

# CLB

*Chemie in Labor und Biotechnik*

Analytik

Biotechnik

Optimierte Prozesse

Komplexe Materialien

Maßgeschneiderte Moleküle

Menschen und Chemie

Aus- und Weiterbildung

**Incom 2007**  
SYMPOSIUM & EXPOSITION  
**LifeCom 2007**  
SYMPOSIUM & EXPOSITION  
P r o g r a m m r ü c k s e i t i g

*Sponsoring Symposium*  
HEINRICH HEINE  
UNIVERSITÄT  
DÜSSELDORF



- Chemometrie
- Kastanien
- Altes Chemisches Institut Bonn
- QM-Dokumentation

Die InCom mit LifeCom vom 12.-14. März an der Universität Düsseldorf bietet wieder Gelegenheit, den Stand der Technik in der Analytik zu erfahren. Wie mühsam z. B. früher die Trennung von Proteinen war zeigt dieser Artikel aus der CLB vom Juni 1952 (Fortsetzung Seite 80).

**Chemie** FÜR LABOR UND BETRIEB

Die neue verständliche Monatsschrift

Nr. 6 Frankfurt a. M., Juni 1952 3. Jahrgang

## Elektrophorese

Von Dr. Irmgard Wieland, Mainz

Je weiter wir in der Erkenntnis der stofflichen Umsetzungen in der Natur voranschreiten, desto notwendiger wird die Verfeinerung und Ausarbeitung neuer Analysenmethoden. Im vorigen Jahrhundert wagte man sich an die Strukturaufklärung der im Mittelpunkt des Lebens stehenden Eiweißkörper nur zögernd heran, da die bisherigen Untersuchungsmethoden zur Trennung und Isolierung der außerordentlich ähnlich gebauten Moleküle nicht ausreichten. Die fortschreitende Kenntnis der Zusammensetzung dieser Stoffe lieferte Anhaltspunkte zur Entwicklung neuer Trennverfahren. Die Verschiedenheit des elektrischen Baues, das unterschiedliche Verhalten im elektrischen Feld schuf die Voraussetzung zur Auffindung einer der wirksamsten Trennmethode auf diesem Gebiet, der Elektrophorese.

Die Eiweißkörper setzen sich aus etwa 20 verschiedenen Aminosäuren zusammen. Sie unterscheiden sich von einander durch ihren Anteil an sauren oder basischen Gruppen<sup>1)</sup>. Zu den Eiweißkörpern (Proteinen), die vorwiegend saure Gruppen enthalten, gehört z. B. das Albumin des Blutes oder das Pepsin des Magensaftes. Die Eiweißstoffe des Zellkernes, die Protamine, hingegen sind durch basische Seitenketten ausgezeichnet. Je nach dem  $p_H$  der Lösung entsteht eine vom  $p_H$  und der Natur der Teilchen abhängige Gesamtladung des Moleküls. Im elektrischen Feld wandern die Moleküle je nach Stärke und Vorzeichen der Ladung mit wechselnder Geschwindigkeit und in verschiedener Richtung. Die negativen Ionen gehen zu der positiven Elektrode = Anode, die positiven Ionen zu der negativen = Kathode. Diese Erscheinung nennt man Elektrophorese. Sie wurde bereits im Jahre 1807 von *Reuss* entdeckt. Spätere Untersucher, von

<sup>1)</sup> Vgl. diese Ztschr., 3, 1956 [1952]

Elektrophorese

290

denen *Burton*, *Svedberg*, *Tiselius*, *Theorell* und *Antweiler* besonders erwähnt werden sollen, entwickelten auf diesem Prinzip beruhende sehr empfindliche Meßapparaturen. Diese dienen zur qualitativen und quantitativen Identifizierung höhermolekularer kolloidaler Lösungen. Die Ladung und Wanderungsrichtung dieser kolloidalen Teilchen hängt von mancherlei Faktoren ab. So spielt die Beschaffenheit der vorher zugesetzten Pufferlösung oder die Viskosität des Lösungsmittels eine Rolle.

Durch Erhöhung oder Verminderung der angelegten Spannung läßt sich die Wanderungsgeschwindigkeit der Moleküle beeinflussen. Moleküle einer gleichen Art wandern bei bestimmtem  $p_H$  alle gleich schnell. Überschichtet man z. B. eine Eiweißlösung mit einer Pufferlösung, so wandert bei Vorliegen nur einer Molekülsorte eine geschlossene Front dieser Teilchen zur Elektrode. Will man diese Wanderung der geladenen Teilchen im elektrischen Feld messen, so muß man die Verschiebung dieser Frontgrenze in der Pufferlösung beobachten. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten. Die einfachste ist die sogenannte Schlierenmethode. Wird eine schwerere oder stärker lichtbrechende Flüssigkeit mit einer leichteren vorsichtig überschichtet (z. B. konz.  $H_2SO_4$  mit  $H_2O$ ), so kann man die Grenze im durchfallenden Licht als Schliere sehen. Diese läßt sich durch eine sinnvolle optische Einrichtung sehr genau sichtbar machen und sogar fotografieren. Handelt es sich um mehrere verschieden lichtbrechende Lösungen, so treten so viele Grenzen (Schlieren) auf, wie Komponenten vorhanden sind. Auf diese Weise kann man die Zahl der im elektrischen Feld verschieden schnell wandernden Stoffe feststellen.

Eine andere Methode zur Sichtbarmachung einer solchen Grenze, die Skalenverzerrungsmethode, beruht darauf, daß die gleichmäßigen Abstände einer mm-Skala, durch das U-Rohr (in dem sich die zu untersuchende Lösung, überschichtet mit Pufferlösung befindet) projiziert, infolge der verschiedenen Dichte und damit der verschiedenen Lichtbrechung an der Stelle, wo dichtere und dünnere Medien aufeinander stoßen, verschieden groß erscheinen.

Auch die bei Eiweißstoffen vorhandene Absorption ultravioletter Lichtstrahlen kann zur Verfolgung der wandernden Moleküle herangezogen werden. Ebenso läßt sich die auf dem Brechungsunterschied verschieden konzentrierter Lösungen beruhende Interferenz des Lichtes für den geforderten Zweck benützen.

Wie wir gesehen haben, wird die Elektrophorese gebraucht, um das Vorliegen mehrerer verschiedener Komponenten einer kolloidalen Lösung

Elektrophorese

291

zu bestimmen, qualitativ wie auch quantitativ ihre Zusammensetzung zu ermitteln. An Apparaten haben sich infolge ihrer Genauigkeit und relativ einfachen Handhabung das von *Tiselius* konstruierte und von *Theorell* modifizierte Gerät und die von *Antweiler* für Mikrobestimmungen weiter entwickelte Apparatur eingeführt. In jüngster Zeit gesellt sich noch die von *Th. Wieland* und *Fischer* erfundene Papierelektrophorese hinzu. Im folgenden seien diese Apparate näher beschrieben.

