*, womit nur versicherte Personen mit einem gültigen Arbeits- oder Ausbildungsvertrag gemeint sind, also nicht die Studierenden, dagegen aber beispielsweise alle studentischen Hilfskräfte.

### Regelungen im Bereich der autonomen Rechtssetzung der Unfallversicherungsträger

Viele Unfallverhütungsvorschriften und Regeln gelten nur für „Beschäftigte“. Hierunter fällt z. B. die GUV 0.5 („UVV Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit“). Dies hat z. B. zur Folge, dass die Kapazitäten für Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit und deren Abteilungen ausschließlich auf Basis der Anzahl der dort beschäftigten Arbeiter und Angestellten berechnet werden. Die große Menge an Studierenden und die Beamten fließen nicht mit in die Berechnung nach der GUV 0.5 ein. Daraus ergibt sich u. a. auch, dass die Fachkräfte für Arbeitssicherheit überhaupt nicht für die Bereiche und Belange der Studierenden zuständig sind. Einige Vorschriften, wie die GUV 0.3 („UVV Erste Hilfe“) gelten für „Versicherte“, schließen jedoch Kinder, Schüler und Studierende explizit aus. In die Berechnung der Mindestanzahl an Ersthelfern fließt die Anzahl der Studierenden somit ebenfalls nicht ein. Immerhin sind die Ersthelfer aber für alle auf dem Betriebsgelände befindlichen Personen zuständig. Die GUV 0.6 (UVV Arbeitsmedizinische Vorsorge) stellt eine Ausnahme unter den Unfallverhütungsvorschriften dar. Sie gilt ausnahmslos für alle Versicherten. Für den gefahrstoffrechtlichen Bereich gilt wieder das Gleiche wie im staatlichen Recht. Hier konkretisieren die Unfallversicherungsträger lediglich das staatliche Recht für einzelne Betriebsarten (z. B. Schulen und Hochschulen) und geben Handlungshilfen für die Umsetzung. Dieser Teil des Regelwerks bezieht sich entweder auf „Versicherte“ (GUV 16.17), oder aber Studierende, Doktoranden, Stipendiaten und Gastwissenschaftler ohne Arbeitsvertrag u. a. werden explizit den Beschäftigten gleichgestellt (GUV 19.17).

## Auswirkungen im „studentischen Alltag“

Viele der Vorschriften, die für Studierende nicht gelten, werden in Hochschulen jedoch trotzdem angewandt, da die Betreiber der Universitäten (die Länder) der Verkehrssicherungspflicht unterliegen. Das heißt, sie dürfen die Besucher der Einrichtungen keinerlei vermeidbaren Gefahren für Leben und Gesundheit aussetzen. Die meisten Räume, die den Studierenden zugänglich sind, sind auch Arbeitsplätze von Hochschulpersonal. In den Hörsälen und Seminarräumen lehren Professoren, wissenschaftliche Angestellte und zum Teil auch Hilfskräfte. In den Praktikumsräumen halten sie sich bei laufendem Betrieb zum Zweck der Aufsicht und der Anleitung zum experimentellen Arbeiten auf. Somit sind auch die Fachkräfte für Arbeitssicherheit wieder für die Praktikumsräume zuständig – doch leider hat jede einzelne Fachkraft viel zu viele Räume in zu kurzer Zeit zu betreuen. Mindestanforderungen an die Gestaltung von Arbeitsplätzen und -abläufen sowie für den Schutz von Arbeitnehmern im Sinne der GefStoffV, also auch der Studierenden, vor „stoffbedingten Gesundheits- und Sicherheitsgefahren“ sind in der TRGS 500 von März 1998 festgelegt. Sie beschreibt Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Arbeitsstoffen, die unabhängig von der Ermittlung, ob es sich um Gefahrstoffe im Sinne der GefStoffV handelt, anzuwenden sind. In manchem Chemielabor in den Hochschulen sind selbst diese Mindeststandards nicht erfüllt. Hier kann die TRGS 500 z. B. von den Studierendenvertretern als schlagkräftige Argumentationshilfe eingesetzt werden.

Schwieriger ist es für die Studierenden bei der Anwendung oder gar Durchsetzung von personenbezogenen Regelungen an Hochschulen bestellt. Ein Problem stellt dabei die arbeitsmedizinische Betreuung der Studierenden dar (*siehe S. 163 ff.*). Die Betriebsärzte sind innerhalb ihrer gesetzlich vorgeschriebenen Einsatzzeiten nicht für Studierende zuständig. Müssen, sollen oder wollen sich Studierende arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen unterziehen, so ist die Hochschule verpflichtet, entsprechende Möglichkeiten zu schaffen. Von sich aus bieten dies die Hochschulen – aus klar erkennbaren finanziellen Gründen – noch viel zu selten an. Es liegt an den gewählten Interessenvertretungen der Studierenden – eventuell gemeinsam mit den Fachbereichen – eine entsprechende arbeitsmedizinische Betreuung von der jeweiligen Hochschulleitung einzufordern.

Hans-Joachim Grumbach

# 6

## Studentische Sicherheitsbeauftragte

### *Experten in eigener Sache*

Sicherheitsbeauftragte haben die Aufgabe, innerhalb ihrer Arbeitsbereiche auf Mängel in der Arbeitssicherheit zu achten und diese weiterzumelden. Sie sollen sowohl auf technische als auch auf organisatorische Mängel achten. Ansprechpartner sind die Sicherheitsfachkraft, der Betriebsarzt und die für die Arbeitssicherheit Verantwortlichen (Vorgesetzte, Arbeitgeber) sowie der Personalrat. Sicherheitsbeauftragte sind im Rahmen ihrer Tätigkeit weisungsfrei, d. h. sie dürfen keine Anweisungen oder Arbeitsaufträge erhalten, und ebenso dürfen sie niemandem Anweisungen erteilen. Sie sollen als Vertrauenspersonen den Kontakt zwischen den Beschäftigten ihres Arbeitsbereiches und den für Arbeitssicherheit zuständigen Personen halten. Sicherheitsbeauftragte üben ihre Tätigkeit ehrenamtlich während ihrer Arbeitszeit aus. Sie dürfen wegen der Erfüllung der ihnen übertragenen Aufgaben nicht benachteiligt werden [Sozialgesetzbuch (SGB) VII § 22 (3)].

Im Hochschulbereich sind die hierarchischen Strukturen etwas anders gelagert als in Betrieben und Verwaltungen. Arbeitgeber ist formal der Leiter (Rektor oder Präsident) der Hochschule. Er kann Arbeitgeberaufgaben an die Dekane der Fakultäten, an Institutsleiter und an die übrigen Professoren delegieren. Die Fachkräfte für Arbeitssicherheit, die häufig die Ansprechpartner der Sicherheitsbeauftragten sind, beraten den Leiter der Hochschule und die übrigen in Arbeitgeberverantwortung Tätigen über auftretende Mängel, die sowohl technischen als auch organisatorischen Ursprungs sein können.

Für Laboratorien, in denen ausschließlich Studierende arbeiten, sind Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte zumindest innerhalb ihrer gesetzlich vorgeschriebenen Einsatzzeiten *nicht* zuständig (*siehe S. 155 ff.*). In der Regel werden diese Laboratorien jedoch von Zeit zu Zeit durch die Fachkräfte für Arbeitssicherheit begangen. Allerdings sind diese durch die sporadischen Begehungen meist nur unzureichend über die in den Praktika auftretenden Gefährdungen informiert. In dieser Situation spielen die Sicherheitsbeauftragten vor Ort eine zentrale und wichtige Rolle. Bei ihnen handelt es sich in der Regel allerdings um wissenschaftliche oder technische Angestellte in Dauerstellung, die fast ausschließlich räumlich getrennt von den Laboratorien der Studierenden arbeiten. Deshalb ist es dringend notwendig, dass es gerade in den Praktikums-

laboratorien *studentische* Sicherheitsbeauftragte gibt, welche auftretende Mängel feststellen und melden können. Studentische Sicherheitsbeauftragte als „Experten in eigener Sache“ kennen sich in den Laboratorien durch ihre tägliche Praktikumsarbeit am besten aus. Die nötigen Fachkenntnisse, um Sicherheitsmängel zuverlässig erkennen zu können, werden ihnen im Rahmen von Schulungen durch den zuständigen Unfallversicherungsträger vermittelt.

In Aachen, Wuppertal und Düsseldorf wurden Anfang der Neunzigerjahre auf Initiative der Fachschaften hin studentische Sicherheitsbeauftragte bestellt. Diese haben ihre Aufgaben erfolgreich wahrgenommen. In vielen Bereichen ist ein Dialog zwischen Professoren und Studierenden in Gang gekommen, der zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Arbeitsschutzes geführt hat.



Studentische Sicherheitsbeauftragte können über die Dekane bestellt werden. Die Bestellung erfolgt schriftlich nach dem SGB VII. Die entsprechenden Formulare sind beim zuständigen Unfallversicherungsträger erhältlich. Laut § 22 SGB VII, „Sicherheitsbeauftragte“, hat der Unternehmer in Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten Sicherheitsbeauftragte zu

# 6

bestellen. „... Als Beschäftigte gelten auch die nach § 2 Abs. 1 Nr. 2, 8 und 12 Versicherten...“, also auch die Studierenden. Im Praktikumsbetrieb ist gerade beim Umgang mit Chemikalien, biologischen Agenzien oder durch physikalische Einwirkungen (z. B. Strahlung, Magnetfelder, elektrischer Strom, mechanische Einflüsse) mit einem erhöhten Gefährdungspotenzial zu rechnen. Aus diesem Grund sollte pro Gefährdungsbereich (Praktikum bzw. Labor) ein studentischer Sicherheitsbeauftragter benannt werden. Sinnvoll kann auch die Benennung einer bestimmten Anzahl von Sicherheitsbeauftragten pro Semesterverbund sein. Studentische Sicherheitsbeauftragte werden genau wie andere Sicherheitsbeauftragte durch die Unfallversicherungsträger geschult.

Leider ist die Bestellung neuer studentischer Sicherheitsbeauftragter an den genannten Hochschulen nach und nach eingestellt worden, sodass es nur noch vereinzelt studentische Sicherheitsbeauftragte gibt. Die Gesundheitsgefahren an Hochschulen zeigen, dass eine solche Entwicklung nicht hingenommen werden sollte. Neben Wegeunfällen stellen Unfälle in chemischen, physikalischen und technischen Laboratorien der Hochschulen sowie im Hochschulsport den größten Anteil der Unfälle mit schweren Verletzungsfolgen. Die Statistiken der Unfallversicherungsträger sprechen hier eine deutliche Sprache. Vor diesem Hintergrund plant die Landesunfallkasse NRW ein Projekt zur Wiedereinführung der studentischen Sicherheitsbeauftragten. Es soll zunächst an zwei bis drei Hochschulen in Nordrhein-Westfalen vorbereitet und ab 2001 realisiert werden. An der Vorbereitung und Durchführung des Projekts sollen alle beteiligten Gruppen (Studierende, Praktikumsleiter, Professoren, Hochschulverwaltungen, Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Betriebsärzte und Sicherheitsbeauftragte) beteiligt werden.

*Uta Köhler, Hans-Joachim Grumbach*

## Arbeitsmedizinische Untersuchungen für Studierende

# 6

Arbeitsmedizinische Untersuchungen haben den Sinn, frühzeitig Veränderungen des Gesundheitszustandes von Personen zu erkennen und diesen gegebenenfalls durch Veränderungen am Arbeitsplatz entgegenzusteuern. Notwendige Änderungen können sowohl baulicher, technischer als auch organisatorischer Art sein. Die Umgestaltung von Arbeitsplätzen und Umorganisation von Arbeitsabläufen ist häufig mit erheblichen Investitionen verbunden. So werden Ergebnisse von arbeitsmedizinischen Untersuchungen nicht selten dahingehend berücksichtigt, dass Beschäftigte, deren Gesundheitszustand sich negativ geändert hat, lediglich an andere Arbeitsplätze versetzt werden, an denen mit den aufgetretenen Gesundheitsbeeinträchtigungen nicht zu rechnen ist. Die Arbeitsplätze, die zu den Erkrankungen geführt haben, werden dann ohne Veränderung mit noch gesunden Beschäftigten besetzt. Die aus der Sicht des Arbeitsschutzes notwendigen Veränderungen werden oft aus finanziellen Erwägungen nicht durchgeführt. So ist es meistens nur eine Frage der Zeit, wann es bei den neuen Mitarbeitern ebenfalls zur Schädigung der Gesundheit kommt.

Genau wie in den Betrieben und Verwaltungen findet auch in den Universitäten eine regelmäßige allgemeine arbeitsmedizinische Vorsorge durch die Betriebsärzte bei den Beschäftigten statt. Aufseiten der Studierenden fehlt diese Betreuung in der Regel, da die Betriebsärzte innerhalb ihrer gesetzlich festgelegten Einsatzzeiten nicht für die Studierenden zuständig sind (*siehe S. 155 ff.*). Für den Umgang mit Gefahrstoffen oder biologischen Arbeitsstoffen stellen die GefStoffV und die BioStoffV die Studierenden den Arbeitnehmern gleich. Somit besteht auch für Studierende die Möglichkeit, spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen in Anspruch zu nehmen. Dies ist auch sinnvoll, denn der Kontakt mit Chemikalien (zum Beispiel das Einatmen von Lösemitteldämpfen oder der Kontakt mit Schwermetallverbindungen) kann gesundheitliche Veränderungen verursachen. Einige Chemikalien können Allergien auslösen, andere können Veränderungen an inneren Organen oder der Haut hervorrufen, wie z. B. die chronische Austrocknung der oberen Hautschichten.

Die „Unfallverhütungsvorschrift Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (GUV 0.6), in der die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge geregelt wird, gilt folglich für alle Versicherten. Unter *spezieller arbeitsmedizinischer*

# 6

Vorsorge sind die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zu verstehen, die aufgrund von Rechtsvorschriften (z. B. GefStoffV mit TRGS oder BioStoffV mit TRBA) wegen besonderer Gefährdungen am Arbeitsplatz anzuordnen sind. Eine *besondere Gefährdung* liegt nach § 3 Abs. 1 der GUV 0.6 z. B. vor, wenn die Auslöseschwelle für einen im Anhang I der GUV 0.6 aufgeführten Gefahrstoff überschritten ist. Dies ist nicht nur beim Überschreiten der Grenzwerte in der Luft, sondern auch schon bei bloßem Hautkontakt mit dem Gefahrstoff der Fall. Diese Untersuchungen sind nach Abs. 2 vom Unternehmer, im Fall der Studierenden also von der Hochschule, zu veranlassen und auch zu bezahlen. Die Kosten trägt auch dann der Unternehmer, wenn die Vorsorgeuntersuchungen auf Verlangen eines Versicherten durchgeführt werden. Nun kann sich aber nicht jeder Versicherte nach Belieben auf Kosten des Unternehmers arbeitsmedizinisch untersuchen lassen. Das Verlangen des Versicherten muss berechtigt und begründet sein. Dazu muss zunächst einmal eine Erkrankung des Versicherten vorliegen, bei der damit zu rechnen ist, dass sie durch einen Gefahrstoff ausgelöst oder zumindest verstärkt worden ist, dem der Versicherte an seinem Arbeitsplatz ausgesetzt ist oder war.

Werden bei Studierenden gesundheitliche Veränderungen infolge einer Gefahrstoffexposition festgestellt, neigen Ärzte und Hochschullehrer dazu, dem Betroffenen zu raten, das Studienfach zu wechseln. Doch dies kann und darf im Regelfall nicht die Folge arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen sein. Denn aus medizinischer Sicht ist es nicht auszuschließen, dass andere Menschen auch auf diese Stoffe reagieren und sich bei ihnen ebenfalls gesundheitliche Veränderungen einstellen. Bedenkliche Ergebnisse arbeitsmedizinischer Untersuchungen sollten daher in jedem Fall eine Veränderung der Arbeitsumgebung nach sich ziehen und nicht zu einem De-facto-Berufsverbot führen.

Bei der Durchführung arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen steht dem Versicherten ein weitgehender gesetzlicher Schutz zur Wahrung seiner Interessen zu. Damit wird es in der Praxis, gerade bei Studierenden, häufig nicht so genau genommen.

Deshalb sollten im Vorfeld solcher Untersuchungen folgende Punkte ausdrücklich und eindeutig geklärt werden:

- Ergebnisse dürfen nur an den Betreffenden weitergereicht werden.
- Bei negativen gesundheitlichen Veränderungen wird dem- oder derjenigen weiterhin der Studienplatz garantiert.
- Die nötigen Veränderungen z. B. der eingesetzten Stoffe oder des Versuchsaufbaus werden durchgeführt.

Grundsätzlich sollte aber präventiver Arbeitsschutz beim praktischen Arbeiten im Labor betrieben werden. Die Bedingungen der praktischen Arbeiten im Studium sollten so angelegt sein, dass die arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren so gering wie möglich gehalten werden (§ 2 ArbSchG). Wenn die Arbeiten im Labor mit sicherheitsgerechter Ausstattung und weit-sichtiger Versuchsplanung angelegt und ausgeführt werden, ist ein unfall-freies Studium ohne negative gesundheitliche Auswirkungen möglich.