Im Gerät von *Tiselius* (s. Abb. 1) wird in den unteren Teil eines in einem Thermostaten befindlichen U-Rohres eine Eiweißlösung eingebracht und mit einer Pufferlösung vorsichtig überschichtet. Die Wanderung der verschiedenen Komponenten wird mit der Schlierenmethode bestimmt. *Theorell* nahm an Stelle des U-Rohres mehrere flache Glaszylinder mit angeschliffenen Rändern. Mittels einer drehbaren Hartgummi-scheibe können diese Zylinder voneinander abgetrennt und jeder einzeln weiter untersucht werden. Dies leistet wertvolle Dienste beim präparativen Arbeiten. Der hohe Anschaffungspreis der *Tiselius*-Apparatur ist durch die Kühleinrichtung, die das Erwärmen der Lösung durch den durchfließenden Strom verhindern muß, und die kostspielige optische Einrichtung bedingt. Die Mindestmenge des zu prüfenden Substanzgemisches beträgt etwa 20 cm<sup>3</sup>.

Nachdem die Elektrophorese auch Einzug in die klinischen Laboratorien gehalten hatte, war das Bedürfnis nach einer billigeren und vor

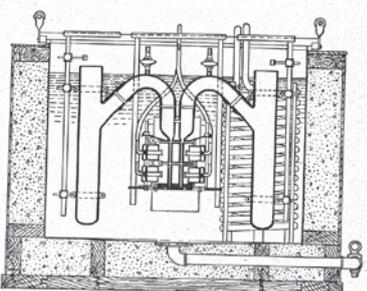


Abb. 1. *Tiselius*-Apparatur zur Elektrophorese. a) zeigt eine Gesamtansicht des Apparates, der in einem konstanten Temperaturbad sich befindet, das in einem isolierenden Behälter steht. Die Beobachtungen können bei niedriger Temperatur (ungefähr 4°C) vorgenommen werden. Auf der rechten Seite ist die Einrichtung zur Temperaturregulierung zu erkennen. Die Elektrolytflüssigkeit befindet sich in den beiden symmetrisch aufgestellten Glasgefäßen, in die die Elektroden (hier nicht gezeichnet) eintauchen. Im Mittelpunkt des Apparates das U-Rohr, das die Lösung enthält, die der Elektrophorese unterworfen wird. — b) (S. 292) zeigt dies U-Rohr gesondert. Man erkennt an der Zeichnung auch, wie man die Fraktionen getrennt entnehmen kann. (Aus: Ph. H. Mitchell: Textbook of Biochemistry, 2. Aufl. 1950, S. 116.)

Elektrophorese

292

allen mit kleineren Mengen arbeitenden Methode entstanden. Dieses Problem löst hervorragend der von *Antweiler* entwickelte, auf dem *Tiselius*-prinzip beruhende Apparat. In ihm können schon Bestimmungen mit 0,1 ccm (1—5 mg) Untersuchungsmaterial, z. B. Blutserum, durchgeführt werden und zwar in sehr kurzer Zeit. Das Serum wird in kleine Küvetten gefüllt, diese werden mit Pufferlösung beschickt. Der Hohlraum der Küvette ist in sehr schmale Kanäle aufgeteilt, so daß die Wanddicke des Glases genügt, um die Erwärmung der Lösung durch den durchfließenden Strom abzuleiten. Das erspart die beim *Tiselius*-Apparat notwendige Kühleinrichtung. Gemessen wird optisch mittels der Interferenzmethode (s. Abb. 2 u. 3).

In der *Tiselius*- wie auch in der *Antweiler*-Apparatur lassen sich mit gutem Erfolg nur hochmolekulare Lösungen trennen. Also meist Eiweißstoffe. Bei niedermolekularen Gemischen besteht die Gefahr, daß sich die Molekülsorten in der recht labilen Flüssigkeit so verschieben, daß an den Grenzflächen Diffusion eintritt. Es lag daher nahe, das ganze Ionen leitende System durch Einbringen eines festen Trägers zu stabilisieren. Läßt man z. B. die Elektrophorese in einer Rinne von erstarrtem Wasserglas, in das man das zu trennende Substanzgemisch an einer Stelle eingebettet hat, vor sich gehen, so können die einzelnen Komponenten nach mehrstündigem Stromdurchgang an verschiedenen Stellen mit dem Gel herausgeschnitten und weiter verarbeitet werden. Eine konsequente Weiterentwicklung der Methode benutzt dann das Filtrierpapier als festen Träger. Bei dieser Papierelektrophorese benötigt man Substanzmengen zwischen 0,01 cm<sup>3</sup>, z. B. bei Aminosäuren, und 0,1 cm<sup>3</sup> bei Proteinen mit 1-5 proz. Lösungen. Es wird ein mit Pufferlösung angefeuchteter Filtrierpapierstreifen von etwa 20 cm Länge in eine Kammer eingebracht, die das Verdunsten der Flüssigkeit verhindert. Die Enden des Streifens

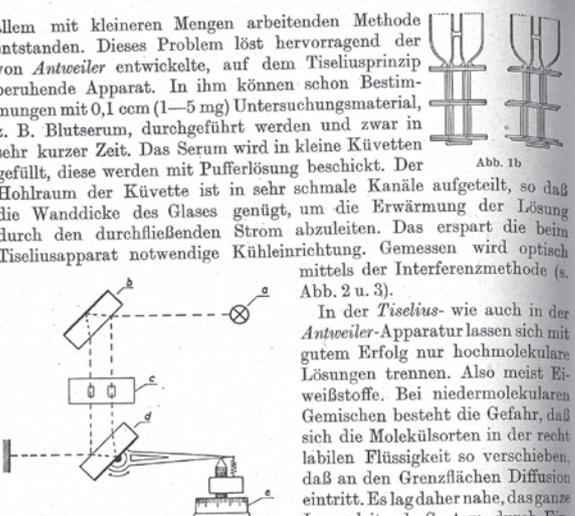


Abb. 2. Meßanordnung der *Antweiler*-Apparatur: a) Lichtquelle, b) Spiegel, c) Küvette, d) Spiegel, e) Meßtrommel

## Liebe CLB-Leserin, lieber CLB-Leser,

die CLB hat monatlich wechselnde Schwerpunkte; diesmal kommt der Analytik und ihren theoretischen Grundlagen wieder besonderes Gewicht zu. Damit entspricht diese Ausgabe sicherlich den Interessen der vielen tausend Leser, an die die



CLB diesmal verschickt wird: Mit einer Auflage von 12000 Exemplaren wendet sie sich an Leser, die zu dem Kreis möglicher Besucher der InCom und LifeCom an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf zählen.

Allgemeinverständliche Themen dürfen in der CLB natürlich auch nicht fehlen. In dieser Ausgabe überdeckt der Artikel von Prof. Hasenpusch über Kastanien sowohl geometrische Betrachtungen zur äußeren Erscheinung wie auch Biologie und Chemie bis hin zu medizinischen Anwendungen von Inhaltsstoffen dieser Bäume; die Roskastanie war übrigens Baum des Jahres 2005.