Leider wird das Studium oft unter dem Druck geringer Zeit und zuneh-mender Finanzknappheit durchgeführt. Das durch das Arbeitsschutzgesetz geforderte langfristige Denken und Handeln, das unter dem Gesichtspunkt des Arbeitsschutzes eine optimale Erhaltung der Gesundheit garantiert, wird so an den Hochschulen immens vernachlässigt. Daher sollten alle Betei-ligten darauf achten, dass die Ergebnisse von arbeitsmedizinischen Untersu-chungen und neueste arbeitsmedizinische Erkenntnisse bei der optimalen Gestaltung der praktischen Arbeiten an den Hochschulen verwendet und nicht als Repressalien missbraucht werden. Dies sind neben der rein fachspe-zifischen Ausbildung die Grundsteine einer modernen, innovativen Ausrich-tung von qualitativ optimaler Lehre und Forschung an den Hochschulen.

Es gibt immerhin einige positive Ansätze zur arbeitsmedizinischen Be-treuung von Studierenden. So werden z. B. an der Uni Bielefeld aus jedem Semester stichprobenartig fünf bis 10 Studierende untersucht. Solange die Studierenden ihre Praktika zusammen in einem großen Labor machen, kann diese Untersuchungsmethode einen gewissen repräsentativen Querschnitt der Semesterkollektive darstellen. Gesundheitliche Veränderungen aufgrund persönlicher Expositionsspitzen infolge experimenteller Missgeschicke einzel-ner Studierender oder der individuellen körperlichen Konstitution können so jedoch nicht erfasst werden. Zur Zeit wird an einer Überarbeitung dieses Untersuchungsschemas mit dem Ziel gearbeitet, dass alle Studierenden im Bereich der Fakultät für Chemie zumindest in der Mitte und am Ende ihres Studiums arbeitsmedizinisch untersucht werden. Studierende können sich an der Uni Bielefeld jedoch auch auf eigenen Wunsch regelmäßig kostenfrei arbeitsmedizinisch untersuchen lassen. Studentische Hilfskräfte werden hier je nach ihrem Einsatzgebiet zum Teil sogar sehr umfangreichen Untersu-chungen unterzogen, so z. B. die Hilfskräfte in der Abteilung für Sonder-abfallentsorgung (*s. auch S. 93 ff.*). Leider gibt es aber auch immer noch viel zu viele Hochschulen, an denen selbst Doktoranden mit Arbeitsvertrag keinerlei arbeitsmedizinische Betreuung erfahren, *obwohl sie einen Rechts-anspruch darauf haben!*

Hans-Joachim Grumbach



## Ceterum censeo...

### *Forderungen der BuFaTa Chemie*

# 7

Am Ende dieses Readers werden zwei Papiere der Bundesfachtagung Chemie präsentiert, die inzwischen – so sollte man meinen – fast gegenstandslos geworden sein sollten. Denn die Studierenden, die sich in den letzten zehn Jahren tiefeschürfende Gedanken zum Arbeitsschutz gemacht hatten, bekamen Ende der Neunzigerjahre vielfach die Gelegenheit, als Mitarbeiter in den Praktika die Ideen in die Tat umzusetzen, die sie zuvor entwickelt hatten. So haben einige Menschen, die an der Gestaltung der folgenden Statements aktiv mitgewirkt hatten, die Möglichkeit genutzt, im vorderen Teil dieses Readers ihre eigenen Projekte vorzustellen. Diese und andere Aktivitäten an einzelnen Orten wirkten jedoch ähnlich wie der sprichwörtliche Tropfen auf den heißen Stein. Denn es sind doch leider vergleichsweise wenige Hochschulen geblieben, die den Aufwand umfangreicher Reformen nicht scheuten. So sind die beiden Papiere, die auf der Bundesfachtagung Chemie im Sommer 1994 verabschiedet wurden – bedauerlicherweise – immer noch brandaktuell<sup>[1]</sup>, weshalb sie auch Eingang in diesen Reader gefunden haben. Warum das eine „Resolution“ und das andere „Empfehlungen“ genannt wurde, wird wohl für immer ein Geheimnis der damaligen Tagungsteilnehmer bleiben.

In den „Empfehlungen der Bundesfachtagung Chemie“ zur didaktisch sinnvollen Gestaltung der Praktika werden Vorstellungen zur Durchführung von Praktika skizziert. So werden Einführungskurse, eine freie terminliche Gestaltung der Praktikumsinhalte und eine intensive, professionelle Betreuung der Studierenden gefordert. Die theoretisch orientierten Teile des Studiums sollen stärker mit den Praktika verzahnt werden, in den Praktika soll Eigenständigkeit bei der Bewältigung der Praktikumsaufgaben eingeübt werden, sodass im Hauptstudium die Einrichtung von Arbeitskreispraktika keine Schwierigkeit darstellt.

Die Resolution „Umstrukturierung der Praktika unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit“ zeigt Wege auf, wie eingefahrene Praktika relativ einfach reformiert und „sicher“ gestaltet werden können. Das im ersten Kapitel dieses Readers beschriebene *Tübinger Modell* bildet die Grundlage des ersten Teils dieser Resolution. Im

# 7

zweiten wird aufgezeigt, wie mit relativ einfachen Mitteln auch der Umgang mit sehr giftigen Chemikalien bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Studium „sicher“ erlernt werden kann.

Engagierte Studierende in Bielefeld schafften es, diese Resolution zu einem Beschluss der Fakultätskonferenz Chemie zu erheben. Die chemischen Institute wurden aufgefordert, die Resolution „Umstrukturierung der Praktika unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit“ umzusetzen. Leider mussten die Initiatoren schnell lernen, dass ein derartiger Beschluss allein nicht hilft, Missstände abzustellen. Denn ohne den festen Willen der Verantwortlichen, Änderungen herbeizuführen, wurde eine konkrete Umsetzung dieses Beschlusses nicht weiter verfolgt. Begünstigt wurde dieses passive Abwarten durch die Zuständigen in der Fakultät, die eine Kontrolle der Umsetzung dieses Beschlusses zu keinem Zeitpunkt in Erwägung zogen.

<sup>[1]</sup> Einige gesetzlichen Vorschriften, auf die sich die Papiere beziehen (z. B. die TRGS 451), sind inzwischen durch andere abgelöst worden. Da es sich um Beschlüsse eines Gremiums handelt, musste zwangsläufig darauf verzichtet werden, den Wortlaut hier den aktuellen Gegebenheiten anzupassen.

## Bundesfachtagung der Chemie-Fachschaften

### *Resolution*

# 7

## **Umstrukturierung der Praktika unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit (GefStoffV, TRGS 451)**

In den vergangenen Jahren wurden vom Gesetzgeber zahlreiche Vorschriften zum Umgang mit Gefahrstoffen erlassen. Insbesondere die Neufassung der Gefahrstoffverordnung vom Oktober 1993 (GefStoffV), die Technische Regel Gefahrstoffe (TRGS) 451 vom November 1991 und die Richtlinien für Laboratorien (GUV 16.17) vom Oktober 1993 greifen unmittelbar in die Praktika der Chemie ein.

Der hier vorliegende Entwurf soll es den zuständigen Stellen an den Hochschulen ermöglichen, die von der Legislative herausgegebenen Vorlagen zu berücksichtigen, gleichzeitig aber auch den Lehrauftrag, der den sachgerechten Umgang mit Gefahrstoffen zum Ziel der Ausbildung hat, zu erfüllen. Dieses Arbeitspapier geht von einem Studienplan aus, der im Grundstudium vier Praxissemester (i. A. allgemeine/anorganische Chemie, anorganisch-analytisches Praktikum, physikalische Chemie und organische Chemie in dieser Reihenfolge) und im Hauptstudium Forschungspraktika, d. h. auch Arbeiten mit unbekanntem Stoffen vorsieht.

Dass in dieser Richtung Handlungsbedarf besteht, wird immer wieder von den IndustrievertreterInnen bestätigt. Diese beklagen den geradezu mangelhaften Ausbildungsstand im Bereich Arbeitssicherheit. Schlagworte wie GLP, Chemikaliengesetz, Unfallverhütungsvorschriften, Betriebsanweisung, ISO 9000 etc. sind für die meisten AbsolventInnen der Chemie bedauerlicherweise Fremdwörter. Dies ist umso bedenklicher, da für eine Vielzahl von DoktorandInnen die Belehrung von MitarbeiterInnen, das Erstellen von Arbeitsprotokollen, die Suche nach Ersatzstoffen und die Bilanzierung von Produktionsabfällen zur täglichen Arbeit gehört.

Diese Informationsmängel sollten bereits an der Hochschule beseitigt werden. Um hier den Anfang zu erleichtern, hat die Arbeitsgruppe Sicherheit der Bundesfachtagung folgende Vorschläge ausgearbeitet:

# 7

## 1. Festschreibung der Arbeitssicherheit im Studienplan

### a) Einrichtung eines Sicherheitsseminars

Neben einer fundierten chemischen Ausbildung muss es Ziel des Studiums sein, den verantwortungsbewussten Umgang mit Gefahrstoffen zu erlernen. Zu einer intensiven Vorbereitung der praktischen Arbeiten ist es notwendig, dass vor dem Kontakt mit Chemikalien die elementarsten Sicherheitsregeln trainiert werden. Grundlage dieses Vorschlages ist das von der Fachschaft Chemie der Uni Tübingen erarbeitete Sicherheitsseminar. Eine in dieser Art abgehaltene Veranstaltung ist in die Studienpläne zu integrieren. Wir halten es für sinnvoll, die hierfür notwendige Semesterwochenstundenzahl losgelöst von den üblichen Praktika festzuschreiben. Dieses Seminar ist institutsübergreifend auszurichten. Der Inhalt dieser Sicherheitsseminare, die selbstverständlich im ersten Semester, also noch vor Beginn der regulären Praktika stattfinden sollen, besteht aus folgenden Punkten:

- Grundlage ist die Broschüre „Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien“ (grünes Heft), sowie ausgewählte Kapitel aus den „Richtlinien für Laboratorien (GUV 16.17)“ vom Oktober 1993
- Selbstschutz und Fremdschutz: Schutzkleidung, Schutzbrille, Handschuhe, Abzüge.
- Erkennen und Beseitigen von Gefahrenquellen.
- Abfallentsorgung, Müllvermeidung.
- Unschädlich Machen von Gefahrstoffen und Abfällen.
- Kennzeichnung von Gefahrstoffen. (TRGS, GefStoffV).
- Ausbildung in Erster Hilfe. Im Mittelpunkt sollten dabei die typischen Laborverletzungen stehen. Die Bedeutung des Verbandbuches und der Unfallberichte sind hier besonders hervorzuheben.
- Arbeiten mit brennbaren Flüssigkeiten und Gasen (wird als Experimentalvorlesung u. a. von der Berufsgenossenschaft Chemie angeboten).
- Begehung der Praktikumsräume: Wo sind Feuerlöscher, Erste-Hilfe-Kästen, Augenduschen, Löschduschen, Fluchtwege, Telefone, Krankentragen, Alarmmelder, etc. Als Grundlage empfehlen wir den von der FS Tübingen erstellten Fragebogen.
- Alarmübung (z. B. Brand mit verletzten Personen). Zusammenarbeit mit Feuerwehr und Rettungsdiensten, korrektes Absetzen eines Notrufes, Evakuierung der Praktikumsräume, Löschversuche usw. Alarmübungen sind während des normalen Praktikumsbetriebs, also nicht angekündigt, zu wiederholen. Wichtig ist eine sich unmittelbar anschließende Besprechung der Übung.

- Literaturarbeit: Herausfinden von R- bzw. S-Sätzen, toxikologische Daten, Verhalten bei Vergiftungen, bei Brand, Entsorgung, etc. Darüber hinaus ist das Auffinden technischer Regeln und Unfallverhütungsvorschriften im Studienplan des Hauptstudiums festzuschreiben.
- Sinnvolle Suche nach Ersatzstoffen. Darunter verstehen wir das sorgfältige Durcharbeiten von Reaktionsvorschriften unter kritischer Betrachtung der eingesetzten Edukte, Lösungsmittel sowie entstehender Neben- und Endprodukte. Die Studierenden sollten insbesondere im fortgeschrittenen Studium in der Lage sein, mit dem jetzt vorhandenen chemischen Wissen eigenständig Gefahrstoffe durch weniger bedenkliche Chemikalien zu ersetzen.
- Als praktischer Abschluss sind einige Didaktikpräparate vorgesehen, z. B. die Darstellung von Fluorescein.

### **b) Anrechnung der Vorbereitungszeit auf die Wochenstundenzahl**

Gerade beim Umgang mit Gefahrstoffen ist es unabdingbar, dass Versuche intensiv vorbereitet werden. Diese Praktikumsvorbereitung dient der Erstellung von Vorprotokollen und hat zum Ziel, dass Gefahren erkannt und die Sicherheitsvorschriften beachtet werden. Die Vorbereitungszeit ist aktiver Arbeitsschutz. Als zeitlicher Rahmen hierfür wird eine Stunde pro halben Versuchstag vorgeschlagen.

## **2. Handlungsanweisungen zur Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an den Hochschulen (TRGS 451)**

### **a) Betriebsanweisungen als Lernziel**

Das Erstellen *einer* stoffbezogenen bzw. stoffgruppenbezogenen Betriebsanweisung gemäß § 20 GefStoffV ist in das Studium zu integrieren. Diese Anweisungen sind in einem der präparativen Praktika im Hauptstudium vorzusehen und einer normalen Stufe gleichzusetzen.

Neben dem Erlernen des Umgangs mit der Gefahrstoffverordnung für die Studierenden bietet dieses Verfahren den Vorteil, dass das betreffende Institut hier Rohdaten zur Erstellung der eigenen Betriebsanweisung erhält.

### **b) Gezieltes Heranführen an den Umgang mit gefährlichen Stoffen**

Als Ziel des präparativen Teils des Chemiestudiums sehen wir das Erlernen von in der Chemie üblichen Arbeitstechniken. Dazu gehört auch der richtige Umgang mit und der sinnvolle Gebrauch von Gefahrstoffen. Didaktisches Ziel ist eine sorgfältige Vorbereitung im Handling von Chemikalien.

# 7

Der AK Sicherheit schlägt daher vor, die einzelnen Reaktionen in Kategorien einzuteilen, die es ermöglichen sollen, dass die Gefährdung der PraktikantInnen möglichst gering bleibt, gleichzeitig aber der sichere Umgang mit Gefahrstoffen Schritt für Schritt erlernt wird.

**Kategorie I.** Stoffe, die maximal folgenden Gruppen angehören: Xi, Xn, F, O als wässr. Lsg., C (sofern nicht hautresorbierbar), *ausgenommen* die R-Sätze 39, 40, 45, 46, 49 und 60 bis 63.

Voraussetzung für den Umgang mit diesen Stoffen ist – nach dem oben vorgestellten Sicherheitsseminar – eine Sicherheitsbelehrung und falls erforderlich eine Belehrung anhand der Betriebsanweisungen. Für die Versuche sind Vorprotokolle zu erstellen. Stichpunktartige Sicherheitskolloquien sind erwünscht. Eine intensive Betreuung durch ausgebildete AssistentInnen (Präsenzpflicht, Verhältnis während der ersten vier Wochen 4:1, später maximal 8:1) ist unbedingt notwendig.

Versuche, die unter diese Kategorie fallen, sind für das erste und zweite Semester im Studiengang Chemie und alle Nebenfachpraktika in der Regel ausreichend.

**Begründung:** Die hier aufgeführten Gefahrstoffe sind kaum in der Lage die Gesundheit der PraktikantInnen schwerwiegend zu beeinträchtigen. Dies gilt auch, wenn bei unsachgemäßer Handhabung aufgrund mangelnder Laborpraxis Stoffe unbeabsichtigt inkorporiert werden.

*Anm.: Laut GefStoffV Anh. II sind Zubereitungen (Gemische, Lösungen) wie folgt zu klassifizieren: Gemische mit weniger als 25 % eines Stoffes der Gefahrengruppe T gelten als gesundheitsschädlich (Xn). Ebenso sind Gemische mit weniger als 1 % der Gefahrengruppe T+ als gesundheitsschädlich (Xn) einzustufen. Ähnlich lassen sich ätzende Stoffe in Form 5-prozentiger Lösungen (bei R35) bzw. 10-prozentiger Lösungen (bei R34) als reizend (Xi) eingruppiieren.*

**Kategorie II.** Stoffe, die neben den Gefahrensymbolen der Kategorie I folgenden Gruppen zugehörig sind: F+, T, O, C, *ausgenommen* die R-Sätze 39, 40, 45, 46, 49 und 60 bis 63.

Auch hier ist nach einer Sicherheitsbelehrung und einer Belehrung nach Betriebsanweisung der gefahrlose Umgang mit diesen Stoffen möglich. Voraussetzung ist allerdings ein intensiver Umgang mit Gefahrstoffen der Kategorie I, sodass derartige Versuche erst im dritten Semester im Studiengang Chemie bzw. im Hauptstudium bei Nebenfachstudierenden vorgesehen sind. Neben den obligatorischen Vorprotokollen und den stichpunktartigen

Sicherheitskolloquien ist auf eine intensive Betreuung durch ausgebildete AssistentInnen (Präsenzpflicht, Verhältnis max. 10:1) zu achten.

**Begründung:** Zu diesem Zeitpunkt (3. Semester) kann davon ausgegangen werden, dass die PraktikantInnen Arbeitstechniken wie Umfüllen, Pipettieren oder Auswiegen berührungsfrei durchführen können. Die erlernten Sicherheitsregeln und der sinnvolle Gebrauch von Maßnahmen zum Eigenschutz verhindern in der Regel eine unbeabsichtigte Inkorporation von so großen Mengen an Chemikalien, dass ernsthafte Schäden für die Gesundheit bestehen.

*Anm.: Ähnlich wie in Kategorie I kann auch hier mit sehr giftigen Stoffen gearbeitet werden, wenn deren Konzentration in der Zubereitung weniger als 25 % beträgt (T+ wird dann zu T). An Stoffen der Gefahrenklasse hochentzündlich (F+), d. h. brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 0 °C und einem Siedepunkt unter 35 °C wird im Allgemeinen nur Diethylether verwendet. Dieser sollte aus Sicherheits- und Kostengründen generell durch tert-Butylmethylether (Gefahrengruppe F) ersetzt werden.*

**Kategorie III.** Stoffe, die neben den Gefahrensymbolen aus den Kategorien I und II noch folgenden Gruppen zugehörig sind: T+, E, *ausgenommen* die R-Sätze 39, 40, 45, 46, 49 und 60 bis 63.

Arbeiten nur nach stoffbezogener Belehrung unter den vorgeschriebenen Sicherheitsvorkehrungen. Sicherheitskolloquien sind vorgeschrieben. Die Versuche sind in vom allgemeinen Laborbereich abgetrennten Räumen (Stinkräumen) unter Aufsicht einer betreuenden AssistentIn durchzuführen. Chemikalien aus Kategorie III sind nur in den Praktika des Hauptstudiums zugelassen.

**Begründung:** Bei sehr giftigen Stoffen ist die Gefahr einer unbeabsichtigten Vergiftung z. B. durch Hautkontakt durchaus gegeben. Oft genügen hier wenige Milligramm, um die Gesundheit zu schädigen. Dies gilt insbesondere für die nicht direkt involvierten MitarbeiterInnen, die über die Risiken, die von diesen Stoffen ausgehen, nicht aufgeklärt sind. Eine räumliche Trennung kann die Gefahr minimieren und die Umwelt schützen. Ähnliches gilt für Explosivstoffe.

**Kategorie IV.** Stoffe, die mit den R-Sätzen 39, 40, 45, 46, 49 und 60 bis 63 gekennzeichnet sind.

Diese Stoffe dürfen nur nach vorheriger Genehmigung durch die PraktikumsleiterIn eingesetzt werden. Dem Umgang geht eine gesonderte Belehrung sowie ein Sicherheitskolloquium voraus. Die Versuche dür-

# 7

fen nur unter ständiger Aufsicht einer AssistentIn unter Befolgung der vorgeschriebenen Sicherheitsvorkehrungen in dafür vorgesehenen Räumen des jeweiligen Arbeitskreises durchgeführt werden.

**Begründung:** Die hier eingruppierten Stoffe zeichnen sich durch schwerwiegende Langzeitwirkungen aus, die zum Teil nur schwer nachzuweisen sind. Beim Umgang mit diesen Gefahrstoffen kann unter Umständen eine betriebsärztliche Untersuchung notwendig sein. In einigen Fällen sind Messungen der Stoffkonzentration am Arbeitsplatz vorgeschrieben. Diese sind in den Praktika sicher nicht durchführbar. Deshalb darf der Umgang mit diesen Stoffen keinesfalls in deren Räumen stattfinden.

**Kategorie V.** Stoffe mit unbekanntem Gefährdungspotenzial.

Sofern nicht angenommen werden muss, dass der Umgang mit diesen Stoffen zu irreversiblen Schäden führen kann (z. B. Nitrosamine) sind diese wie Stoffe der Kategorie III zu behandeln.

*Karlsruhe, den 4. Juni 1994*

- R 39** Ernste Gefahr irreversiblen Schadens.
- R 40** Irreversibler Schaden möglich.
- R 45** Kann Krebs erzeugen. (GefStoffV: Sonderbestimmungen des 6. Abschnitts beachten)
- R 46** Kann vererbare Schäden verursachen. (GefStoffV: Sonderbestimmungen des 6. Abschnitts beachten)
- R 49** Kann Krebs erzeugen beim Einatmen. (GefStoffV: Sonderbestimmungen des 6. Abschnitts beachten)
- R 60** Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
- R 61** Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
- R 62** Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen.
- R 63** Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen.

## Bundesfachtagung der Chemie-Fachschaften

# 7

## Empfehlungen der BuFaTa Chemie

*erarbeitet und beschlossen im Juni 1994 in Karlsruhe*

Ziel eines Praktikums ist sowohl das Erlernen von Arbeitstechniken als auch von stofflichen Inhalten und nicht zuletzt von Arbeitsdisziplin und Selbstverantwortung. Um alle drei Aspekte angemessen zu berücksichtigen, schlagen wir folgende Strukturierung der Praktika vor:

- Vor Beginn der eigentlichen Praktika im Grundstudium sollen *Einführungskurse* durchgeführt werden, deren Inhalt nur das Erlernen der wichtigsten Arbeitstechniken und sicheren Arbeitens ist. Sie werden in Form von Kurspraktika abgehalten, um eine möglichst intensive und ständige Betreuung zu gewährleisten und einen zeitlich begrenzten Rahmen einzuhalten.
- Die eigentlichen *Grundpraktika* der Anorganischen und Organischen Chemie sollen als *freie Praktika* durchgeführt werden, um die Studierenden möglichst früh an selbstständiges Arbeiten heranzuführen. Freies Praktikum heißt, dass die gestellte Aufgabe in einem weiten Zeitrahmen an einem ganz- oder halbtägig offenen Arbeitsplatz zu erledigen ist.
- Freies Praktikum heißt nicht längeres Praktikum und längeres Arbeiten, sondern *freie Zeiteinteilung und Arbeitsorganisation*. Die Praktikumsanforderungen müssen entsprechend gestaltet werden, so dass die tatsächlich erforderliche Präsenzzeit den im Stundenplan vorgegebenen Semesterwochenstunden entspricht. Um regelmäßigen Vorlesungsbesuch zu ermöglichen, sollen die Praktika zu den jeweiligen Zeiten geschlossen sein.
- Die *Betreuung* der Praktika sollte möglichst intensiv sein. Ständige Anwesenheit von SaalassistentInnen ist erforderlich. Sowohl die Saalaufsicht als auch die AssistentInnen, die die jeweilige Aufgabe betreuen, sollen geschult sein in Bezug auf die Probleme der einzelnen Praktikumsaufgaben, der Arbeitssicherheit und der Abfallentsorgung sowie in Erster Hilfe.

# 7

- Um *Kontinuität* und regelmäßige Überprüfung und Überarbeitung der Praktikumsinhalte und Methoden zu gewährleisten, fordern wir hauptamtliche Stellen im akademischen Mittelbau für die Leitung und/oder Organisation der Praktika. Auch die AssistentInnenstellen sollen – soweit möglich – langfristig besetzt werden. Bei der Besetzung dieser Stellen sollen vor allem didaktische Fähigkeiten berücksichtigt werden. Hierzu ist auch die Meinung Studierender zu berücksichtigen, und gegebenenfalls sind Stellen nach Ablauf einer Probezeit neu zu besetzen.
- Die *Verknüpfung* zwischen den Praktikumsaufgaben und der dazu gehörigen *Theorie* ist durch begleitende Vorlesungen, Praktikumsseminare und Literaturrecherchen zu schaffen.
- *Praktikumsseminare* sollen weitgehend von den Studierenden selbst gehalten werden. Dem müssen Veranstaltungen vorausgehen, in denen das Vortragen wissenschaftlicher Problemstellungen erlernt wird (Didaktik, Rhetorik).
- Wir fordern, dass ProfessorInnen ihren *Lehrauftrag* wahrnehmen, sowohl durch verstärkte Präsenz in Seminaren und im Praktikum, als auch durch Abhalten von einzelnen Praktikumskolloquien. Hierdurch sollen die Distanz zwischen Lehrenden und Lernenden abgebaut und Prüfungssituationen geübt werden.
- Eine abgestufte Bewertung der Analysen/Präparate z. B. durch ein *Punktesystem*, ist einer didaktisch sinnlosen Wiederholung der Aufgabe vorzuziehen.
- Bereits im Grundstudium sollen die präparativen Praktikumsaufgaben Reaktionsverlauf und Produktreinheit vom Praktikanten bzw. der Praktikantin selbst überprüft werden, z. B. durch Dünnschichtchromatographie, Infrarotspektroskopie oder ähnliche einfache *Analysenmethoden*. Präparate, die in den Arbeitskreisen als einfache Grundstufen weiter verwendet werden können, sind vorzuziehen, sofern dies didaktisch sinnvoll ist.
- Die Praktika im Hauptstudium sollen so weit wie möglich als *Abteilungspraktika* im Labor des Assistenten bzw. der Assistentin abgehalten werden, um die Studierenden an moderne Forschung heranzuführen.

- Die *Abfolge*, in der Praktika im Hauptstudium abgeleistet werden, soll *frei wählbar* sein und keinen Einschränkungen unterliegen, um einen möglichst kontinuierlichen Studienablauf zu gewährleisten und individuelle Studienplanung möglich zu machen. Hierzu sind gegebenenfalls Zugangshindernisse (z. B. vorher zu hörende Vorlesungen) abzubauen.

7



# Anhang

# 8

## Inhalt

|   |            |
|---|------------|
| <b>Checkliste Laborsicherheit .....</b>         | <b>180</b> |
| <b>Medienverzeichnis .....</b>                  | <b>192</b> |
| CD-ROMs .....                                   | 192        |
| Filme .....                                     | 193        |
| Bücher/Broschüren .....                         | 194        |
| Studentische Sicherheitsskripten .....          | 197        |
| Zeitschriften .....                             | 198        |
| <b>WWW-Verzeichnis .....</b>                    | <b>199</b> |
| Im Reader vorgestellte Projekte .....           | 199        |
| Allgemeines zum Arbeits- und Umweltschutz ..... | 199        |
| Stoffdatenbanken .....                          | 200        |
| Betriebsanweisungen .....                       | 201        |
| Gesetze, Verordnungen usw. ....                 | 201        |
| Ausgewählte Organisationen .....                | 202        |
| <b>Autorinnen und Autoren .....</b>             | <b>204</b> |
| <b>Redaktion .....</b>                          | <b>209</b> |
| <b>Abkürzungen .....</b>                        | <b>210</b> |
| <b>Index .....</b>                              | <b>216</b> |

# 8

## Checkliste Laborsicherheit

### Arbeitssicherheit im Labor von „Abzüge“ bis „Vakuum“

Die „Checkliste Laborsicherheit“ wurde auf der Bundesfachtagung Chemie 1993 in Berlin vom „Arbeitskreis Arbeitssicherheit und Entsorgung“ entworfen – sie hieß zunächst „Checkliste Arbeitssicherheit“. Ursprünglich sollte sie den studentischen Fachschaftsvertretern die wichtigsten Stichworte zur Überprüfung der Sicherheit in den Labors in die Hand geben. Mittlerweile ist sie ständig überarbeitet und wesentlich erweitert worden, sodass sie heute auch dem „blutigen Anfänger“ einen schnellen Überblick zum Thema Laborsicherheit verschafft und schlagkräftige Argumente (Gesetze und Vorschriften) für die Beseitigung von Sicherheitsmängeln im Labor bietet. Allerdings eignet sie sich wegen ihres Umfangs nicht mehr dazu, die enthaltenen Punkte während eines Laborrundgangs „abzuhaken“, sondern kann eher als Nachschlagewerk zu bestimmten Stichworten verwendet werden.

Es wird auf eine Vielzahl von Gesetzen, Verordnungen, Vorschriften, Regeln und Merkblätter verwiesen. Im Text werden nur die üblichen Abkürzungen benutzt. Die vollständigen Bezeichnungen sind im Abkürzungsverzeichnis (s. S. 210) aufgelistet. Gesetze und Verordnungen sind beim Bundesministerium für Arbeit (BMA) erhältlich. Vorschriften, Regeln und Merkblätter der Unfallversicherungsträger (GUV) sind bei diesen zu beziehen.

Alle Regelungen, die auf die „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich“ (GUV 19.17) verweisen, finden ihren Ursprung in der *Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)*. Die GUV 19.17 stellt eine Interpretation der *GefStoffV* dar und ersetzt die TRGS 451, die im Sommer 1999 außer Kraft gesetzt wurde (*Bundesarbeitsblatt* 7–8/1999, S. 90).

### Die Checkliste

**Abzüge.** Alle Arbeiten mit giftigen, sehr giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden und erbgutverändernden Stoffen müssen in einem Abzug durchgeführt werden, der während der Arbeiten geschlossen gehalten werden muss (GUV 19.17, Nr. 4.11 und „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz für Laboratorien“ GUV 16.17, Nr. 5.3.1). Bei neueren Abzügen, die nach dem 01.10.1993 in Betrieb genommen wurden, ist eine automatische Dauerüberwachung der Abzugsleistung durch optische

und akustische Warneinrichtungen vorgeschrieben (*GUV 16.17, Nr. 3.2.1*). Bei älteren Anlagen wird neben der vorgeschriebenen jährlichen Prüfung durch einen Sachkundigen (*GUV 16.17, Nr. 11.5*) eine ständige Funktionsüberwachung durch den Benutzer mittels Windrädchen oder Papierstreifen empfohlen.

Arbeiten mit giftigen und sehr giftigen Gasen sowie mit leicht flüchtigen Karzinogenen etc. sind in Sonderräumen durchzuführen.

**Alarmplan.** In jedem Labor muss ein Alarmplan aushängen (*Unfallverhütungsvorschrift „Allgemeine Vorschriften“ GUV 0.1, § 43 (6)*). Die Verhaltensregeln, → Flucht- und Rettungswege sowie Sammelpunkte müssen allen Anwesenden bekannt sein.

**Ansatzgröße.** Das wohl wirksamste Mittel zur Abfallvermeidung – und damit zur Verminderung des Gefährdungspotenzials durch Chemikalien – ist die Reduzierung der Ansatzgröße auf ein sinnvolles Maß. Mehrstufige Präparate, deren Endprodukte weiterverwendet werden, dienen der Ressourcenschonung und der Abfallvermeidung und somit auch der Arbeitssicherheit. Sehr ungünstig ist das „Kochen für den Abfalleimer“. Soweit es geht, sollten Präparate hergestellt werden, die eine Weiterverwendung finden.

**Arbeitskleidung.** Im Labor ist grundsätzlich ein langärmeliger Laborkittel aus 100% Baumwolle zu tragen. Dieser darf keinesfalls außerhalb des Laborbereichs, etwa in Seminarräumen, Bibliotheken oder gar Cafeterien angezogen werden. Diese Arbeitskleidung ist vom Arbeitnehmer (Student) zu beschaffen, jedoch vom Arbeitgeber (Hochschule) zu reinigen – sofern mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, fruchtschädigenden oder erbgutverändernden Gefahrstoffen umgegangen wird. Erforderlichenfalls ist sie geordnet zu entsorgen und vom Arbeitgeber zu ersetzen. Die Kostenübernahme für Reinigung und Ersatz von Arbeits- und Schutzkleidung für Studierende ist nach Landesrecht geregelt (*GUV 19.17, Nr. 7.5*).

Es *muss* eine Möglichkeit bestehen, die Straßenkleidung getrennt von der Arbeitskleidung aufzubewahren (*GUV 19.17, Nr. 7.5* und *§ 22 GefStoffV*)!

Auch die normale Bekleidung und Unterwäsche sollte aus schwer entflammbarem und nicht schmelzendem Gewebe (Baumwolle, Leinen, *keinesfalls* Kunstgewebe oder beschichtete Naturfasern) bestehen. Außerdem *muss* geschlossenes, trittsicheres Schuhwerk getragen werden (keine Sandalen oder Textilschuhe; *GUV 16.17, Nr. 7.2*), um u. a. die Füße vor Spritzern zu schützen und eine evtl. notwendige Flucht gefahrlos zu ermöglichen.

### 8

**Augenduschen.** Eine Möglichkeit, sich im Notfall die Augen spülen zu können, *muss* in jedem Labor vorhanden sein (*GUV 16.17, Nr. 3.5.2*). Seit Oktober 1996 sind fest installierte Augenduschen mit Anschluss an die Wasserleitung gesetzlich vorgeschrieben.

Augenwaschflaschen sind nur erlaubt, wenn kein fließendes Trinkwasser zur Verfügung steht (*GUV 16.17, Nr. 3.5.2.2*). Sie sind prinzipiell ungeeignet, da sie nur eine begrenzte Wassermenge bieten (im Notfall soll mindestens 10 min. gespült werden) und ihr Inhalt regelmäßig erneuert werden muss („Algenduschen“).

**Betriebsanweisungen.** Laut *GUV 19.17, Nr. 4.13 und 4.14* sowie § 20 *GefStoffV* sind Betriebsanweisungen zu erstellen, anhand derer die Praktikanten und Mitarbeiter mündlich und arbeitsplatzbezogen über mögliche Gefahren und Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Gefahrstoffen unterwiesen werden müssen. Diese Unterweisung muss vor der Beschäftigung erfolgen und ist mindestens einmal jährlich zu wiederholen (siehe auch *TRGS 555*).

**Chemikalienschutzhandschuhe.** Hier wird bewusst der Begriff „Chemikalienschutzhandschuhe“ (CSH) verwendet, um eines klarzustellen: CSH sollen vor bestimmten Chemikalien schützen. Weit verbreitete Haushaltshandschuhe aus dem Supermarkt um die Ecke erfüllen diesen Zweck nicht.