Für nahezu jeden dürfte von Interesse sein, ob man die Lebensspanne des Menschen vergrößern kann. Hier behauptet der britische Wissenschaftler Aubrey de Grey, selbst Menschen wie ich – 54 Jahre alt – hätten jetzt noch die Chance, dem Alterungsprozess auf Dauer entfliehen zu können (s. S. 72). Wenn man diesem Postulat unvermittelt gegenüber steht, hält man de Grey sicherlich eher für einen Spinner als für einen ernsthaften Wissenschaftler. Ich habe ihn jedoch selbst in Heidelberg gesprochen; er ist ein

schneller Denker mit treffenden Argumenten – und sicherlich mit einem großen Geschick für Selbstvermarktung ausgestattet. Dem möglichen wahren Kern der Ideen tut dies jedoch keinen Abbruch. Dazu passt eine aktuelle Meldung: Wissenschaftlern der Universitätsmedizin Göttingen ist es erstmals gelungen, bei Mäusen eine erblich bedingte tödliche Stoffwechselkrankheit, die Molybdän-Cofaktor (MoCo)-Defizienz, mit Hilfe der Gentherapie zu heilen. Ursache dieser seltenen Erbkrankheit ist ein Defekt an einem einzigen Gen, dem Gen MOCS1. Die Forscher haben eine Methode gefunden, gezielt die fehlende genetische Information einzuschleusen. Die Arbeiten liefern grundlegende Erkenntnisse für eine mögliche gentherapeutische Behandlung vieler im frühen Kindesalter auftretender genetischer Erkrankungen.

Allen Fortschritten zum trotz: Ich setze noch nicht auf eine relative Unsterblichkeit... Vielleicht ergeben sich ja auch außerhalb der Biologie Fortschritte, die ungeahnte Möglichkeiten für den Menschen eröffnen. Kommen Sie doch auf die InCom/LifeCom und hören Sie sich zum Beispiel die Vortragsreihe über die Verbindung von Nervenzellen mit Computerchips an. Ich bin sicher, es gibt etwas zu Staunen,

Ihr

# INHALT

## Aufsätze

Chemometrie: Grundlagen und Anwendungen in der Hauptkomponentenanalyse Von der univariaten zur multivariaten Datenanalyse (Teil 3) _____	48
Rosskastanien: Nicht nur Spielzeug für Kinder _____	54
Das Alte Chemische Institut in Bonn Ein Tempel für die Chemie _____	64
Wege zur papierarmen QM-Dokumentation Systembrüche meiden, Mitarbeiter einbinden _____	68



Zum Titelbild:  
Blätter der Rosskastanie  
(siehe dazu den Artikel ab  
Seite 54; Foto: Schutz-  
gemeinschaft Deutscher  
Wald/Griesche).

## Rubriken

Editorial _____	41
Impressum _____	43
F & E im Bild _____	43
Unternehmen _____	44
Personalia _____	46
Förderungen / Preise _____	47
<b>Umschau</b>	
Aubrey de Grey: Leben ohne Ende für heute 55-jährige _____	72
Literatur _____	74
Neue Produkte _____	76
Bezugsquellenverzeichnis _____	39

## CLB-Memory

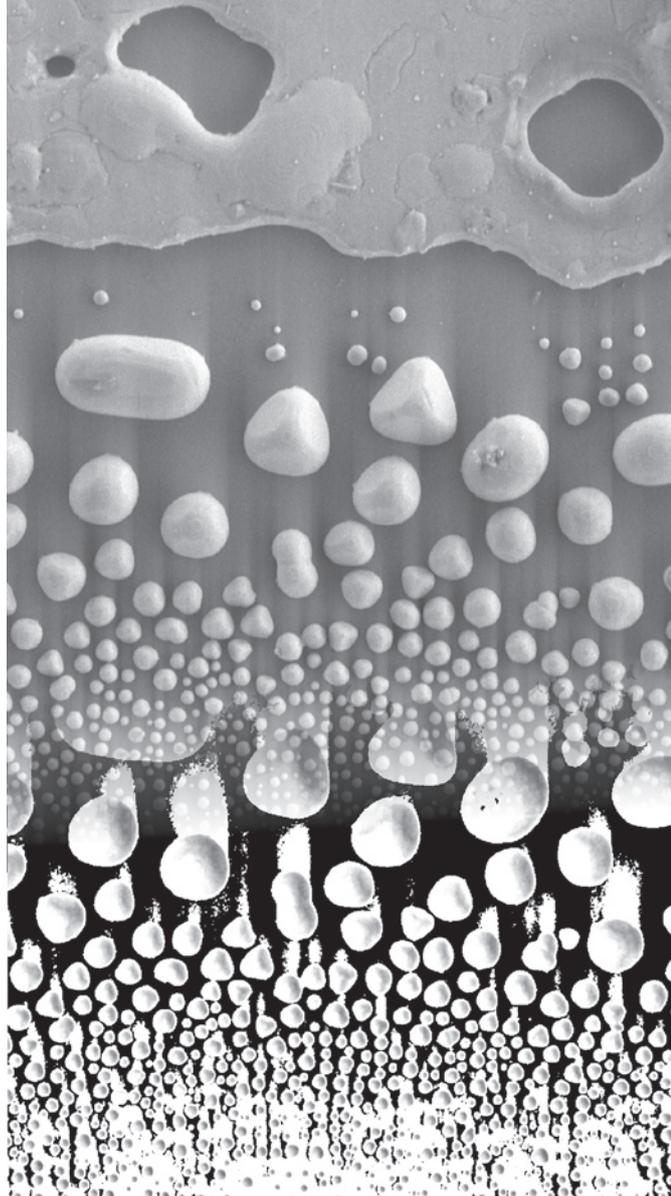
Viskositätsmessung Auslaufbecher oder Rotationsviskosimeter? _____	M9
Nützliche Ratgeber 75-79	
Aktuelles Thema: Umweltforschung _____	M12
Vergütungen der Auszubildenden 2006 629 Euro brutto im Monat durchschnittlich _____	M14
Der BIBB-Hauptausschuss empfiehlt: Vereinheitlichung von Prüfungsanforderungen _____	M15
Qualitative Analyse – Trennungsgänge Ammoniumsulfid-Urotropingruppe _____	M16

## Auflösung einer Silberschicht



Schöne Anerkennung für die Arbeit der Gießener Doktorandin Eva Muroto (links): Im „Nano&Art-Wettbewerb 2006“ belegte sie den vierten Platz. Ihr Beitrag hieß „Auflösung einer Silberschicht“. Am Institut für Physikalische Chemie bei Prof. Dr. Jürgen Janek beschäftigt sie sich mit

elektrochemisch kontrollierten Oberflächen. Das Motiv der von ihr eingereichten Arbeit zeigt die Auflösung einer Silberschicht in Nano-Kügelchen während elektrochemischer Polarisation. Das hochauflösende Rasterelektronenmikroskopbild wurde nach dem Experiment aufgenommen, im oberen Teil des Bildes ist der noch deckende Silberfilm zu erkennen, im unteren Bereich die Nano-Kugeln. Der „Nano&Art-Wettbewerb 2006“ wurde bereits zum zweiten Mal im Rahmen der Initiative nano4women ausgeschrieben, die sich für die Erhöhung des Anteils von Nachwuchswissenschaftlerinnen in den Nanotechnologien einsetzt.



## Impressum

**CLB**  
Chemie in Labor und Biotechnik

**Verlag:**  
Agentur & Verlag Rubikon  
für technische und wissenschaftliche  
Fachinformation – Rolf Kickuth  
Anschrift:

CLB, Agentur & Verlag Rubikon  
Bammentaler Straße 6–8  
69251 Gaiberg bei Heidelberg  
Deutschland  
E-Mail: redaktion@clb.de

**Gründungsherausgeber:**  
Dr. Dr. h.c. Wilhelm Foerst (†)  
Prof. Dr. Wilhelm Fresenius (†)

**Herausgeber:**  
Dr. Dr. U. Fitzner, Düsseldorf  
Prof. Dr. K. Kleinerhans, Düsseldorf  
Prof. Dr. Heinz-Martin Kuß, Duisburg  
Prof. Dr. J. Schram, Krefeld  
Prof. Dr. Georg Schwedt,  
Clausthal-Zellerfeld  
Dr. Wolfgang Schulz, Stuttgart  
Prof. Dr. G. Werner, Leipzig.

**Redaktion:**  
Rolf Kickuth (RK, verantwortlich);  
E-Mail: kickuth@clb.de),  
Dr. Maren Bulmahn (MB, CLB-Memory,  
E-Mail: bulmahn@clb.de),  
Dr. Christiane Soiné-Stark  
(CS, E-Mail: stark@clb.de).

**Ständige Mitarbeiter:**  
Ans de Bruin (Grafik), Heidelberg; Werner  
Günther, Düsseldorf; Prof. Dr. Wolfgang  
Hasenpusch, Hanau;  
Dr. Mechthild Kässer, Diekhöfen; PD Dr.  
Röbbe Wünschiers, Köln.

**VBTA-Verbandsmitteilungen:**  
Thomas Wittling,  
Raiffeisenstraße 41, 86420 Diedorf  
Telefon (0821)327-2330  
Fax (08 23 8) 96 48 50  
E-Mail: info@vbta.de

**Anzeigenservice:**  
Natalia Khilian  
CLB, Agentur & Verlag Rubikon  
Bammentaler Straße 6–8  
69251 Gaiberg bei Heidelberg  
Telefon (0 62 23) 97 07 43  
Fax (0 62 23) 97 07 41  
E-Mail: anzeigen@clb.de

**Abonnementbetreuung:**  
Natalia Khilian  
E-Mail: service@clb.de

**Layout und Satz:**  
Agentur & Verlag Rubikon  
Druck: Printec Offset, Ochshäuser Straße  
45, 34123 Kassel

CLB erscheint monatlich.

**Bezugspreise:**  
CLB Chemie in Labor und Biotechnik mit  
der Beilage „CLB-MEMORY“. Einzelheft  
– außerhalb des Abonnements – 8,60  
Euro, im persönlichen Abonnement jähr-  
lich 87 Euro zuzüglich Versandkosten;  
ermäßigter Preis für Schüler, Studenten  
und Auszubildende (nur gegen Vor-  
lage der Bescheinigung) jährlich 67,10  
Euro zuzüglich Versandkosten, inkl. 7%  
MWSt. Ausland sowie Firmenabonne-  
ments (Staffelpreisliste nach Anzahl) auf  
Anfrage. Bezug durch den Buchhandel  
und den Verlag. Das Abonnement ver-  
längert sich jeweils um ein weiteres Jahr,  
falls nicht 8 Wochen vor Ende des Be-  
zugsjahres Kündigung erfolgt.

Erfüllungsort ist Heidelberg. Mitglieder  
des VBTA, des VCO sowie des VDC erhal-  
ten die CLB zu Sonderkonditionen.

**Anzeigenpreisliste:**  
Nr. 46 vom 01. 12. 2006.

Bei Nichterscheinen durch Streiks oder  
Störung durch höhere Gewalt besteht kein  
Anspruch auf Lieferung.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen  
einzelnen Beiträge und Abbildungen sind  
urheberrechtlich geschützt. Jede Verwer-  
tung außerhalb der engen Grenzen des  
Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustim-  
mung des Verlags unzulässig und straf-  
bar.

Für die Rückgabe unverlangt eingesand-  
ter Buchbesprechungsexemplare kann  
keinerlei Gewähr übernommen werden.

ISSN 0943-6677



## NACHRICHTEN & NOTIZEN

**Die Zentralinstitut Arzneimittelforschung (ZA) GmbH**, das Auftragslabor der DiapharmGruppe ([www.diapharmgruppe.de](http://www.diapharmgruppe.de)), hat als eines der ersten unabhängigen Prüflaboratorien in Deutschland eine eigene Herstellungserlaubnis für die Chargenfreigabe gemäß § 13 Arzneimittelgesetz erhalten. Sachkundige Personen, die Arzneimittel für den Markt freigeben, können künftig auf zertifizierte Testate der ZA GmbH zurückgreifen. Zugleich mit der Erteilung der Herstellungserlaubnis hat die zuständige Überwachungsbehörde auch das GMP-Zertifikat (Good Manufacturing Practice) der ZA GmbH erneuert.

**CEM** hat im 1. Quartal des neuen Geschäftsjahres einen neuerlichen Umsatzrekord erzielt. 14 Millionen Euro Umsatz bedeuten eine Steigerung von 13 % gegenüber dem ersten Quartal des Vorjahres. Der Zuwachs kam vor allem aus der gesteigerten Nachfrage von Mikrowellen-Aufschlussgeräten zur Elementanalytik. Über 250 verkaufte Mars Xpress Geräte im Quartal bedeuten ein Umsatzplus von über 12 % gegenüber der Vorjahresperiode. Dieser Umstand sei umso bemerkenswerter, da der Aufschlussmarkt insgesamt nur sehr viel weniger wachse.

**Die immatics biotechnologies GmbH** erhielt mit 40 Millionen Euro jetzt die größte private Biotech-Investition in Deutschland seit dem Jahr 2001. Neuer Haupt-Investor des auf die Entwicklung Peptid-basierter Immuntherapeutika zur Krebsbehandlung spezialisierten biopharmazeutischen Unternehmens, ist der SAP-Mitbegründer Dietmar Hopp. Neben dem bestehenden Konsortium, dem Wellington Partners, 3i, die Grazia Equity GmbH, L-EA/SEED, Merifin Capital, embl ventures und die Schweizer Vinci Capital-Renaissance angehören, konnten die National Technology Enterprises Company (NTEC) und die KfW als neue Co-Investoren gewonnen werden.