Laut § 19 *GefStoffV* und weiteren Regelwerken und Vorschriften (wie der *GUV 0.1, § 4, GUV 19.17, Nr. 8.2* und der „*Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit*“ (*PSA-Benutzungsverordnung/PSA-BV*)) müssen geeignete persönliche Schutzausrüstungen vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt werden. Dazu gehören auch CSH. Bei Arbeiten mit Gefahrstoffen, bei denen eine Kontamination der Hände nicht auszuschließen ist, müssen geeignete CSH getragen werden. Sie sind vor jeder Benutzung auf Beschädigungen zu kontrollieren und ggf. auszutauschen (*GUV 19.17, Nr. 8.2*). Beim Umgang mit krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen ist zusätzlich darauf zu achten, dass kontaminierte CSH im → Abzug aufzubewahren und sofort nach der Versuchsdurchführung zu entsorgen sind (*GUV 19.17, Nr. 4.8*).

Vor dem Kauf von CSH muss der künftige Einsatz bestimmt werden. Anhand von Beständigkeitslisten der CSH-Hersteller können die geeigneten Handschuhe ermittelt werden. Es gibt keine Universal-CSH, die gegen sämtliche Chemikalien schützen. Ungeeignete CSH täuschen eine nicht

existente Sicherheit vor (Gefahrstoffe können sich in ungeeigneten CSH sogar ansammeln und so noch stärker durch die Haut resorbiert werden). Irgendwann diffundiert *jeder* Stoff durch das Handschuhmaterial. Deshalb sind CSH in regelmäßigen, nicht zu großen Abständen zu entsorgen, auch wenn sie augenscheinlich noch unbeschädigt sind.

Falls ein längerer Einsatz von CSH geplant ist, sollte am Arbeitsplatz ein zweites Paar zum Wechseln vorhanden sein. CSH sollten nicht ständig getragen werden, da die Hände schwitzen und die Haut aufweicht und damit empfindlicher und durchlässiger für Chemikalien wird.

Unterziehhandschuhe aus Baumwolle können das An- und Ausziehen ungefütterter CSH erleichtern, sie geben zusätzlichen Schutz gegen Hitze oder Kälte und verhüten bei Bränden das Festkleben verschmorter Handschuhfetzen. Sie führen jedoch zu einer zusätzlichen Beeinträchtigung des Tastgefühls.

Sauberes Arbeiten (vorher Arbeitstechnik überlegen) ist wichtiger und sinnvoller als ständiges Tragen von CSH. Keinesfalls dürfen Schubladen, Türklinken, Tastaturen, Schalter u. Ä. mit CSH angefasst werden, weil die am CSH klebenden Gefahrstoffe dadurch verbreitet werden. CSH müssen regelmäßig mit Wasser und Seife gereinigt werden.

Siehe auch „Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen“, GUV 20.17.

**Chemikalienverbot/-ersatz.** Es muss laut § 16 *GefStoffV* eine Liste mit allen verwendeten Gefahrstoffen (Gefahrstoffverzeichnis) erstellt werden. Außerdem muss geprüft werden, ob weniger gefährliche Ersatzstoffe eingesetzt werden können (*GUV 19.17, Nr. 4.4*).

Ebenso sind die Chemikalienverbotsverordnung (*ChemVV*), der sechste Abschnitt der *GefStoffV* (Umgang mit krebserzeugenden und erbgutverändernden Gefahrstoffen), insbesondere § 36 Abs. 2 *GefStoffV*, und die *GUV 19.17, Nr. 4.7 und 4.8* zu beachten.

Weiterhin gelten für Jugendliche, gebärfähige Frauen sowie werdende oder stillende Mütter besondere Vorschriften (*GUV 19.17, Nr. 4.9 und 4.10*).

**Entsorgung/Versorgung.** Gefahrstoffe müssen auf ungefährliche Art und Weise aufbewahrt, bereitgestellt und entsorgt werden. Dabei muss auf eine korrekte → Kennzeichnung geachtet werden (§§ 23 und 24 *GefStoffV* und *GUV 19.17, Nr. 7.1, 7.3 und 7.4* sowie die Hinweise des Abfallbeauftragten der Hochschule).

Nicht vermeidbare Abfälle sollten möglichst getrennt gesammelt und dem Recycling zugeführt werden.

### 8

**Erste Hilfe.** Der Arbeitgeber hat dafür zu sorgen, dass eine ausreichende Anzahl an ausgebildeten Ersthelfern sowie genügend Erste-Hilfe-Material und erforderliche Rettungsgeräte zur Verfügung stehen. Ebenso müssen spezielle Anweisungen zur Ersten Hilfe entsprechend der jeweiligen Gefährdungen an geeigneten Stellen aushängen. Näheres hierzu in der *Unfallverhütungsvorschrift „Erste Hilfe“ (GUV 0.3)* und *GUV 19.17, Nr. 9*.

Der Verbandkasten sollte vollständig gefüllt sein (vgl. *„Merkblatt für Erste-Hilfe-Material“*, *GUV 20.6*).

Es muss ein Verbandbuch (*GUV 40.6*) vorhanden sein, in das jede auch noch so kleine Verletzung eingetragen werden muss. Eventuell auftretende Komplikationen einer anfangs harmlos erscheinenden Verletzung sind somit als Ereignis im Zusammenhang mit der Laborarbeit dokumentiert. Das ist für die Bezahlung der ärztlichen Behandlung sehr wichtig, da Studierende in der Universität automatisch gesetzlich unfallversichert sind (kostenfreie Behandlung, Rehabilitation, ggf. Erwerbsunfähigkeitsrente).

Zusätzlich zum üblichen Erste-Hilfe-Material müssen in chemischen Laboratorien laut *„Merkblatt für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe“ (GUV 20.10)* zu bestimmten Gefahrstoffen spezifische Gegenmittel bereitgehalten werden, sofern mit den entsprechenden Gefahrstoffen gearbeitet wird. So z. B. Dexamethason-Spray (bei Arbeiten mit Brom und anderen lungenschädlichen Stoffen), Calcium-Gluconat (bei Fluorwasserstoff) oder Polyethylenglykol 400 (z. B. für Acrylnitril oder Phenole). Die Regeln für den Gebrauch dieser Mittel müssen dann auch Gegenstand der *→ Betriebsanweisungen* und der Unterweisung nach § 20 *GefStoffV* sein.

**Feuerlöscher.** Im Labor müssen genügend geeignete Feuerlöscher vorhanden sein. Nach neuester Vorschrift (*GUV 10.10 „Regeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“*) muss in einem Labor je nach Grundfläche und Brandgefährdung eine bestimmte Menge an so genannten Löschmitteleinheiten (LE) bereitstehen. Die verschiedenen Feuerlöscher haben je nach Typ, Größe und Hersteller unterschiedliche LE-Werte. Anzahl und Typen der für ein Labor vorgeschriebenen Feuerlöscher müssen anhand der *GUV 10.10* und den LE-Werten der einzelnen Löscher ermittelt werden.

Aktuelle Testserien haben ergeben, dass herkömmliche CO<sub>2</sub>-Löscher zum Löschen von Fettbränden (also auch Ölbädern) nicht geeignet sind. Hierfür werden seit kurzem spezielle Schaumlöscher angeboten, die mit einem gelben Aufkleber gekennzeichnet sind.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über geeignete Feuerlöschmittel für verschiedene Brandklassen (*DIN EN 2*):

| <b>Arten von Feuerlöschern</b>      | <b>Brandklasse</b> |          |          |          |
|-------------------------------------|--------------------|----------|----------|----------|
|                                     | <b>A</b>           | <b>B</b> | <b>C</b> | <b>D</b> |
| Pulverlöscher mit ABC-Löschpulver   | +                  | +        | +        | -        |
| Pulverlöscher mit BC-Löschpulver    | -                  | +        | +        | -        |
| Pulverlöscher mit D-Löschpulver     | -                  | -        | -        | +        |
| Kohlensäureschnee- und -nebellöcher | -                  | +        | -        | -        |
| Schaumlöcher                        | +                  | +        | -        | -        |
| Wasserlöscher                       | +                  | -        | -        | -        |

+ geeignetes Löschmittel, – nicht geeignetes Löschmittel

Brandklassen:

- A: Feste, glutbildende Stoffe
- B: Flüssige oder flüssig werdende Stoffe
- C: Gasförmige Stoffe, auch unter Druck
- D: Brennbare Metalle

Laut *GUVV 0.1, § 43 (6)* ist eine ausreichende Anzahl von Personen mit der Handhabung von Feuerlöscheinrichtungen vertraut zu machen (Feuerlöschübungen). Jeder, der in einem Labor arbeitet, sollte vorher an einer Feuerlöschübung teilgenommen haben.

Feuerlöscher müssen regelmäßig (mindestens alle zwei Jahre) überprüft werden (*GUVV 0.1, § 39 (3)*).

**Flucht- und Rettungswege.** Die Flucht- und Rettungswege müssen gekennzeichnet und frei zugänglich sein, Notausgänge dürfen nicht verschlossen sein (*§ 19 ArbStättV*)! Jedem Beschäftigten *muss* der Sammelpunkt außerhalb des Gebäudes im Brandfall bekannt sein. Des Weiteren sollten die Rettungskräfte beim Eintreffen eingewiesen werden und, so weit wie möglich, über Art und Ausmaß des Schadensfalls informiert werden (*→ Notruf*). Es müssen regelmäßig Räumungsübungen abgehalten werden (*§ 55 ArbStättV*).

### 8

**Glasgeräte.** Beim Umgang mit und bei der Bearbeitung von Glas besteht Verletzungsgefahr. Daher müssen Studienanfänger von erfahrenen Assistenten praktisch in die Glasbearbeitung eingeführt werden.

Mit allen Glasgeräten *muss* vorsichtig umgegangen werden:

- Allgemein gilt: Beschädigte Glasgeräte sofort aussondern. Zu den häufigsten Verletzungen im Labor zählen Schnittwunden durch beschädigte Reagenzgläser.
- Alle Glasgeräte müssen äußerst vorsichtig behandelt werden. Sie sollten niemals direkt auf die nackte Tischplatte gestellt werden, sondern durch einen Korkring, ein Tuch oder Ähnliches geschützt werden. Ein Sandkorn zwischen Tischplatte und Glasgerät reicht aus, um dem Glas einen Sprung, ein so genanntes „Sternchen“, zu verpassen.
- Glasgeräte mit Sternchen sollten sofort repariert oder ersetzt werden. Sie dürfen niemals evakuiert oder großen Temperaturänderungen ausgesetzt werden. Schon bei einem Wasserstrahlvakuum besteht bei Glasgeräten mit kleineren Beschädigungen Implosionsgefahr!
- Vorsicht beim Einführen von Thermometern, Glasrohren oder Glasstäben in Stopfenbohrungen oder Schlauchenden. Immer vom Körper weg arbeiten. Als Schmiermittel einige Tropfen Glycerin (notfalls auch Wasser) verwenden, leichte Drehbewegungen! Lange Glasteile dabei immer kurz anfassen, sonst können sie auch bei leichter Krafteinwirkung schnell zerbrechen (Hebelwirkung). Hände sollten mit Kevlar- oder Lederhandschuhen – notfalls auch Tuch oder Kittel – geschützt werden.
- Festsitzende Glasteile (Stopfen, Verbindungsstücke) werden durch behutsames Klopfen auf eine Holzkannte gelöst. Das äußere Glasstück kann auch vorsichtig in der entleuchteten Bunsenbrennerflamme unter Drehen erwärmt und dann vorsichtig abgezogen werden. Vorsicht, geschlossene Gefäße sowie Gefäße mit entzündlichen oder reaktionsfähigem Inhalt dürfen auf keinen Fall erhitzt werden (Explosionsgefahr).
- Vorsicht! Heißes Glas sieht genau so aus wie kaltes (Verbrennungsgefahr!)
- Scharfe Kanten an Glasgeräten werden mit dem Bunsen- oder Gebläsebrenner rund geschmolzen.
- Glasabfälle sind nicht in den normalen Hausmüll (Verletzungsgefahr für das Reinigungspersonal), sondern in die dafür vorgesehenen Sammelbehälter zu entsorgen.

- Es ist darauf zu achten, dass alle Exsikkatoren sowie alle anderen Geräte, die unter → Vakuum betrieben werden, implisionsgeschützt oder von einem wirkungsvollen → Splitterschutz umgeben sind. Eine vollständige Umwicklung mit Klebeband oder -folie stellt nur eine Notlösung dar, weil die Beschichtungsmaterialien unter Licht- und Chemikalieneinwirkung sehr schnell spröde oder gar angelöst werden.
- Für den Betrieb von → Rotationsverdampfern müssen ebenfalls umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen für den Fall einer Implosion bzw. Explosion getroffen werden.

Siehe auch *GUV 16.17, Nr. 5.4.4*

**Kennzeichnung/R- und S-Sätze.** Gefahrstoffe müssen nach § 23 *GefStoffV* vollständig gekennzeichnet werden. Ausgenommen sind Chemikalien für den Handgebrauch (= Tagesbedarf), deren Behälter im Falle brennbarer Flüssigkeiten das Volumen von einem Liter nicht überschreiten dürfen. Für diese reicht eine Kennzeichnung mit Stoffbezeichnung, Gefahrensymbol und zugehöriger Gefahrenbezeichnung aus (*GUV 19.17, Nr. 7.1*). Für **alle** Gebinde mit einem Nenninhalt von mehr als einem Liter müssen auch die R- und S-Sätze hinzugefügt werden. Siehe hierzu auch *GUV 16.17, Nr. 4.10.10* und *4.10.11*.

**Lagerung von Gefahrstoffen.** Gefahrstoffe sind so aufzubewahren, dass sie die menschliche Gesundheit und die Umwelt nicht gefährden. Sehr giftige und giftige Stoffe und Zubereitungen sind unter Verschluss zu halten oder so aufzubewahren, dass nur fachkundige Personen Zugang haben (*GUV 19.17, Nr. 7.3*).

Alle Chemikalien und Präparate im Labor müssen mindestens einmal jährlich auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft und aufgelistet werden (*Gefahrstoffverzeichnis, GefStoffV § 16, Abs. 3a* und *GUV 19.17, Nr. 4.5*). Dabei sind die tatsächlichen Füllmengen und nicht die Gebindegrößen zu erfassen. Laut *GUV 16.17, Nr. 4.10.4* dürfen Behältnisse mit Gefahrstoffen nur bis zu einer solchen Höhe aufbewahrt werden, dass sie noch gefahrlos entnommen bzw. abgestellt werden können, in der Regel 1.70–1.75 m (als Maßstab sollte jedoch die kleinste im Labor arbeitende Person gelten). Unhandliche, schwere oder zerbrechliche Behälter sollten möglichst weit unten eingestellt werden.

Brennbare Flüssigkeiten der Gefahrenklassen A I, A II und B (nach *VbF*) dürfen an Arbeitsplätzen für den Handgebrauch nur in Behältnissen von höchstens einem Liter Nennvolumen aufbewahrt werden. Die Anzahl der

### 8

Behältnisse ist auf das unbedingt nötige Maß zu beschränken. Die Lagerung (d. h. Aufbewahrung für länger als einen Tag) von brennbaren Flüssigkeiten im Labor ist nicht erlaubt!

Nur wenn ständig größere Mengen im Labor benötigt werden, z. B. für Großansätze oder umfangreiche Chromatographieaufgaben, ist das Bereithalten brennbarer Flüssigkeiten in nicht bruchstärkeren Behältnissen bis zu fünf Liter bzw. in sonstigen Behältnissen bis zu zehn Liter Nennvolumen an geschützter Stelle zulässig. Für die Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten sind Sicherheitsschränke nach *DIN 12925* vorgeschrieben.

Siehe *GefStoffV § 24* und *GUV 16.17, Nr. 4.10*.

**Löschdecke.** Nach *GUV 16.17, Anhang 1* kann die Bereitstellung von Löschdecken im Labor erforderlich sein. Damit können kleinere Feuer abgedeckt (erstickt) und auch brennende Personen gelöscht werden. Allerdings reichen Feuerlöschdecken zur Personenbrandbekämpfung allein nicht aus! Der Umgang mit Löschdecken will geübt sein, brennende Personen sind besser mit der → Notdusche oder einem CO<sub>2</sub>-Löscher zu löschen. Grundsätzlich ist das am schnellsten zu erreichende Löschmittel das beste. Bei der Verwendung von CO<sub>2</sub>-Löschern muss ein Mindestabstand von 1 m eingehalten werden (Gefahr von Erfrierungen), Pulverlöscher sollten nicht direkt auf das Gesicht gerichtet werden.

**Löschsand.** In jedem Labor, in dem mit selbstentzündlichen Stoffen (Alkalimetalle, Metallalkyle, Metallhydride etc.) gearbeitet wird, muss ein für diese geeignetes Löschmittel, z. B. Löschsand, vorhanden sein (*GUV 16.17, Nr. 5.3.2.4 und Anhang 1*).

**Notausschalter.** Ein Notausschalter für die elektrische Energieversorgung muss an gut zugänglicher Stelle, z. B. am Ausgang des Laborraumes, angebracht sein (*GUV 16.17, Nr. 3.6*). Häufig wird bei seiner Betätigung auch die Gaszufuhr unterbrochen. In jedem Fall müssen aber auch Absperrrichtungen für die Gasversorgung innerhalb und außerhalb des Labors vorhanden sein (*GUV 16.17, Nr. 3.4.2*).

**Notdusche.** Notduschen müssen am Ausgang im Labor oder auf dem Flur direkt vor dem Labor installiert sein. Der Bedienungshebel muss griffbereit und verwechslungssicher angebracht sein und darf nach Betätigung nicht von selbst wieder schließen. Notduschen müssen monatlich getestet werden, der Test ist in einem Prüfbuch festzuhalten (*GUV 16.17, Nr. 3.5 und 11.2*).

**Notruf/Telefon.** Im Labor oder in unmittelbarer Nähe sollte ein Telefon erreichbar sein, um im Notfall die Rettungsdienste verständigen zu können. Auf dem Telefon sollten die Notrufnummern notiert sein (GUV 0.3, § 3).

Ein Notruf sollte folgende Angaben enthalten: WER meldet? WO geschah es? WAS geschah? WIE VIELE Verletzte? WELCHE Art von Verletzungen? Beim Notruf auf Rückfragen WARTEN, der Rettungsdienst bzw. die Sicherheitsleitwarte beendet das Gespräch!

**Persönliche Schutzausrüstung (PSA).** Zur PSA gehören unter anderem → Schutzbrille und → Chemikalienschutzhandschuhe, evtl. auch Sicherheitsschuhe (z. B. beim Hantieren mit Gasflaschen). PSA muss von der Hochschule gestellt werden und ist erforderlichenfalls auch zu ersetzen (§ 19 GefStoffV, GUV 16.17, Nr. 8, GUV 19.17, Nr. 8 und PSA-BV).



### 8

**Rotationsverdampfer.** Rotationsverdampfer bergen ein besonders hohes Gefahrenpotenzial. Sie werden nicht nur unter → Vakuum betrieben, sondern häufig zum „Einrotieren“ von Lösemitteln benutzt, die leicht Peroxide bilden (z. B. Diethylether oder THF). Es besteht also neben der Implosions- auch eine Explosionsgefahr. Dieser Umstand macht einen besonders wirkungsvollen → Splitterschutz nötig.

**Schutzbrille.** Grundsätzlich *muss* im Labor eine splittersichere Schutzbrille mit Seitenschutz getragen werden (*GUV 19.17, Nr. 8.3 und GUV 16.17, Nr. 8.1*). Auch Brillenträger sind davon nicht ausgenommen (Überbrille oder optisch korrigierte Schutzbrille). Schutzbrillen gehören zur → persönlichen Schutzausrüstung.

Die Schutzbrille *muss* den DIN-Normen (*DIN 4646-4647* für Sichtscheiben und *DIN 58210-58217* für Gestelle) entsprechen (Kennzeichnung!). Siehe auch *Merkblatt Augenschutz GUV 20.14*.

**Schutzkleidung.** (→ Persönliche Schutzausrüstung)

**Sicherheitseinführung.** Studienanfänger sollten zu Beginn ihrer praktischen Tätigkeit über die formale Unterweisung nach § 20 GefStoffV hinaus auch praktisch in das sichere Arbeiten in chemischen Laboratorien eingeführt werden. Dafür sollten wenigstens drei Tage verwendet werden. Eine Einbindung von studentischen Tutoren hat sich dabei als hilfreich erwiesen (*siehe Kapitel 1, S.19 ff.*).

Gerade den Studienanfängern sollte ein Gefühl für Sicherheit und Umweltschutz mit auf den Studienweg gegeben werden (was Hänchen nicht lernt...). Dabei sollte vor allem auch auf die Vermittlung geachtet werden. Langweilige Monologe bringen nichts, ein aktives und abwechslungsreiches Programm sollte geboten werden.

**Splitterschutz.** Evakuierte (→ Vakuum) und/oder explosionsgefährdete Anlagen, die nicht unter dem → Abzug betrieben werden, bedürfen eines wirkungsvollen Splitterschutzes. Er kann durch Splitterschutzscheiben (Plexiglas) oder geeignete Vorhänge (Weich-PVC) gewährleistet werden (*GUV 16.17, Nr. 5.4.4.4.*). Für Destillen und → Rotationsverdampfer sind so genannte Splitterschutzüberzüge aus Kunststoffnetzen und andere Beschichtungen nicht geeignet. Für Exsikkatoren stellt die Umwicklung mit Klebeband oder Folie ebenfalls nur eine Notlösung dar. Sie muss in jedem Fall in kurzen Abständen auf Beschädigungen überprüft und ggf. erneuert werden.

**Transport von Chemikalien (innerhalb der Hochschule).** Nicht bruch-sichere Behältnisse dürfen in andere Räume nur mit Hilfsmitteln, z. B. Eimer oder Tragekästen, befördert werden. Druckgasflaschen dürfen nur mit geeigneten Hilfsmitteln, z. B. Flaschentransportwagen, und grundsätzlich nur mit Schutzkappe (Ventilschutz) transportiert werden. Gefahrstoffe dürfen grundsätzlich nicht gemeinsam mit Personen in Aufzügen transportiert werden (*GUV 19.17, Nr. 7.3*). Dabei ist durch die Ausrüstung der Aufzüge mit einer „Gefahrstoff-Transportschaltung“ oder durch geeignete organisatorische Maßnahmen sicherzustellen, dass unbefugte Personen keinen Zugriff auf die im Aufzug beförderten Gefahrstoffe haben.

Beim Transport über öffentliche Straßen und Wege sind die gefahrgutrechtlichen Vorschriften zu beachten (*GUV 19.17, Nr. 7.3*).

**Vakuum.** Arbeiten mit evakuierten Apparaturen und Anlagen wie z. B. → Rotationsverdampfern, Vakuumarbeitsständen und Destillen dürfen nur in → Abzügen oder unter ausreichendem → Splitterschutz durchgeführt werden (*GUV 16.17, Nr. 5.4.4*).

*Hans-Joachim Grumbach, Christian J. Mohrschladt*

# 8

## Medienverzeichnis

### CD-ROMs

➤ **Kompendium Arbeitsschutz der BG Chemie**

*Alle derzeit gültigen Unfallverhütungsvorschriften der BG Chemie, Gesetze, Verordnungen, Merkblätter, Symbolbibliothek etc.*

Jedermann-Verlag, Heidelberg

<http://www.jedermann.de/angebot/komp-bgc.html>

➤ **Fachdatenbank Arbeitsschutz, Sicherheit und Gesundheitsschutz im Betrieb**

*Kommentierungen für die Umsetzung des ArbSchG und verschiedener anderer Regelungen, über Suchfunktionen zugängliche Rechtsgrundlagen, A. Meyer-Falcke, G. Leßwing (Hrsg.)*

UB Media AG, Markt Schwaben

[http://www.e-lex.de/fachdatenbanken/arbeitsschutz/index\\_00.htm](http://www.e-lex.de/fachdatenbanken/arbeitsschutz/index_00.htm)

➤ **Sicheres Arbeiten im Labor**

*Handlungshilfen und Rechtsgrundlagen für das chemische Arbeiten im Labor, Lernprogramm und kurze Videosequenzen zur Veranschaulichung, erhältlich bei der Berufsgenossenschaft Chemie, Heidelberg*

Jedermann-Verlag, Heidelberg

<http://www.jedermann.de/angebot/sail.html>

➤ **Merkblätter Gefährliche Arbeitsstoffe CD-ROM**

*alle wichtigen Rechtsgrundlagen und Datenblätter für die wichtigsten gefährlichen Arbeitsstoffe (Updates erscheinen ¼-jährlich)*

R. Kühn, K. Birett (Hrsg.)

ecomед Verlagsgesellschaft AG, Landsberg

<http://www.ecomed.de/natur/titel/78200.htm>

➤ **MERCK ChemDAT**

*Laborchemikalienkatalog der Fa. Merck. U.a. Hinweise zu chemisch/physikalisch/toxikologischen Parametern sowie zu Lager- und Transportvorschriften, alle verfügbaren Sicherheitsdatenblätter (kostenlos)*

Merck KGaA, Darmstadt

[http://chemdat.merck.de/new/deutsch/body\\_cdfeature.html](http://chemdat.merck.de/new/deutsch/body_cdfeature.html)

► **MERCK SafeDAT:**

*Software zur Erstellung von Betriebsanweisungen nach § 20 GefStoffV. Stoffspezifische Daten für ca. 5000 Einzel- und 50 Gruppenbetriebsanweisungen, die mithilfe des Editors betriebs- und arbeitsplatzspezifisch ergänzt werden können.*

Merck KGaA, Darmstadt, erscheint 2002, regelmäßige Updates

## Filme

► **ASI – Der Film**

*Film der Fachschaft Chemie Bielefeld über den Umgang mit Gefahrstoffen und Handhabung der sicherheitstechnischen Einrichtung im Labor erhältlich bei der Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen, Abteilung Prävention*

► **Arbeitsplatz Labor – Keine Experimente mit der Sicherheit**

*Infos über Betriebsanweisungen, Gefahrstoffe, Laboreinrichtungen, Lagerung, Persönliche Schutzausrüstung, Rettungseinrichtungen und Sicheres Arbeiten – eingebettet in Planung, und Durchführung eines Laborversuchs, inkl.. Aufbereitung der Rohstoffe und sicherer Entsorgung von Abfällen sowie einer Diskussion der Ergebnisse. (24 min.)*

BG Chemie, Heidelberg, 1997, EUR 46.01

► **Gefahrstoffe bei der Metallbearbeitung**

*Film über die Anwendung der wichtigen Paragraphen der Gefahrstoffverordnung beim Lackieren von Metallwerkstücken*

Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Heidelberg

<http://www.smbg.de/html/filme.html>

► **Zündstoff – ein Plädoyer für den Brandschutz**

*VHS-Video (26 min.), OH-Folien, Handbuch*

Minimax GmbH, Bad Oldesloe, DM 98,-

<http://www.minimax.de/dienstleistungen/schulungen/zuendstoff.html>

► **Handhabung und Einsatz von Feuerlöschern**

*VHS-Video oder DVD (ca. 35 min.)*

erhältlich bei: Klaus Volk GmbH, 60386 Frankfurt/Main, ca. DM 35,-

<http://www.volk-gmbh.de/index.htm>

# 8

## Bücher/Broschüren

- **Arbeitsschutzgesetz** Basiskommentar  
*sehr gute und verständliche Kommentierung des Arbeitsschutzgesetzes.  
Auch für Nichtjuristen einigermaßen verständlich*  
M. Kittner, R. Pieper  
Bund-Verlag, Frankfurt/M., 2. Aufl., 2000, EUR 20,40
  - **Gefahrstoffe am Arbeitsplatz**  
*Basiskommentar zur Gefahrstoffverordnung mit Handlungshilfen*  
J. Heilmann  
Bund-Verlag, Frankfurt/M., 2. Aufl., 1995, nicht mehr im Handel
  - **Umweltrecht (UmwR)**  
*Sammlung wichtiger Gesetze und Verordnungen zum Schutze der Umwelt*  
dtv-Beck, 13. Aufl. 2001, EUR 11,50
  - **Sicherheit und Gesundheitsschutz im Laboratorium**  
*Leitfaden für die Anwendung der Richtlinien für Laboratorien, gilt im  
Bereich der Berufsgenossenschaften als eine Art „Basiskommentar“.*  
T. H. Brock,  
Springer-Verlag, Heidelberg, 1997, EUR 97,09  
<http://home.t-online.de/home/thomas.brock/labsi0.htm#N4>
  - **Laboratory Safety Book**  
*Fundamentals of laboratory safety, safe working practices, principles of  
handling hazardous substances, waste management strategies and  
emergency procedures in the event of accident or emergency.*  
D. Bernabei  
GIT Verlag, Darmstadt, 2001, EUR 34.77
- Nachfolger von:
- **Sicherheit. Handbuch für das Labor.**  
D. Bernabei  
GIT Verlag, Darmstadt, 1991, EUR 25,05
  - **LAB TOOLS. Tabellen für das Labor**  
*Praktische Hilfen für den Laboralltag im Kitteltaschenformat.*  
Kostenlos zu bestellen bei Merck KGaA, 64271 Darmstadt.

► **Praktikum in Allgemeiner Chemie**

Ein umweltschonendes Programm für Studienanfänger mit Versuchen zur Chemikalien-Rückgewinnung (*auch bekannt als „Zürcher Modell“*)  
H. Fischer

**Teil 1: Allgemeine und Anorganische Chemie**

Wiley-VCH, 2. Aufl. 1994

**Teil 2: Organische und Physikalische Chemie**

Helvetica Chimica Acta/VCH, Zürich, 1995, EUR 27,90

► **Merkblätter der BG Chemie (A-Reihe):**

► **A 010 (BGI 566) Betriebsanweisungen** für den Umgang mit Gefahrstoffen (Stand: 12/99), EUR 3,50

► **A 016 Gefährdungsbeurteilung** – Warum? Wer? Wie? (Stand: 9/99), EUR 3,70

► **A 017 Gefährdungsbeurteilung** – Prüflisten, Gefährdungs- und Belastungsfaktoren (Stand: 2/2001), EUR 7,10

<http://bgcshop.jedermann.de/bgcshop2/index.html> „BG-Informationen“

**GUV-Broschüren und -Vorschriften**

Eine aktuelle Übersicht über GUV-Broschüren gibt es auch online bei den meisten Unfallversicherungsträgern, z. B. bei der LUK NRW:

<http://www.luk-nrw.de/praev/druckschriften/drucks.asp>

► **UVV Allgemeine Vorschriften, GUV 0.1**

*Rechtsbasis für die Umsetzung des Arbeitsschutzes*

Bundesverband der Unfallkassen, München, 1991/1996

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 0.1 oder als Download (ca. 450 kB):

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/m\\_uvuv/uvv0\\_1.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/m_uvuv/uvv0_1.pdf)

► **Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz für Laboratorien, GUV 16.17**

*Handlungshilfen und Rechtsgrundlagen für das chemische Arbeiten im Labor*

Bundesverband der Unfallkassen, München, 1998

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 16.17 oder als Download (ca. 600 kB):

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/16\\_17.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/16_17.pdf)

# 8

➤ **Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich, GUV 19.17**

*Rechtsbasis für die Umsetzung der Gefahrstoffverordnung an Hochschulen (ersetzt die TRGS 451)*

Bundesverband der Unfallkassen, München, 1998

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 19.17 oder als Download (ca. 200 kB):

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/19\\_17.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/19_17.pdf)

➤ **Sicheres Arbeiten in chemischen Laboratorien, GUV 50.0.4**

*Anschauliche Handlungshilfen zur Anwendung der Laborrichtlinien mit einigen Rechtsgrundlagen für das chemische Arbeiten an Hochschulen, Einführung für Studierende*

Bundesverband der Unfallkassen, München (zus. mit GDCh, BG Chemie)

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 50.0.4 oder als Download (ca. 3 MB):

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/brosch/50\\_0\\_4.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/brosch/50_0_4.pdf)

➤ **Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen des öffentlichen Dienstes, GUV 50.0.6**

*Anschauliche Handlungshilfen für den Umgang mit Gefahrstoffen*

Bundesverband der Unfallkassen, München

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 50.0.6 oder als Download (ca. 2,5 MB):

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/brosch/50\\_0\\_6.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/brosch/50_0_6.pdf)

➤ **Merkblatt für Erste-Hilfe-Material, GUV 20.6**

Bundesverband der Unfallkassen, München, 1998

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 20.6 oder als Download (ca. 100 kB)

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/merkbl/20\\_6.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/merkbl/20_6.pdf)

➤ **Merkblatt für die Erste Hilfe bei Einwirken gefährlicher chemischer Stoffe, GUV 20.10**

*Handlungshilfen für die Erste Hilfe bei Unfällen mit Chemikalien*

Bundesverband der Unfallkassen, München, 1999

erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 20.10 oder als Download (ca. 200 kB):

[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/merkbl/20\\_10.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/merkbl/20_10.pdf)

- **Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen, GUV 20.17**  
*Information für die Handhabung von Schutzhandschuhen*  
 Bundesverband der Unfallkassen, München, 2000  
 erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 20.17  
 oder als Download (ca. 200 kB):  
[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/20\\_17.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/20_17.pdf)
- **Regeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern, GUV 10.10**  
 Bundesverband der Unfallkassen, München, 1995  
 erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 10.10  
 oder als Download (ca. 480 kB)  
[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/10\\_10.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/regeln/10_10.pdf)
- **Gesetzlicher Unfallversicherungsschutz für Studierende, GUV 20.30.2**  
*Informationen zur gesetzlichen Unfallversicherung für Studierende*  
 Bundesverband der Unfallkassen, München  
 erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 20.30.2  
 oder als Download (ca. 480 kB)  
[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/merkbl/20\\_30\\_2.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/merkbl/20_30_2.pdf)
- **UVV Arbeitsmedizinische Vorsorge, GUV 0.6**  
*Rechtsbasis für die Veranlassung von arbeitsmedizinischen Untersuchungen*  
 Bundesverband der Unfallkassen, München, 1997  
 erhältlich bei der zuständigen Landesunfallkasse, Bestellnr. GUV 0.6  
 oder als Download (ca. 1 MB):  
[http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/m\\_uvuv/uvv0\\_6.pdf](http://212.18.0.42/internet/praevention/regelwerk/m_uvuv/uvv0_6.pdf)

## Studentische Sicherheitsskripten

- **Der sichere Umgang mit Chemikalien – Eine Einführung in die Arbeitssicherheit**  
*Sicherheitsskript der Fachschaft Bio-Chemie-Geo an der Uni Bayreuth*
- **Arbeitssicherheit in chemischen Laboratorien**  
*Begleitskript zum Seminar, herausgegeben von der Fachschaft Chemie, TU Braunschweig*

# 8

➤ **Danger**

*Sicherheitsskript der Fachschaft Chemie, Universität Köln*

Download: <http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/fschemie/Danger.html>