**TÜV SÜD** treibt die Internationalisierung des Geschäftsbereichs TÜV SÜD Chemie Service weiter voran. Mit der Übernahme des amerikanischen Prüfdienstleisters PetroChem Inspection Services hat TÜV SÜD Chemie Service den weltweiten Spezialistenpool für Branchendienstleistungen in der chemischen Industrie verdreifacht. Das Portfolio von PetroChem umfasst werkstoff- und sicherheitstechnische Untersuchungen von Anlagen sowie Umweltpfahrungen. Das Unternehmen beschäftigt rund 400 Mitarbeiter und erwirtschaftet einen jährlichen Umsatz von 35 Millionen USD.

**Roche** hat kürzlich die Einführung eines neuen operativen Modells für ihre globale Forschungs- und Entwicklungstätigkeit bekannt gegeben, das sich nach Disease Biology Areas (DBA) ausrichtet. Jede DBA wird in ihrem Therapiegebiet alle Aktivitäten von der Forschung und Entwicklung bis zum strategischen Marketing wahrnehmen. Die DBAs werden von „Disease Biology Area Leadership Teams (DBLTs)“ geleitet, welche in Basel, Nutley und Palo Alto zusammengefasst werden.

## Vereinigung für Chemie und Wirtschaft Hilfe zur Firmengründung

**Wie können vermarktungsfähige Ideen in ein konkretes Geschäftskonzept umgesetzt und anschließend in einen Business-Plan überführt werden? Viele Naturwissenschaftler und Ingenieure stellen sich diese Frage. Doch für die Umsetzung solcher Kenntnisse in eigenen wirtschaftlich arbeitenden Unternehmen reicht naturwissenschaftlich-technisches Know-how allein nicht aus. Hier sind weitere Qualifikationen gefragt, die die Vereinigung für Chemie und Wirtschaft (VCW) der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) in Workshops und mit einem Ideenwettbewerb vermitteln und ausbauen will.**

Was diese Veranstaltungen interessant macht: Hier treffen junge, ehrgeizige, ideenreiche Studenten und Doktoranden aus den Universitäten auf „erfahrene Hasen“, die langjährige Berufserfahrungen aus Unternehmen mitbringen oder im Umfeld von Unternehmensgründungen tätig sind. Der Erfahrung- und Gedankenaustausch soll zu erfolgreichen Geschäftsgründungen inspirieren und eine praktische Anleitung liefern, wie aus einer ersten Idee ein tragfähiges Konzept werden kann.

In Darmstadt zum Beispiel schilderte Mitte Februar Dr. Klaus-Dieter Franz, wie das Unternehmen Merck zu Innovationen gelangt. Thomas Hoffmann von der vor knapp fünf Jahren gegründeten Firma Phenex Pharmaceuticals gab einen Erfahrungsbericht über die Gründung des Unternehmens. Moderiert wurde der Workshop bei Merck von Dr. Wolfram Keller (Arthur D. Little), der erläuterte, wie ein Grundkonzept einer Geschäftsidee aufgebaut sein kann und welche Faktoren eine besondere Bedeutung haben. Anhand von potentiellen Geschäftsideen

wurde dann in der Gruppe herausgearbeitet, wie ein Geschäftskonzept und ein Geschäftsplan erstellt werden sollten, welche Voraussetzungen für eine Firmengründung erfüllt sein müssen, welche Finanzierungsmöglichkeiten es gibt und welche Finanzierungsprobleme auftreten können. Ebenso wurde diskutiert, wie Verhandlungen mit Investoren geführt werden könnten und welches die häufigsten Fehler sind, die bei einer Firmengründung gemacht werden.

Geschäftsideen können nach Abschluss der Workshops ab Mitte März bei der Vereinigung für Chemie und Wirtschaft eingereicht werden. Ein Rahmenkonzept für die Erstellung der Geschäftsidee wird über die Internetseiten der GDCh zur Verfügung gestellt.

Die Prämierung der besten Ideen findet im Frühsommer 2007 statt. Die Unternehmensberatungen Arthur D. Little und Festel Capital stiften die Preise, die ein 10stündiges Coaching beinhalten. Diese Coaching soll die Gewinner dabei unterstützen, ihre eingereichten Geschäftsideen so weiter zu entwickeln, dass sie für einen weitergehenden Business-Plan-Wettbewerb eingereicht werden können. Die beiden Unternehmensberatungen gestalten auch die Workshops in Zusammenarbeit mit der Vereinigung für Chemie und Wirtschaft. Die Gesamtleitung des Wettbewerbs liegt bei Dr. Thorsten Löhl, Cognis Deutschland.

Die nächsten Workshops: am 6. März bei der Firma Cognis in Monheim, am 8. März bei Beiersdorf in Hamburg und im General Electric Forschungszentrum in München, am 9. März an der Technischen Universität Dresden und am 19. März an der Universität Freiburg. Anmeldungen zu den regionalen Workshops unter [http://www.gdch.de/strukturen/fg/wirtschaft/vcw\\_va.htm](http://www.gdch.de/strukturen/fg/wirtschaft/vcw_va.htm).

## Bayer MaterialScience Neue Struktur

**B**ayer MaterialScience erhält zum 1. März 2007 eine neue Führungsstruktur.

Der Vorstand der Bayer AG hat entschieden, die strategische und operative Leitung des Teilkonzerns in einem Executive Committee zu bündeln, in dem neben den vier Mitgliedern des Vorstands auch die Leiter der Business Units vertreten sein werden. Oberstes Ziel sei es laut Werner Wenning, Vorstandsvorsitzender der Bayer AG, die führende Position des Teilkonzerns im Markt für hochwertige Materialien weiter zu festigen und auszubauen.

Als Mitglieder des Executive Committees werden die Leiter der Business Units stärker in die Verantwortung für das Unternehmen eingebunden. Der Vorstandsvorsitzende von Bayer MaterialScience, Patrick Thomas, wird sich vorrangig auf die strategische Führung des Teilkonzerns und dessen Positionierung auf dem Weltmarkt konzentrieren. Die strategischen Bereiche Corporate Development, Human Resources und Communications berichten künftig direkt an ihn.

Der Verantwortungsbereich von Vorstandsmitglied Dr. Tony Van Osselaer – bislang „Production & Technology“ – wird ab dem 1. März neu ausgerichtet und in „Industrial Operations“ umbenannt. Neu hinzu kommen unter anderem die bisherige Business Unit „Inorganic Basic Chemicals“, die Bereiche Beschaffung/Einkauf, Gesundheit/Sicherheit/Umweltschutz/Qualität sowie die Bayerkonzernweite Energiepolitik.