➤ **Echt ätzend!**

*Sicherheitsskript der Fachschaft Chemie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster*

Download: <http://www.uni-muenster.de/Chemie/FSCHEM/EA.html>

## **Zeitschriften**

➤ **Bundesgesetzblatt I+II, Bundestags- und Bundesratsdrucksachen**

Bundesanzeiger Verlagsges. mbH, Postfach 1320, 53003 Bonn,

Tel.: 0228/382080, Fax: 0228/3820836

<http://www.bundesanzeiger.de/bgbl1.htm>

➤ **Bundesanzeiger**

Bundesanzeiger Verlag GmbH, Postfach 100534, 50445 Köln,

Tel.: 0221/97668-0, Fax: 0221/97668-288

<http://www.bundesanzeiger.de/banzinha/banz.htm>

➤ **Bundesarbeitsblatt**

Verlag Kohlhammer GmbH, 70549 Stuttgart,

Tel.: 0711/7863280, Fax: 0711/7863430

<http://www.bundesarbeitsblatt.de/>

➤ **Arbeitsstätten-Richtlinien des Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung**

C. Heymanns Verlag, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln,

Tel.: 0221/94373-602, Fax: 0221/94373-603

➤ **Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft - Air Quality Control „„**

*Fachzeitschrift mit wissenschaftlichen Beiträgen zu den Themen Gefahrstoffe in der Luft, am Arbeitsplatz und Reinhaltung der Außenluft, erscheint 9 x jährlich, steht in vielen Uni-Bibliotheken*

Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf

## WWW-Verzeichnis

### Im Reader vorgestellte Projekte

- <http://www.uni-bielefeld.de/chemie/fachschaft/asi/arbeitsss.htm>  
FSV Chemie, Uni Bielefeld: Sicherheitsfilm „ASI – Der Film“
- <http://www.uni-muenster.de/Chemie/FSCHEM/EA.html>  
FSV Chemie, Uni Münster: Sicherheitsskript „Echt Ätzend“
- <http://www.uni-bielefeld.de/chemie/sae/>  
Sonderabfallentsorgung, Uni Bielefeld
- <http://www.nane.de/frame.html>  
Agenda 21 und Universität Lüneburg: das Nachhaltigkeits-Netzwerk
- <http://www-vt.uni-paderborn.de/verf/wagener/>  
SGU-Management, Uni-GH Paderborn

### Allgemeines zum Arbeits- und Umweltschutz

- <http://www.his.de/doku/abereich/umwelt/umw.htm>  
HIS Hochschul-Informations-System GmbH  
Arbeitsgebiet: Arbeits- und Umweltschutz in Hochschulen
- <http://sifa.iuk-nrw.de>  
Arbeitskreis der Sicherheitsfachkräfte der Fachhochschulen in NRW  
*u. a. Brandschutzhinweise und Betriebsanweisungen*
- <http://www.systemkonzept.de/syko-adressen.htm>  
Systemkonzept  
*übersichtliche Link-Liste zu Arbeitsschutzthemen und -organisationen*
- <http://www.komnet.nrw.de/>  
Kompetenznetz Arbeitsschutz NRW – KomNet.  
*Portal-Site: gegliederte Links zum Thema Arbeitsschutz*

# 8

- <http://www.praevention-online.de>  
Prävention online  
*umfangreiche Angebote im Bereich Prävention; Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz, Verkehrssicherheit, Freizeit – umfassend vernetzt.*

## Stoffdatenbanken

- <http://www.hvbg.de/d/bia/fac/fac.htm>  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit des HVBG  
*Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe (KMR-Liste), Gefahrstoffdatenbank GESTIS, Messdaten zu Gefahrstoffen am Arbeitsplatz (DOK-MEGA)*
- <http://www.chemie.fu-berlin.de/chemistry/safety/chemsafety.html>  
Institut für Chemie, Freie Universität Berlin  
*Allgemeine Gefahrstoffdatenbank*
- <http://www.bgvv.de/index.htm?datenbanken/index.htm>  
Bundesinstitut f. gesundheitlichen Verbraucherschutz u. Veterinärmedizin  
*Internationale chemische Sicherheitsdatenblätter (ICSC), dt. Zugang; Chemikalieninformationssystem zu verbraucherrelevanten Stoffen (CIVS); Bewertung von Chemikalien hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Auswirkungen: sehr umfangreich!*
- <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html>  
Centers for Disease Control and Prevention (USA)  
*International Chemical Safety Cards (Internationale chemische Sicherheitsdatenblätter, ICSC)*
- <http://www.merck.de/english/services/chemdat/german/index.htm>  
Merck Chemikalien-Datenbank  
*Sicherheitsdatenblätter der Produkte der Fa. Merck in vier Sprachen*
- <http://www.sigma-aldrich.com/saws.nsf/msdshelp>  
Sigma-Aldrich  
*Sicherheitsdatenblätter der Produkte der Sigma-Aldrich-Gruppe (Sigma, Aldrich, Fluka, Supleco und Riedel-de Haën), bislang nur in Englisch.*

## Betriebsanweisungen

- [http://www-organik.chemie.uni-wuerzburg.de/misc/betr\\_ein/betr\\_ein.html](http://www-organik.chemie.uni-wuerzburg.de/misc/betr_ein/betr_ein.html)  
Insitut für Organische Chemie, Uni Würzburg  
*Betriebsanweisungen für sehr viele laborübliche Stoffe, viele Infos*
- <http://www.zuv.uni-heidelberg.de/sw/sifaweb/gefährstoffe.html>  
Abt. Sicherheitswesen, Uni Heidelberg  
*Links zu Einzel- und Gruppenbetriebsanweisungen im SiFaWeb*
- <http://userpage.chemie.fu-berlin.de/~tlehmann/krebs/intro.html>  
KMR-Gefährstoffe in Praktika  
*Leitfaden zum Einsatz **krebserzeugender, mutagener** und **reproduktions-toxischer** Gefahrstoffe in Praktika, Suchmaschine, Betriebsanweisungen*
- <http://userpage.chemie.fu-berlin.de/~tlehmann/sicindex.html>  
Thomas Lehmann, FU Berlin  
*Tipps zum Erstellen von Betriebsanweisungen und viele andere Infos*

## Gesetze, Verordnungen usw.

- <http://www.umwelt-online.de/recht>  
Umwelt-Online Informationsplattform  
*Gesetze, Verordnungen zum Arbeitsschutz und Umweltschutz*
- <http://de.osha.eu.int/legislation/>  
Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz  
*Hinweise zu Gesetzen, Verordnungen und Normen im Arbeitsschutz (dt.)*
- <http://www.verwaltung.uni-mainz.de/kanzler/dua/metalink/index.htm>  
SiFa Web – Netzwerk von Sicherheitsfachkräften  
*Linkliste zu Arbeitsschutz- und Umweltschutzgesetzen mit Erläuterungen und Betriebsanweisungen*
- <http://www.jura.uni-sb.de/BGBL/suche.html>  
Juristisches Internetprojekt Saarbrücken  
*„Bundesgesetzblatt elektronisch“, Volltextsuche im Bundesgesetzblatt*

### 8

- <http://www.bc-verlag.de/UVVen/inh.htm>  
BC Verlag, Wiesbaden  
*Unfallverhütungsvorschriften, Wortlaut/Volltextsuche*
- <http://www-ifam.med.uni-rostock.de/bkvo/bekvo.htm>  
Institut für Arbeitsmedizin, Uni Rostock  
*Detaillierte Infos zum Thema Berufskrankheiten*
- <http://www.bma.de/>  
Bundesministerium für Arbeit  
*Viele Gesetze und Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung, zu finden im Bereich „Themen G-N“/„Gesetze/Verordnungen“*
- <http://www.bmu.de/>  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
*Viele Gesetze und Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung*
- <http://www.jurathek.de>  
Jurathek – juristische und steuerliche Informationen im Internet  
*Sammlung von Bundes- und Landesgesetzen mit Link auf Anbieter der entsprechenden Gesetze; Volltextsuche möglich*
- <http://www.dkfz-heidelberg.de/sicherheit/willkommen.htm>  
Stabsstelle Sicherheit im Dt. Krebsforschungszentrum Heidelberg  
*Gesetze, Betriebsanweisungen, Sicherheitslexikon, „Edgars Betrachtungen“ zu Schlagwörtern der Arbeitssicherheit, weitere Links zum Thema*

### Ausgewählte Organisationen

- <http://europe.osha.eu.int/>  
European Agency for Safety and Health at Work

Deutsche Startseite:

<http://de.osha.eu.int/>

Europ. Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz  
*Internationales Netzwerk von Arbeitsschutzorganisationen, u. a. Links zu Gesetzen und Organisationen*

- <http://www.hvbg.de/>  
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften
- <http://www.baua.de/>  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- <http://www.luk-nrw.de/>  
Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen
- <http://bb.osha.de/lasi/lasi.htm>  
Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik
- <http://www.igbce.de/>  
Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie
- <http://www.dbu.de/>  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- <http://www.vdsi.de/>  
Verband deutscher Sicherheitsingenieure

# 8

## **Autorinnen und Autoren**

Die Beiträge in diesem Reader stammen von den im Folgenden aufgelisteten Autorinnen und Autoren. Sollte der Wunsch bestehen, zu einem Autor oder einer Autorin Kontakt aufzunehmen, so geht dies am einfachsten per E-Mail an die Redaktion: [innovation-von-unten@gmx.de](mailto:innovation-von-unten@gmx.de)

### **Jens Markus Deckwart**

geb. 1973, Dipl. Chem., z. Z. Promotion am Anorganisch-Chemischen Institut der Uni Münster. Mitglied des FSR Chemie in Münster, stud. Mitglied in der Arbeitssicherheitskommission des FB 12, Chemie und Pharmazie.

### **Rainer Dörr**

geb. 1959, Dipl.-Chem., Studium der Chemie an der Uni Tübingen, Mitwirkung in der Studierendenvertretung der Uni Tübingen sowie u. a. im AK Arbeitssicherheit der BuFaTa Chemie. Mitarbeit an der Erarbeitung der TRGS 451. Langjährige ehrenamtliche Tätigkeit für die IG BCE, u. a. Qualifizierung von Betriebsräten im Arbeitsschutz. Seit 2000 wiss. Mitarbeiter bei Systemkonzept – Gesellschaft für Systemforschung und Konzeptentwicklung, Köln; Schwerpunkte der Arbeit sind Forschung und Unternehmensberatung im Bereich Arbeitsschutz sowie die Ausbildung von Sicherheitsfachkräften.

### **Peter Hansen**

geb. 1942, Dr. rer. nat., Chemiestudium an der Uni Rostock, 1996 Promotion, 1972–1975 Fernstudium „Gewerblicher Rechtsschutz“ an der HU Berlin, wissenschaftlicher Mitarbeiter am FB Chemie der Uni Rostock. Seit 1970 Sicherheitsbeauftragter und seit 1993 Baubeauftragter des Fachbereichs.

### **Christian Jochum**

geb. 1943, Dipl.-Chem., Dr. phil. nat., Honorarprofessor (Sicherheit in der Chemie, Gefahrstoffrecht) an der Uni Frankfurt/Main, bis 1997 Leiter der Sicherheitsabteilung der Hoechst AG. Seitdem als selbständiger Unternehmensberater tätig; u. a. Vorsitzender der Störfallkommission beim Bundesumweltministerium und Mitglied des Beirats der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

**Martina Gerdes-Kühn**

geb. 1960, Dr. rer. nat., Studium der Chemie und Chemietechnik an der Uni-GH Paderborn, Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit. Ltd. Sicherheitsfachkraft, Immissionsschutz- und Umweltmanagementbeauftragte der Uni Paderborn, Co-Autorin im BMBF-Leitprojekt „Vernetztes Studium Chemie“.

**Juliane Grotz**

geb. 1975, Dipl.-Chem., 1994–2000 Studium an der Uni Bielefeld, 1998 Studienaufenthalt in Santiago de Compostela/Spanien; 1994–1999 Fachschafts- und Gremienarbeit an der Uni Bielefeld, studentische Vertreterin in der Frauengleichstellungskommission der Fakultät für Chemie. Seit 2000 Promotionsstudium an der Uni Bielefeld.

**Hans-Joachim Grumbach**

geb. 1967, Dr. rer. nat., Studium der Chemie an der Uni-GH Paderborn, Leiter des Projekts „Innovation von unten“ für die BuFaTa Chemie an der Uni-GH Paderborn, 1989–1999 Fachschafts- und Gremienarbeit; Mitarbeit im Teamer-Arbeitskreis der Abteilung Arbeitsschutz der IG BCE, Mitglied der Studienreformkommission der GDCh und der Fachkommission Chemie von KMK und HRK. Seit 1999 Aufsichtsperson bei der Landesunfallkasse NRW in Düsseldorf.

**Michael Kamphus**

geb. 1974, Dipl.-Chem., 1994–2000 Studium an der Uni Bielefeld, 1994–2000 Fachschafts- und Gremienarbeit, studentische Hilfskraft in der Sonderabfallentsorgung an der Uni Bielefeld; 1998 Teilnahme am Sommerstudentenprogramm des Hahn-Meitner-Instituts. Seit 2000 Promotionsstudium an der Uni Bielefeld; seit 1992 C-Trainer für Volleyball.

**Uta Köhler**

geb. 1964, Dipl.-Chem., Studium der Chemie und der Biologie an der RWTH Aachen, über 2 Jahre Tätigkeit am Hochschuldidaktischen Zentrum. Langjährige ehrenamtliche Tätigkeit für die IG BCE. Seit 1999 in der Abt. Prävention beim Rheinischen Gemeindeunfallversicherungsverband.



# 8

## **Thomas Lehmann**

geb. 1952, Dr. rer. nat., Studium der Chemie an der FU Berlin, 1976–1980 Werkstudent/Teilzeitlaborant im Bundesgesundheitsamt (Institut für Wasser-, Boden- Lufthygiene), seit 1984 Studienrat im Hochschuldienst an der FU Berlin und zuständig für die org.-chem. Hauptfachpraktika im Fach Chemie/Biochemie und Chemie-Lehramt.

## **Andrea Mayer-Figge**

geb. 1965, Dr. rer. nat., Beratung bei der Auswahl schadstoffarmer Baustoffe für Neubau- und Umbaumaßnahmen; wiss. Mitarbeiterin der Verbraucher-Zentrale NRW (Geschäftsstelle); Leiterin des Projekts „Anbieter umwelt- und gesundheitsverträglicher Produkte“. Veröffentlichungen zum Abbauverhalten atmosphärischer Spurengase.

## **Gerd Michelsen**

geb. 1948, Dr. rer. pol., Venia Legendi für Erwachsenenbildung; Mitbegründer des Öko-Instituts Freiburg i. Br. und erster Geschäftsführer, seit 1993 Professor an der Uni Lüneburg für Ökologie und Umweltbildung. Zahlreiche Veröffentlichungen zu Umweltbildung und -beratung sowie Energiepolitik. Leiter des Projekts „Agenda 21 und Universität Lüneburg“.

## **Christian J. Mohrschladt**

geb. 1971, Dipl.-Chem., Studium der Chemie an der Uni Bayreuth, 1992–1997 studentische Fachschaftsarbeit, seit 1995 Mitarbeit im Teamer-Arbeitskreis „Arbeits- und Gesundheitsschutz“ der Abteilung Arbeitsschutz der IG BCE, seit 1999 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Organische Chemie der Uni Würzburg.

## **Manfred H. Pahl**

geb. 1940, Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c., 1970–1975 wiss. Mitarbeiter am Institut für Mechanische Verfahrenstechnik der Uni (TH) Karlsruhe, 1975 Promotion zum Dr.-Ing., 1975–1980 leitender Angestellter der Firma BAYER AG, Dormagen (Entwicklungsabteilung IN-AP), seit 1980 Professor für Mechanische Verfahrenstechnik an der Uni-GH Paderborn, seit 1994 Leiter des Westfälischen Umweltzentrums Paderborn, 1998 Ehrenpromotion der Uni Miskolc, seit 1998 Professur für Mechanische Verfahrenstechnik und Umweltverfahrenstechnik. Arbeitsgebiete: Mischtechnik, Zerkleinerungstechnik, Trenntechnik, Grenzflächenphysik, Mehrphasenströmung, Rheologie, Umwelt-Verfahrenstechnik, Umweltintegrierte Produktion.

**Nikolaus Risch**

geb. 1949, Prof. Dr. rer. nat., Chemiestudium an der TU Braunschweig, Promotion 1975, ein Jahr wiss. Mitarbeiter bei der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung GBF. Ab 1976 wiss. Assistent in der Fakultät für Chemie der neu gegründeten Uni Bielefeld, Habilitation 1984. Seit 1992 Professor für Organische Chemie an der Uni-GH Paderborn. Aktuelle Forschungsgebiete: Entwicklung und Anwendung moderner Syntheseverfahren. Von 1995–99 Prorektor für Planung und Finanzen der Universität Paderborn und seit 1999 Dekan des Fachbereichs Chemie und Chemietechnik.

**Ingo Schmidt**

geb. 1973, Dipl. Informationswirt, Chemie-Studium an der Uni Bayreuth sowie Informationsmanagement in Stuttgart. 1993–1999 Fachschaftsarbeit und Teamer für Ausbildungslehrgänge der IG BCE, seit 2000 als Berater für CRM in München tätig.