Für den Bereich „Marketing & Innovation“ wird weiterhin Ian Paterson verantwortlich sein. Der bisherige Chief Administration Officer (CAO) und Arbeitsdirektor des Teilkonzerns, Prof. Dr. Gottfried Plumpe, wird das Unternehmen nach langjähriger verdienstvoller Tätigkeit im gegenseitigen Einverständnis verlassen. Sein Nachfolger wird zu einem späteren Zeitpunkt bekannt gegeben.

ME-DUS.COM

**Einmalig: Automatische Bibliothekssuche mit LRI**

...und clever dazu: das GCMS-QP2010 Plus kombiniert bahnbrechende Technologie mit intelligenter Software

## Simply the best

Das neue Quadrupol-Massenspektrometer GCMS-QP2010 Plus vereint neueste Hardwaretechnik und smarte Softwarelösungen. Das ist GCMS-Analytik in einer neuen Dimension.

- Höchste Empfindlichkeit marktweit – durch neue Ionenquelle
- Hochgeschwindigkeits-Quadrupol – für die schnelle GCMS
- Intelligente Software – Automatische Anpassung der Retentionszeit (AART)
- FASST – Schnelle, automatische Datenaufnahme im SIM/Scan Modus
- Modernste Sicherheitsstandards – durch einzigartige integrierte Suchfunktion nach Linearem Retentionszeitindex (LRI) in Bibliotheken mit LRI-Einträgen

[www.shimadzu.de](http://www.shimadzu.de)

**SHIMADZU**  
*Solutions for Science*  
since 1875

Shimadzu Deutschland GmbH  
Tel.: 0203 - 7687-0 · Fax: 0203 - 711734 · Email: [info@shimadzu.de](mailto:info@shimadzu.de)

## ACCESS PHARMACEUTICALS

(Dallas) gab bekannt, dass **Dr. Esteban Cvitkovic** Mitglied des Verwaltungsrates wurde und den Titel des stellvertretenden Vorsitzenden für Europa übernahm. Dr. Cvitkovic kann auf über 30 Jahre internationale Erfahrung im Bereich Onkologietherapeutika verweisen. Er spielte eine führende Rolle bei der Registrierung von Cisplatin und Oxaliplatin sowie deren Entwicklung nach der Registrierung.

## BAYER SCHERING PHARMA

**Prof. Dr. Andreas Busch** (43), bislang verantwortlich für den Bereich Global Drug Discovery, und **Dr. Kemal Malik** (44), Leiter des Bereichs Global Development, wurden sowohl in den Vorstand berufen, als auch Mitglieder im Executive Committee von Bayer HealthCare. Während Busch die Forschung leiten soll, wird Malik für den Bereich Entwicklung zuständig sein. Prof. Marc Rubin, der bisherige Forschungs- und Entwicklungsvorstand, wird das Unternehmen verlassen.

**BLK Senator Prof. Dr. Zöllner** wurde für das Jahr 2007 als Vorsitzender der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) gewählt. Er folgt damit Bundesministerin Dr. Schavan (BMBF), die den Vorsitz im Jahre 2006 innehatte und im Jahre 2007 stellvertretende Vorsitzende wird. Senator Zöllner ist auch Präsident der Kultusministerkonferenz und stellvertretender Vorsitzender der Verwaltungskommission des Wissenschaftsrates.

**RELSYS INTERNATIONAL** (Irvine, Kalifornien), ein Anbieter von Softwarelösungen für die Meldung von unerwünschten Ereignissen sowie Pharmakovigilanz und Risikomanagement für die Pharma-Industrie, hat **Rich Bishop** als Vice President of Global Professional Services eingestellt. Zuvor hielt **Sanket Agrawal** diese Position inne, der zum Chief Strategy Officer von Relsys International aufgestiegen ist.



Matuschewski

## EHRUNGEN

Die C.H.S.-Stiftung vergibt jährlich den mit 100 000 Euro dotierten **Chica und Heinz Schaller Förderpreis** an junge Wissenschaftler an den Universitäten Heidelberg und Hamburg. Für das Jahr 2006 werden zwei C.H.S.-Förderpreise verliehen. **Dr. Kai Matuschewski**, Abteilung Parasitologie am Hygiene-Institut der Universität Heidelberg, wird für seine Arbeiten zum Malaria-Erreger Plasmodium ausgezeichnet. **Privatdozent Dr. Matthias Kneussel** vom Zentrum für Molekulare Neurobiologie Hamburg erhält den Preis für seine Arbeiten zur Bildung und dynamischen Veränderung von Nervenzellverbindungen des zentralen Nervensystems.



Nohr

Der Diplom-Ingenieur **Marcus Nohr**, Absolvent der FernUniversität Hagen, hat den mit 1000 Euro dotierten **Namur Award 2006** der Interessensgemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie erhalten. Seine Diplom-Arbeit „Zur Modellierung des Kühlsystems für die Beobachtung von Semi-Batch-Reaktoren im Produktionsmaßstab“ wurde als beste Examensarbeit auf dem Gebiet „Intelligente Prozessführung“ ausgezeichnet. Für seine Pionierarbeit konnte er sein Know How aus dem FernUni-Studium und seine praktische Kompetenz als BASF-Mitarbeiter zusammenführen.

Am Institut für Pharmazie der Freien Universität (FU) Berlin haben die **Professoren Rainer H. Müller und Monika Schäfer-Korting** eine neue Generation von Lipidnanopartikeln entwickelt, die Nanostrukturierten Lipid Carrier (NLC). Für ihre wissenschaftlichen Arbeiten und den engen Kontakt zur Pharma- und Kosmetik-Industrie, der bis zur Entwicklung von Produktionsanlagen reichte, wurden die beiden Berliner Forscher mit dem „**Transferpreis WissensWerte**“ des TSB Förderverein Technologiestiftung Berlin e.V. ausgezeichnet. Der Preis ist mit 10 000 Euro dotiert.



Schäfer-Korting  
Müller



Ploog

Wissenschaftler des Instituts für Raumfahrtssysteme (IRS) der Universität Stuttgart entwickelten gemeinsam mit der Firma Elring-Klinger Kunststofftechnik in Bietigheim-Bissingen ein Verfahren, das es ermöglicht, Teflon (PTFE) als Treibstoffsystem für Satellitenantriebe einzusetzen. Hierfür erhielten **Dr. Georg Herdrich** und **Anusheh Nawaz** vom IRS sowie **Dr. Michael Schlipf** von ElringKlinger den **DuPont Plunkett Award 2007** des DuPont-Konzerns. Der Preis ist nach dem Erfinder des Teflons, Roy J. Plunkett, benannt und mit 3000 US-Dollar dotiert. Das IRS plant, die Treibwerke auf der Mondmission BW1 (Baden-Württemberg 1) als Marschtriebwerke zu verwenden.

Für ihre Arbeit zu den molekularen Grundlagen der vererbten Herzmuskelschwäche wurde **Stephanie Reis**, Doktorandin der Graduate School of Chemistry and Biochemistry der Ruhr-Universität, mit dem mit 20 000 Euro dotierten **Forschungspreis der Dresdner Herz-Kreislauffrage e.V.** ausgezeichnet. Sie erforschte die Auswirkungen einer bestimmten Mutation auf die Fähigkeit erwachsener Herzmuskelzellen, sich zusammenzuziehen.

Prof. Dr. Klaus H. Ploog, emeritierter Direktor des Paul-Drude-Instituts für Festkörperelektronik (PDI), wird für seinen Beitrag zur Förderung der Wissenschaft und des deutsch-japanischen Verständnisses mit dem Eugen und Ilse Seibold-Preis der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) ausgezeichnet. Mit dem Preis würdigt die DFG sein langjähriges Engagement zur Pflege des regelmäßigen Austausches von deutschen und japanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, vor allem auf dem Gebiet der Halbleiterforschung. Die DFG ehrt neben Klaus H. Ploog auch den japanischen Bauingenieur Professor Dr.-Eng. Hideo Nakamura. Der Eugen und Ilse Seibold-Preis ist mit je 10 000 Euro dotiert.

## Ernährung in der dritten Welt

Die Eiselen-Stiftung Ulm hat zum neunten Mal den Hans-Hartwig Ruthenberg-Graduierten-Förderpreis ausgeschrieben. Zielsetzung des mit 7500 Euro dotierten Preises ist es, Nachwuchskräfte auszuzeichnen, die sich mit der Entwicklung der Landwirtschaft und der Bekämpfung des Hungers in der Welt beschäftigen. Die Arbeiten müssen einen Beitrag zur Verbesserung der Ernährungslage/Ernährungssicherheit im Zielgebiet leisten, oder zur Verringerung der Auswirkungen des Hungers beitragen. Arbeiten, welche Anwendungsmöglichkeiten der gewonnenen Erkenntnisse aufzeigen, werden bevorzugt. Teilnehmen können Personen, die ihr Studium in Deutschland, Österreich oder der Schweiz mit einem Universitätsdiplom oder einem Master of Science Degree (M.Sc.) abgeschlossen haben und nicht älter als 28 Jahre sind. Einsendeschluss ist der **30.04.2007**. Die Preise werden den Preisträgern im Rahmen des Tropentages 2007 überreicht.

## Forschung mit klinischer Relevanz

Die Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften hat den Innovationspreis Deutsche Hochschulmedizin 2007 ausgeschrieben. Wissenschaftler sollen gefördert und in ihrer Arbeit unterstützt werden. Darüber hinaus soll die Bedeutung der Wissenschaft und Hochschulmedizin für den Standort Deutschland gestärkt werden. Bewertet werden Arbeiten und Projekte aus der gesamten Hochschulmedizin in Grundlagenforschung, Klinischer Forschung und Innovationsforschung mit klinischer Relevanz. Der mit 10 000 Euro dotierte Preis wird im Rahmen des III. Innovationskongresses der deutschen Hochschulmedizin am 12. Juli 2007 in Berlin verliehen. Bewerbungsende ist der **31. März 2007**. Weiteres unter [www.idw-online.de/pages/de/news191558](http://www.idw-online.de/pages/de/news191558).

## Ideen mit Composites und Duroplaste

Die Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. (AVK) bittet um Einreichungen zum AVK-Innovationspreis in den Kategorien Anwendung, Umwelt und Hochschularbeit. Ziel des Preises ist die Förderung neuer industrieller Problemlösungen durch Composites und technische Duroplaste, die Darstellung der Leistungen der Branche im Umweltschutz, sowie die Förderung der Hochschularbeit im Bereich der Verbundwerkstoffe und der technischen Duroplaste. Die Preisverleihung erfolgt anlässlich der 10. Internationalen AVK-Tagung vom 5.-6. November 2007 in Stuttgart. Bewerbungen können zu den Bereichen Industriepreis, Umweltpreis und Universitätspreis eingereicht werden. Einsendeschluss ist der **4. Mai 2007**. Einzelheiten unter [www.avk-tv.de](http://www.avk-tv.de).

Förderungen / Preise



Pipettieren



pH-Messung



Analytisches Wägen

Titration



Ihr Erfolg ist unser Ziel

[www.mt.com](http://www.mt.com)

Besuchen Sie uns auf der  
InCom in Düsseldorf,  
Stand 134

METTLER TOLEDO

# Von der univariaten zur multivariaten Datenanalyse (Teil 3)

Dirk Flottmann, Alexander Müller, Aalen, Wolfgang Schulz, Langenau

Der dritte und letzte Artikel der chemometrischen Beitragsreihe befasst sich mit der Hauptkomponentenanalyse, die zur explorativen (strukturentdeckenden) Datenanalyse zählt. Im Vergleich zur konfirmatorischen (strukturprüfenden) Datenanalyse, die im vorherigen Artikel eingeführt wurde, benötigt der Anwender hier notwendigerweise keine bestimmte Vorstellung (Modell) über die Daten. Durch Anwendung der Hauptkomponentenanalyse können neue Theorien über die Gruppierung, Abhängigkeiten und Zusammenhänge der verschiedenen Variablen aufgestellt werden. Die daraus resultierende Neugruppierung der Originaldaten kann im Anschluss eine konfirmatorische Datenanalyse zur Folge haben.

## Explorative Datenanalyse

Zu den wichtigsten Verfahren der explorativen Datenanalyse zählen die Cluster-, Faktoren- und Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis; PCA). In diesem Artikel werden zuerst die Grundlagen und Begriffe der PCA erläutert und anschließend wird eine PCA an Beispieldaten durchgeführt.

Bei der explorativen Datenanalyse gibt es im Vergleich zu der konfirmatorischen Analyse keine Zweiteilung der Variablen, d.h. es ist nicht bekannt, welche der Variablen abhängig bzw. unabhängig sind. Bei der PCA

werden fiktive/latente Variablen (Hauptkomponenten) gesucht. Diese sind Variablen, die durch Kombination der Originalvariablen erhalten werden. Worin liegt jedoch der Sinn einer Linearkombination (LK) von Originalvariablen?

Der Bedeutung einer LK kann anhand folgender Standpunkte verdeutlicht werden.

### Geometrischer Standpunkt

Die multivariaten Daten ergeben Punkte im p-dimensionalen Raum. Gesucht wird ein r-dimensionaler Unterraum ( $r < p$ ) der sich dieser Punktmenge optimal anpasst. In Abbildung 1 sind die zweidimensionalen Linearkombinationen  $\lambda_2/\lambda_3$ ,  $\lambda_1/\lambda_2$  und  $\lambda_1/\lambda_3$  des obigen dreidimensionalen Raumes abgebildet. Die unterschiedliche Anpassung der Daten an den durch die LK erzeugten Unterraum ist deutlich zu sehen.