**Sabine Schrader**

geb. 1962, Dr. rer. nat., Chemiestudium an der Uni Bielefeld. Nach einem Auslandsaufenthalt 1991 bei Prof. M. S. Baird in Newcastle upon Tyne/England Promotion Anfang 1992. Seit 1989 wiss. Mitarbeiterin an der Fakultät für Chemie der Uni Bielefeld. Seit 1994 Hauptsicherheitsbeauftragte der Fakultät. Zur Unterstützung dieser Tätigkeit absolvierte sie 1995 die Lehrgänge zur Fachkraft für Arbeitssicherheit. Leiterin der Praktika für Organische und Bioorganische Chemie.

**Dirk Seiling**

geb. Tiemann, Jahrgang 1969, Dr. rer. nat., Studium der Chemie an der Uni Bielefeld sowie Fernstudium Arbeitssicherheit und Gefahrenabwehr – Vorbeugender Brandschutz an der TFH Berlin. Fachkraft für Arbeitssicherheit, Umweltauditor, CFPA-Brandschutzbeauftragter, 1990–2000 Fachschafts- und Gremienarbeit Uni Bielefeld, 3 Jahre Sicherheitsbeauftragter, 7 Jahre Kinderkulturarbeit. Seit 2000 Sicherheitsingenieur bei Merck KGaA, Darmstadt.



# 8

## **Jeanette Stelter**

geb. Berger, Jahrgang 1959, Dr. rer. nat., Chemiestudium an der Uni Rostock, 1988 Promotion, 1993–1995 Mitarbeit am BMFT-Verbundprojekt „Abfallvermeidung an Hochschulen, Umgestaltung chemischer Praktika“, 1996/97 Weiterbildung zum Sachverständigen für Altlasten und Bodenschutz, seit 1998 wiss. Mitarbeiterin am Fachbereich Chemie der Uni Rostock, hier Forschungsarbeit und Betreuung des anorganisch-chemischen Grundpraktikums für den Diplomstudiengang.

## **Hans-Jürgen Wagener**

geb. 1968, Dipl.-Geogr., seit 1998 wiss. Mitarbeiter im Institut für Energie- und Verfahrenstechnik der Uni-GH Paderborn und im Westfälischen Umweltzentrum, Arbeitsschwerpunkte: Umwelt-, Qualitäts- und Arbeits-sicherheitsmanagement; seit 2001 geschäftsführender Gesellschafter der InnovaKom GmbH

## **Volker Wiskamp**

geb. 1957, Dr. rer. nat., Studium der Chemie an der Uni Bochum, dreijährige Post-Doc-Tätigkeit in Berkeley und am MPI für Kohlenforschung in Mülheim-Ruhr, vierjährige Industrietätigkeit bei BAYER, seit 1989 Professor an der FH Darmstadt. Arbeitsschwerpunkte: Didaktik der Chemie, insbes. Praktikumsentwicklung, Evaluation und Verbesserung der Beziehungen zwischen Schule, Hochschule und Industrie in der Chemie-Ausbildung.

## Redaktion

An der Konzeption und Entstehung dieses Readers wirkten mit (in alphabetischer Reihenfolge):

**Jens Markus Deckwart**<sup>1</sup>

**Petra Erdmann**

**Rainer Dörr**<sup>1</sup>

**Hans-Joachim Grumbach**<sup>1</sup>

**Uta Köhler**<sup>1</sup>

**Brigitte Korff**

**Christian J. Mohrschladt**<sup>1</sup>

**Ingo Schmidt**<sup>1</sup>

**Jürgen Schulz-Brüssel**

**Dirk Seiling**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Steckbrief: siehe Autorenverzeichnis

### **Petra Erdmann**

geb. 1969, Chemiestudium an der TU Berlin, 1992–96 Studienfachberatung Chemie, seit 1990 Gremienarbeit, seit 1998 Frauenbeauftragte (zunächst am FB Chemie, seit 2001 an der Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften der TU Berlin). 2 Kinder, Vorstandsvorsitzende einer Elterninitiativ-Kita.

### **Brigitte Korff**

geb. 1977, Studium der Chemie, Grundstudium in Bonn, Hauptstudium in Bayreuth, voraussichtlicher Abschluss 2001 (Diplom); Fachschaftsmitglied seit Beginn des Studiums; Mitglied des Arbeitskreises Arbeitssicherheit der BuFaTa Chemie seit dem Sommersemester 1997.

### **Jürgen Schulz-Brüssel**

geb. 1968, Dipl. Chem, Chemiestudium an der TU Berlin, 1990–1996 Gremientätigkeit in den verschiedensten Gremien der TU Berlin. Seit 1996 Anfertigung der Dissertation im Fachgebiet Luftreinhalteung des Institut für Technischen Umweltschutz der TU Berlin, seit 2001 wiss. Mitarbeiter des FIZ Chemie Berlin. Zudem seit 1994 Tätigkeit in diversen Gremien im Umfeld der ev. Kirche Berlin-Brandenburg und des CVJM Deutschland.

# 8

## Abkürzungen

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>AbfG</b>      | früher Abfallgesetz, jetzt <i>KrW-/AbfG</i>   |
| <b>AbfKlärV</b>  | Klärschlammverordnung   |
| <b>AbfKoBiV</b>  | Abfallwirtschaftskonzept und -bilanzverordnung  |
| <b>Abs.</b>      | Absatz  |
| <b>AbwAG</b>     | Abwasserabgabengesetz   |
| <b>AC</b>        | Anorganische Chemie   |
| <b>AcetV</b>     | Verordnung über Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager (Acetylenverordnung)   |
| <b>AfA</b>       | Amt für Arbeitsschutz   |
| <b>AGS</b>       | Ausschuss für Gefahrstoffe (nach <i>GefStoffV</i> )   |
| <b>Aküfi</b>     | Abkürzungsfimmel  |
| <b>AltöV</b>     | Altölverordnung   |
| <b>ArbSchG</b>   | Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz) |
| <b>ArbstättV</b> | Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung)   |
| <b>ArbStoffV</b> | früher Arbeitsstoffverordnung, abgelöst durch <i>GefStoffV</i>  |
| <b>ArbZG</b>     | Arbeitszeitgesetz   |
| <b>Art.</b>      | Artikel   |
| <b>ASR</b>       | Arbeitsstättenrichtlinien   |
| <b>AtomG</b>     | Atomgesetz  |
| <b>ASA</b>       | Arbeitsschutzausschuss  |
| <b>ASiG</b>      | Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Arbeitssicherheitsgesetz)   |
| <b>ASR</b>       | Arbeitsstätten-Richtlinie   |
| <b>AtG</b>       | Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)   |
| <b>AVO</b>       | Allgemeine Verordnung, Ausführungsverordnung  |
| <b>AVV</b>       | Allgemeine Verwaltungsvorschrift  |
| <b>AZO</b>       | früher Arbeitszeitordnung, abgelöst durch Arbeitszeitgesetz   |
| <b>BAfAM</b>     | früher Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (jetzt <i>BAuA</i> )  |
| <b>BaFu</b>      | Bundesausführungsbehörde für Unfallversicherung des Bundes  |
| <b>BAGUV</b>     | Bundesverband der Unfallversicherungsträger der öffentlichen Hand   |

|             |   |
|-------------|---|
| BAU         | früher Bundesanstalt für Arbeitsschutz, jetzt <i>BAuA</i>   |
| BAuA        | Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  |
| BauGB       | Baugesetzbuch   |
| BBodSchG    | Bundesbodenschutzgesetz   |
| BBodSchV    | Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung  |
| BetrVG      | Betriebsverfassungsgesetz   |
| BG          | Berufsgenossenschaft(en)  |
| BG Chemie   | Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie   |
| BGB         | Bürgerliches Gesetzbuch   |
| BGBL        | Bundesgesetzblatt   |
| BGG         | Berufsgenossenschaftliche Grundsätze  |
| BGI         | BG-Informationen  |
| BGR         | BG-Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit  |
| BGV         | Berufsgenossenschaftliche Vorschrift  |
| BildscharbV | Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Bildschirmarbeitsverordnung)  |
| BImSchG     | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz) |
| BImSchV     | Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes   |
| 4. BImSchV  | Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes)   |
| 12. BImSchV | Störfall-Verordnung (Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes)   |
| Bio         | Biologie  |
| BioStoffV   | Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung)   |
| BMA         | Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung  |
| BMU         | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit   |
| BNatSchG    | Bundesnaturschutzgesetz   |
| BuFaTa      | Bundesfachtagung  |
| BUK         | Bundesverband der Unfallkassen  |
| BWaldG      | Bundeswaldgesetz  |
| <b>CAS</b>  | Chemical Abstracts Service (CAS-Nummer: Registriernummer von chemischen Stoffen)  |

# 8

|             |  |
|-------------|--|
| ChemG       | Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz)   |
| ChemVV      | Chemikalienverbotsverordnung   |
| COPERNICUS  | Cooperation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies |
| CRE         | Europäische Hochschulrektorenkonferenz   |
| <b>DAU</b>  | Deutsche Akkreditierungsunion  |
| dB(A)       | Dezibel (Maß für die Stärke eines Geräusches)  |
| DFG         | Deutsche Forschungsgemeinschaft  |
| DGB         | Deutscher Gewerkschaftsbund  |
| DIN         | Deutsches Institut für Normung (früher Deutsche Industrienorm)   |
| DIN EN      | Deutsche Industrienorm – Europäische Norm  |
| DMG         | Düngemittelgesetz  |
| DOK-MEGA    | BIA-Datenbank „Betriebs- und Expositionsdaten“/ Messdaten über Gefahrstoffe am Arbeitsplatz                |
| DruckbehV   | Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung)                  |
| DruckLV     | Verordnung über Arbeiten in Druckluft (Druckluftverordnung)  |
| <b>EG</b>   | Europäische Gemeinschaft   |
| EMAS        | Eco-Management and Audit Scheme  |
| EN          | Europäische Norm   |
| EU          | Europäische Union  |
| <b>FaSi</b> | Fachkraft für Arbeitssicherheit (siehe auch <i>SiFa</i> )  |
| FCKW-VO     | FCKW-Verbotsverordnung   |
| FH          | Fachhochschule   |
| FHD         | Fachhochschule Darmstadt   |
| FluglärmG   | Fluglärmgesetz   |
| FS          | Fachschaft   |
| FSV         | Fachschaftsvertretung  |
| <b>G</b>    | Gesetz, Grundsatz  |
| GBefGG      | Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter   |
| GC          | Gaschromatographie   |
| GefStoffV   | Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung)                                     |
| Geo         | Geologie, auch Geowissenschaften   |
| GESTIS      | Gefahrstoffinformationssystem (Datenprogramm der <i>BG</i> )   |
| GewO        | Gewerbeordnung   |

|                   |  |
|-------------------|--|
| GG                | Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland   |
| GGVE              | Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn (Gefahrgutverordnung Eisenbahn) |
| GGVS              | Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Gefahrgutverordnung Straße)       |
| GH                | Gesamthochschule   |
| GrundwV           | Grundwasserverordnung  |
| GSG               | Gesetz über technische Arbeitsmittel (Gerätesicherheitsgesetz)                                       |
| GSGV              | Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Gerätesicherheitsverordnung)                                 |
| GUV               | Gemeindeunfallversicherung   |
| GUVV              | Gemeindeunfallversicherungsverband   |
| <b>HDZ</b>        | Hochschuldidaktisches Zentrum  |
| HIS               | Hochschul-Informations-System  |
| HKWAbfG           | Verordnung über die Entsorgung gebrauchter halogenierter Lösemittel                                  |
| HVBG              | Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften   |
| <b>IG</b>         | Industriegewerkschaft  |
| IG BCE            | Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie   |
| IR                | Infrarotmesstechnik  |
| ISO               | International Organization for Standardization, International Standard Order (internationale Norm)   |
| <b>JArbSchG</b>   | Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend (Jugendarbeitsschutzgesetz)                                |
| <b>KMR-Stoffe</b> | Stoffe mit kanzerogenen, mutagenen oder reproduktionstoxischen Eigenschaften                         |
| KrW-/AbfG         | Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz   |
| <b>LAbfG</b>      | Landesabfallgesetz   |
| LimSchG           | Landesimmissionsschutzgesetz   |
| LUK               | Landesunfallkasse  |
| <b>MAK</b>        | Maximale Arbeitsplatzkonzentration   |
| MedGV             | Medizingeräteverordnung  |
| MuSchG            | Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter (Mutterschutzgesetz)                                    |
| <b>NachwV</b>     | Nachweisverordnung   |
| NANE              | Nachhaltigkeits Netzwerk   |
| NatSchG           | Bundesnaturschutzgesetz  |
| <b>OBG NW</b>     | Ordnungsbehördengesetz Nordrhein-Westfalen   |

# 8

|            |  |
|------------|--|
| <b>OC</b>  | Organische Chemie  |
| <b>PC</b>  | Physikalische Chemie   |
| PflSchG    | Pflanzenschutzgesetz   |
| PersVG     | Personalvertretungsgesetz  |
| PSA        | Persönliche Schutzausrüstung   |
| PSA-BV     | Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung) |
| <b>QM</b>  | Qualitätsmanagement  |
| QS         | Qualitätssicherung   |
| <b>ROG</b> | Raumordnungsgesetz   |
| R-Sätze    | Risiko-Sätze (Hinweise auf besondere Gefahren von gefährlichen Stoffen)  |
| RWTH       | Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule  |
| RVO        | Reichsversicherungsordnung   |
| <b>SCC</b> | Sicherheits-Certifikat-Contractoren  |
| Schwbg     | Gesetz zur Sicherung der Eingliederung Schwerbehinderter in Arbeit, Beruf und Gesellschaft (Schwerbehindertengesetz)                         |
| SDU        | Sicherheitsdienste und Umweltschutz, TU Berlin   |
| SGB        | Sozialgesetzbuch   |
| SGB VII    | Sozialgesetzbuch, Siebtes Buch, Gesetzliche Unfallversicherung   |
| SiFa       | Sicherheitsfachkraft (eigentlich Fachkraft für Arbeitssicherheit FASi)   |
| SprengG    | Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz)   |
| SS         | Sommersemester   |
| S-Sätze    | Sicherheitssätze (Sicherheitsratschläge für gefährliche Stoffe)  |
| StGB       | Strafgesetzbuch  |
| StrVG      | Strahlenschutzvorsorgegesetz   |
| <b>TA</b>  | Technische Anleitung   |
| TA Lärm    | Technische Anleitung zum Schutz vor Lärm   |
| TA Luft    | Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft  |
| TierSchG   | Tierschutzgesetz   |
| TR         | Technische Regel   |
| TRBA       | Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe   |
| TRGS       | Technische Regel für Gefahrstoffe  |
| TRGS 451   | Technische Regel für Gefahrstoffe: Umgang mit Gefahrstoffen im Hochschulbereich  |

|               |  |
|---------------|--|
| TRGS 514      | Technische Regel für Gefahrstoffe: Lagern sehr giftiger und giftiger Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern  |
| TRGS 515      | Technische Regel für Gefahrstoffe: Lagern brandfördernder Stoffe in Verpackungen und ortsbeweglichen Behältern   |
| TrinkwV       | Trinkwasserverordnung  |
| TU            | Technische Universität   |
| <b>UBA</b>    | Umweltbundesamt  |
| UAG           | Umweltauditgesetz  |
| UIG           | Umwelteinformationsgesetz  |
| UK            | Unfallkasse  |
| UmweltHG      | Umwelthaftungsgesetz   |
| UmwR          | Umweltrecht  |
| UStatG        | Umweltstatistikgesetz  |
| UVPG          | Gesetz über Umweltverträglichkeitsprüfung  |
| UVV           | Unfallverhütungsvorschrift   |
| <b>V</b>      | Verordnung   |
| VbF           | Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten) – Einteilung der Klassen für brennbare Flüssigkeiten: A 0 – B III) |
| VBG           | Verzeichnis der Unfallverhütungsvorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaften   |
| VBG 1         | UVV Allgemeine Vorschriften  |
| VCI           | Verband der chemischen Industrie   |
| VDE           | Verband Deutscher Elektroingenieure  |
| VDI           | Verband Deutscher Ingenieure   |
| VDS           | Verband Deutscher Studentenschaften  |
| VDSI          | Verband Deutscher Sicherheitsingenieure  |
| VwVwS         | Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe  |
| <b>WaStrG</b> | Bundeswasserstraßengesetz  |
| WGK           | Wassergefährdungsklasse (Kategorien 0 – 3)   |
| WHG           | Wasserhaushaltsgesetz  |
| WRMG          | Waschmittel- und Reinigungsmittelgesetz  |
| WS            | Wintersemester   |
| <b>ZefU</b>   | früher Zentralstelle für Unfallverhütung und Arbeitsmedizin des HVBG, jetzt BGZ  |
| ZH 1/         | Bestellnummer für Richtlinien, Sicherheitsregeln, Grundsätze, Merkblätter und andere berufsgenossenschaftliche Schriften   |

# 8

## Index

- § 20 GefStoffV 20, 36, 40, 44, 46, 142ff., 171, 182, 190, 193  
Aachen 21, 33ff., 60, 87, 161,  
Abfall (s. a. Sonderabfall) 36, 67, 79, 95, 100, 137  
Abfallbeauftragte 25, 30, 183  
Abfallbehandlung 70, 94  
Abfallentsorgung, -beseitigung 12, 38, 46, 48, 55, 61, 71, 75, 99,  
100, 170, 175  
Abfallgesetz 69, 137  
Abfallmenge 25, 61, 71f., 86, 88, 98  
Abfalltrennung 100  
Abfallvermeidung 25, 58, 61, 67, 68, 69, 80, 98, 137, 181  
Abkürzungen 210ff.  
Abwasserreinigung 81  
Abzüge 44, 47, 51, 144, 145, 147, 150, 170, 180, 190  
„Agenda 21“ 92, 102, 103ff., 199  
Alarmplan 39, 178  
Altlastenverordnung 139  
Ansatzgröße 72, 78, 87, 181  
Arbeitskleidung (s. a. Schutzkleidung) 23, 181  
Arbeitskreis Arbeitssicherheit der BuFaTa 43, 49ff.  
Arbeitsmedizinische Untersuchung 153f., 163ff.  
Arbeitsmedizinische Vorsorge 155, 158, 163f., 197  
Arbeitsschutz 11f., 15, 19ff., 34, 41ff., 45, 49, 54, 55, 59, 60, 62,  
68ff., 90, 99f., 105, 106ff., 113, 115ff., 142, 146, 152, 153, 155ff.,  
161, 163, 165, 171, 192, 195, 199, 200, 201, 203  
Arbeitsschutzgesetz 15, 105, 116, 118, 125, 126, 127, 128, 156f.,  
165, 167, 192, 194  
Arbeitsschutzrecht 115ff., 153, 156f.  
Arbeitssicherheit 7, 13, 23, 32, 33, 34, 36, 41, 47, 49ff., 87, 89, 90,  
94, 106, 108, 110, 160, 167, 169ff., 175, 180ff., 197, 200, 202  
„Arbeitssicherheit – Der Film“ 43, 44ff., 193  
Arbeitssicherheitsgesetz 156  
Arbeitsunfälle 106, 107, 110, 120  
Aufarbeitung von Chemikalienresten/-abfällen 36, 48, 61, 62, 64ff.,  
69ff., 96  
Ausbildungsintegrierter Umweltschutz 78ff.  
Autonomes Recht 113, 117, 120, 123, 153, 158

Autorenverzeichnis 204ff.  
Bayreuth 20, 30ff., 197  
Berlin 42, 54, 105, 146, 152, 180, 200, 201  
Berufsgenossenschaft 50ff., 120ff., 144, 152, 170, 192, 193, 194, 200, 203  
Beständigkeit von Chemikalienbehältern 40  
Betriebsanweisung 41f., 70, 71, 74, 89, 126, 142ff., 169, 171f.  
Betriebsarzt 127, 128, 158f., 160, 162, 163, 174, 182, 184, 193, 195,  
199, 201f.  
Betriebsrat 127  
Betriebsverfassungsgesetz 127f.  
Bielefeld 43, 44f., 59, 60, 88ff., 91, 93ff., 165, 168, 193, 199  
Bildschirmarbeitsverordnung 115, 126, 156  
Biostoffverordnung 126, 157, 163f.,  
BMBF 59, 61, 67, 68  
Bodenschutz 137, 139f.  
Brandschutz 36, 47, 100, 193, 199  
Bremen 51  
Bücher/Broschüren 194  
BuFaTa Chemie, Bundesfachtagung Chemie 13, 42f., 44, 49ff., 167, 175  
Bundesbodenschutzgesetz 139f.  
Bundesimmissionsschutzgesetz 130, 131, 136ff.  
Bundesnaturschutzgesetz 130, 141  
Bundesverband der Unfallkassen 23, 54, 123, 195, 195ff.  
CD-ROMs 192  
Checkliste Laborsicherheit 180ff.  
Chemikalienbörse 91, 96, 97  
Chemikaliengesetz 126, 136, 156, 169  
Chemikalienschutzhandschuhe 48, 95, 182f., 189, 197  
Chemikalienverbot 183  
Chemikalienverbotsverordnung, ChemVerbotsV 132, 136, 183  
COPERNICUS-Programm 103, 105  
Darmstadt 42, 51, 59, 78ff.,  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt 55, 82, 102, 103, 134, 203  
Didaktikpräparat 29, 30, 171  
Druckbehälter 96, 119  
Duales Arbeitsschutzsystem 40, 113, 117, 121, 152  
Düsseldorf 53, 161  
„Echt Ätzend!“ 42, 46ff., 198, 199  
Eigenschaften von Lösemitteln s. *Löslichkeitsparameter*

8

- Einbindung der Studierenden 92, 190
- Entsorgung 12, 25, 30, 32, 33, 36, 38, 39, 44, 47, 48, 55, 58, 59, 61, 63, 64, 65, 67, 69, 70, 71, 74, 75, 78, 84, 88ff., 91, 93ff., 99, 100, 134, 140, 142, 143, 150, 151, 165, 170, 171, 175, 180, 181, 182f., 183, 186, 193, 199
- Ersatz von Chemikalien/Lösemitteln 68, 72, 84ff., 90, 183
- Ersatzstoff 59, 69ff., 78, 87, 169, 171, 183
- Erste Hilfe 24, 32, 36, 44f., 48, 143, 158, 170, 175, 184, 196
- Erste-Hilfe-Kasten s. *Verbandkasten*
- Essen 58f., 68, 75
- EU-Umwelt-Audit-Verordnung, EMAS (s. a. *Öko-Audit*) 91, 104, 130, 132
- Explosionsgrenzen 40, 47
- Fachkraft für Arbeitssicherheit 11, 25, 127, 128, 156, 158f., 160, 162, 199, 201
- Feuerlöscher 25, 31, 37, 39, 40, 45, 146, 170, 184f., 193, 197
- Feuerlöschübung 25, 31, 185
- Filme 193
- Fluchtwege 24, 37, 39, 170, 181, 185
- Fluorescein 24, 29, 30, 171
- Fragebogen 24, 30, 38f., 89, 105, 170
- GDCh 20, 23, 55, 90, 145
- Gefährdungsanalyse 105, 139, 195
- Gefährdungspotenzial 42, 68, 69, 86, 88, 147, 155, 162, 174, 181
- Gefahrstoffverordnung 19ff., 33, 36, 40, 41, 44, 46, 54, 55, 62, 69, 84, 125, 126f., 135f., 142ff., 157, 159, 163, 164, 169ff., 180ff., 193, 194, 196
- Gesundheitsschutz 49, 54, 84, 90, 92, 105, 106ff., 115, 117, 142, 152, 180, 182, 192, 194, 195, 196, 200, 201, 202
- Gewässerschutz 135f.
- Gewerbeaufsicht 50, 52, 119, 127, 152
- Glasgeräte 32, 47, 72, 88, 186
- „Globales, umweltgerechtes Arbeiten“ 88ff.
- Grundgesetz 115f., 121, 129, 131, 132, 134
- Grundpraktikum 42
- Organische Chemie 21, 36ff., 58f., 60, 68ff., 84ff., 87, 88ff.
  - Anorganische Chemie 21, 30, 58f., 61ff., 78ff.
- GUV 16.17 122, 152, 153, 158, 169, 170, 180ff., 195
- GUV 19.17 19, 54, 142, 144, 145, 155, 158, 180ff., 196
- Halbmikroarbeitstechnik 64, 88

halogenierte Lösemittel 71, 72, 84, 140  
Hamburg 42, 51, 55  
Immissionsschutz 137ff.  
Impressum 4  
Industrie 15ff., 23, 35, 41, 50, 79, 92, 93, 99, 101, 106, 108, 110, 111, 116, 118, 122, 133, 144, 169  
Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie, IG BCE 203  
Industriegewerkschaft Chemie-Papier-Keramik, IG Chemie 20, 22, 51ff.  
Jugendarbeitsschutzgesetz 127  
„Kleine Giftkunde“ 42  
Kleingruppen 21, 22, 25, 33, 34, 36, 37, 38, 40  
Kooperationsprinzip 133  
Kostenreduktion 40, 58, 61, 63, 67, 75, 81, 88, 96ff., 100, 106, 107  
Kreislaufpräparat 58f., 79, 89  
Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz 69, 131, 136, 137, 138, 140  
Kurspraktikum 57, 62, 175  
Laborkleidung (s. a. Schutzkleidung) 23, 32, 44, 181  
Laborordnung 23, 41, 144  
Laborrallye 21, 36ff.  
Laborsicherheit 22, 24, 32, 43, 49, 145, 150, 152, 180, 192, 193, 194, 195, 196, 197  
Lagerung von Gefahrstoffen 187  
Landesunfallkasse Nordrhein-Westfalen 45, 108, 153, 162, 193, 195, 203  
Landesunfallkassen 195ff.  
Learning-by-Doing-Prinzip 20  
Lehrfilm 23, 25  
Löschdecke 37, 39, 40, 188  
Löschsand 37, 188  
Lösemittel 21, 36ff., 42, 52, 59, 60, 70, 71ff., 74, 75, 84ff., 89, 91  
Lösemittelabfälle 87, 89, 95  
Lösemittelaufarbeitung 69, 96f.  
Lösemittelauswahl 84  
Lösemittelrecycling 74, 86, 87, 97  
Lösemittelreduktion 60, 74, 84ff.  
Lösemittelrückgewinnung 73, 75, 86, 91, 97  
Lösemittelsubstitution 59, 68, 75, 84  
Lösemittelvielfalt 59, 69, 71, 73, 84ff.  
Löseverhalten 84  
Löslichkeitsparameter 84f.

# 8

- Lüneburg 90, 102, 103ff., 199
- Marburg 51
- Medienverzeichnis 192
- Merkblätter 115, 121, 123, 124, 144, 180ff., 192, 195, 196
- Mutterschutzgesetz 127
- Münster 42, 46ff., 53, 198, 199
- Nachhaltigkeit 92, 99, 101, 103f., 199
- NANE 104, 199
- Naturschutz 137, 202
- Nomenklatur (im Arbeitsschutzrecht) 123
- Notausschalter 188
- Notdusche 24, 30, 39, 40, 49, 188
- Notruf 32, 37, 145, 189
- Öffentliches Recht 129ff.
- Öko-Audit (s. a. EU-Umwelt-Audit-VO) 12, 91f., 99ff., 104f., 130, 132
- Paderborn 21, 36, 60, 87, 91, 92, 99ff., 108ff., 152, 199
- pantomimische Rettungsübung 24f., 43
- Persönliche Schutzausrüstung 23, 32, 46, 182, 189, 190, 193
- Pflanzenschutzgesetz 130, 136, 137, 140
- Praktikum (s. a. Grundpraktikum) 11, 19, 20, 33f., 36, 57ff., 84, 98, 142, 144, 145, 151, 155, 160, 167f., 169ff., 175ff., 195, 201
  - Anorganische Chemie 61ff., 78ff.
  - Organische Chemie 25, 36, 68ff., 82, 88ff., 146
  - Makromolekulare Chemie 87
- Praktikumsbegleitendes Seminar 78, 82
- Praktikumsbuch 80, 195
- Praktikumseinführung s. *Sicherheitseinführung*
- Praktikumskonzept 68, 75, 89
- Praktikumsleiter 11, 14, 32, 66, 144, 162, 173
- Praktikumsordnung 145
- Praktikumsreform (s. a. Umstrukturierung) 12, 57, 72
- Praktikumsskript 59, 71, 145
- Praktikumsumgestaltung 58, 63f., 71, 169ff.
- Praktikumsversuch 29, 70, 76f., 78, 82
- Praktische Sicherheitsorganisation 88ff.
- Privatrecht 129ff.
- Projektpraktikum 57, 82f.
- Rechtliche Grundlagen 113ff.
- Rechtssystematik 113, 115, 118

- Recycling 36, 65, 66, 73, 74, 78, 80ff., 84, 86, 87, 89, 94, 96, 97, 137, 183  
Recycling von Lösemitteln s. *Lösemittelrecycling*  
Redaktionsteam 209  
Regeln der Technik 119, 133  
Regensburg 68  
Reichsversicherungsordnung 120  
Resolution 167f., 169ff.  
Rostock 58, 59, 61ff., 202  
Rotationsverdampfer 36, 73, 78, 97, 187, 190, 191  
Rückgewinnung 60, 70, 73, 78, 80, 91, 95, 97, 98, 195  
RWTH Aachen 21, 33ff., 60, 87  
Sammlung von Chemikalienresten 64ff., 70f., 73, 74, 86, 94  
– sortenrein 64ff., 70, 73, 86  
SCC-Konzept 107, 109, 111f.  
Schutzbrille 51, 145, 170, 189  
Schutzhandschuhe (siehe *Chemikalienschutzhandschuhe*)  
Schutzkleidung 45, 170, 181, 190  
Schutzmaßnahmen 22, 126, 142, 144, 151, 159, 182  
Serienversuche 69, 70, 72, 75  
SGU-Management 92, 106ff., 199  
Sicherheitsbeauftragte 90, 127, 160ff.  
– studentische 153, 160ff.  
Sicherheitsbelehrung s. *Unterweisung*  
Sicherheits-Certifikat-Contractoren s. *SCC*  
Sicherheitseinführung (s. a. *Unterweisung*) 11f., 19ff., 22ff., 30ff.,  
33ff., 36ff., 41, 43, 44, 52f., 167, 190, 196  
Sicherheitsfachkraft s. *Fachkraft für Arbeitssicherheit*  
Sicherheitsorganisation 88  
Sicherheitsseminar (Tübingen) 20, 22ff., 30, 170  
Sicherheitskript 20, 32, 42, 46ff., 53, 197f., 199  
Sicherheitstutorium (Aachen) 33ff.  
Sicherheitsunterweisung 19ff., 30, 32, 41, 89  
Sieben-Lösemittel-Konzept 60, 84ff.  
Sonderabfall 71, 81, 91, 93ff.  
Sonderabfallentsorgung 25, 30, 32, 88, 89, 91, 93ff., 99, 165, 199  
Sonderabfallvermeidung 93, 97, 98  
Sozialgesetzbuch VII 120, 121, 160, 161  
spektroskopische Charakterisierung/Identifizierung 69, 71, 79, 176  
Splitterschutz 187, 190, 191

8

- Sponsoren 6
- Staatliches Recht 117, 118, 125, 153, 156ff.
- „Stand der Technik“ 133
- Stoffdatenbanken 27, 28, 33, 200
- Strafgesetzbuch 133, 136, 138, 140
- Strafrecht 129
- Strahlenschutzvorsorgegesetz 139
- Studentische Projekte 41ff.
- Studienreform-Kongress 53
- Stufenpräparate s. *Serienversuche*
- Sustainability 103
- Technische Regeln 117ff.
- Toxikologie 33, 34, 42, 48, 55, 75, 171, 192
- Transport (von Chemikalien) 47, 94, 95, 135, 136, 191, 192
- TRGS 451 19, 34, 41, 54, 57, 142, 143, 145, 168, 169, 171, 180, 196
- TRGS 555 41, 143, 182
- Trinkwasserverordnung 136, 137
- Tübingen 20, 22ff., 30, 51, 53, 170
- „Tübinger Modell“ 20f., 22ff., 167
- Tutoren 20f., 22ff., 33ff., 190
- Umstrukturierung chemischer Praktika 55, 57ff., 167, 169ff., 175ff.
- Umweltaudit s. *Öko-Audit*
- Umweltauditgesetz 132
- Umweltbegriff 129
- Umweltbetriebsprüfung 97, 100f.
- Umweltgesetzbuch 129, 141
- Umwelthaftungsrecht 134
- Umweltmanagementsystem 91, 97, 99ff., 105, 106ff., 132
- Umweltprivatrecht 133, 134
- Umweltprüfung 99f.
- Umweltrecht 114, 116, 129ff., 134, 194
- Umweltschutz 11f., 15f., 21, 22, 53, 55, 57, 60, 68, 69ff., 71ff., 78ff.,  
90, 91f., 93, 97, 99ff., 106ff., 113f., 129ff., 156, 173, 190, 194, 199,  
200, 201, 202
- Umweltstrafrecht 133, 134
- Umweltverfassungsrecht 132, 134
- Umweltverträglichkeit 33, 59
- Umweltverträglichkeitsprüfung 129
- Umweltverwaltungsrecht 132, 134

Unfallkasse 23, 54, 120ff., 152, 195ff.  
Unfallverhütung 44, 50  
Unfallverhütungsvorschrift 113, 115, 120ff., 158, 163, 169, 171, 181,  
192, 202  
Unfallversicherung 111, 120, 156, 157, 197  
Unfallversicherungsträger 113, 117, 120ff., 152, 153, 158, 161, 162,  
180, 195  
Unterweisung (nach § 20 GefStoffV) 20, 21, 30, 32, 36, 40, 44, 142ff.,  
151f., 172, 184, 190  
Vakuum 180, 186f., 190, 191  
Verband deutscher Sicherheitsingenieure (VDSI) 203  
Verband Deutscher Studentenschaften (VDS) 49, 51  
Verbandkasten 30, 38, 49, 170, 184  
Verein zur Förderung der Studienreform (VFS) 51  
Verursacherprinzip 65, 67, 81, 133  
Videofilm 23, 25, 30, 43, 44ff., 90, 193, 199  
Vorprotokoll 24, 26, 28, 171, 172  
Wassergefährdungsklasse 135, 145  
Wasserhaushaltsgesetz 129f., 135, 136, 140  
Wasserverbrauch 99, 101  
Wiederverwertung 58, 65, 66, 73, 89, 95, 96, 97, 137  
Würzburg 68, 201  
WWW-Verzeichnis 199  
Zeitschriften 198  
Zertifizierung 97, 101, 104, 107, 109, 111  
„Zürcher Modell“ 58, 59, 78, 195  
Zürich 56, 81, 98, 195





Gefördert durch:

Deutsche  
Bundesstiftung  
Umwelt



Universität Paderborn  
Fachbereich 13



**BuFaTa**Chemie