### Statistischer Standpunkt

Hierbei wird eine Linearkombination aus den Originaldaten gesucht, die einen niederdimensionalen Unterraum aufspannt und in Richtung der größten Varianz der Daten liegt. In Abbildung 2 sind Datenpunkte im dreidimensionalen Raum dargestellt und deren Projektion auf die einzelnen Achsen. Die y-Achse bildet die Richtung der maximalen Streuung der Daten ab. Dies ist sehr leicht anhand der drei ausgewählten Beispielpunkte (markiert mit einem x) und deren Streuung auf den einzelnen Achsen in der Abbildung 2 zu erkennen.

## PCA – Grundlagen und Begriffe

Die Hauptkomponentenanalyse ist das Verfahren bei sehr komplexen Fragestellungen, d.h. es muss eine Vielzahl an möglichen Einflussvariablen berücksichtigt werden. Mit der Anzahl der Variablen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass nicht alle Variablen unabhängig voneinander sind und somit nicht notwendig für die Erklärung des Sachverhalts sind. Die PCA kristallisiert aus der Vielzahl der Variablen die voneinander unabhängigen Einflussvariablen heraus und kann somit verdeckte Phänomene durch Analyse der Daten herausfiltern. Mittels dieser Phänomene kann ein Modell für die entsprechende Fragestellung erzeugt werden,



Flottmann



Müller



Schulz

### Die Autoren

**Prof. Dr. Dirk Flottmann**, Jahrgang 1965: Studium der Chemie an der Universität Bielefeld, 1995-2002 Wacker Chemie GmbH/Burghausen und Wacker Siltronic AG/Singapur. Seit April 2002 arbeitet er im Fachbereich Chemie der FH Aalen im Studienschwerpunkt Analytische Chemie. Sein Forschungsinteresse liegt auf dem Gebiet der Elementanalytik, der Spurenanalytik und neuartiger Trennverfahren.

**Dipl.-Ing. Alexander Müller**, Jahrgang 1980, absolvierte ein Chemiestudium an der Hochschule Aalen, spezialisierte sich in Analytik.

**Dr. Wolfgang Schulz** arbeitete nach abgeschlossenem Chemiestudium an der Hochschule Aalen und anschließendem Studium der Physik an der Universität Stuttgart seit 1988 im Umweltlabor der wave GmbH in Stuttgart als technischer Laborleiter. Dr. Schulz promovierte an der Universität Lüneburg im Fachbereich Umweltwissenschaften und ist seit 2005 im Betriebs- und Forschungslaboratorium der LW als Laborleiter tätig.

welches für weitere statistische Verfahren genutzt werden kann (z.B. die durch die PCA gefundene Gruppen/Einteilungen können für die Diskriminanzanalyse verwendet werden).

Die grundlegende Hypothese der PCA besteht in der Annahme, dass die Richtung der maximalen Varianz direkt mit den verdeckten Phänomenen verbunden ist. Diese Richtung wird mit Hilfe von Linearkombinationen der Variablen ermittelt und stellt eine so genannte Hauptkomponente dar. Durch diese Variablenbündelung ermöglicht die PCA die Darstellung hochdimensionaler Daten in niederdimensionalen Räumen, dadurch lassen sich viele inter-variablen Zusammenhänge simultan sichtbar machen. Bei der PCA handelt es sich um eine Abschätzung, ein Modell der Rohdatenmatrix, welches anstelle dieser Rohdatenmatrix gesetzt wird.

#### Begriffe der PCA (1):

- Datensatz = Datenmatrix
- Verschiedene Messparameter = Variablen der Anzahl p
- Verschiedene Proben = Objekte der Anzahl n
- Vektor = beschreibt alle Daten einer Variable oder eines Objektes im p- bzw. n-dimensionalen Raum
- Zentrierter Vektor = Variablenvektor – Mittelwert aller seiner Objekte
- Standardisierter Vektor = zentrierter Vektor / Standardabweichung

Anhand eines einfachen Beispiels aus der Wasseraanalytik werden die genannten Begriffe anschaulich in den Abbildungen 3-5 erläutert. In der Abbildung 3 ist die Ausgangsmatrix (n x p) dargestellt. Der Berechnungsweg vom einfachen Vektor zu standardisierten Vektor von Nickel wird in Abbildung 4 aufgezeigt. Abbildung 5 veranschaulicht graphisch den Unterschied zwischen Originaldaten, zentrierten und standardisierten Daten.

#### Begriffe der PCA (2):

- Varianz (var) = Streuung von Werten (Quadrat der Standardabweichungen)
- Kovarianz (cov) = Maß für das „Miteinanderlaufen“ von Werten (cov negativ: A steigt, B fällt; cov positiv: A steigt mit B)
- Korrelation (corr) = entspricht der Kovarianz, jedoch anstelle zentrierter Daten werden standardisierte Daten zur Berechnung verwendet (Vorteil: Korrelation ist unabhängig von der jeweiligen Maßeinheit)

Die exemplarische Berechnung von Varianz, Kovarianz und Korrelation erfolgt aus den Beispieldaten der Abbildung 3 für Blei und Nickel.

#### Varianz

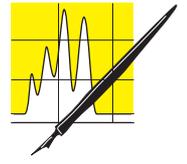
$$\text{var}(x) = s(x)^2$$

Zentrierter Vektor „Blei“

$$\begin{pmatrix} -14.25 \\ -14.25 \\ 23.75 \\ 4.75 \end{pmatrix}$$

$$s(x) = 18.19 \text{ ppm},$$

$$\text{var}(x) = 330.92$$



AUFSÄTZE

Abbildung 1: Geometrischer Standpunkt.

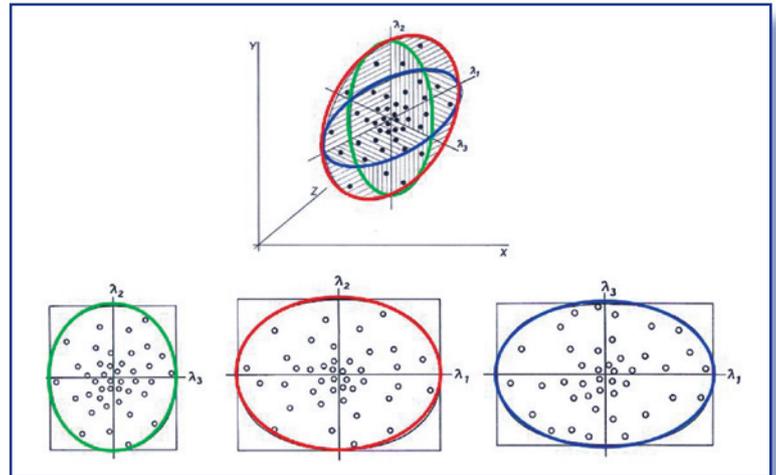


Abbildung 2: Statistischer Standpunkt.

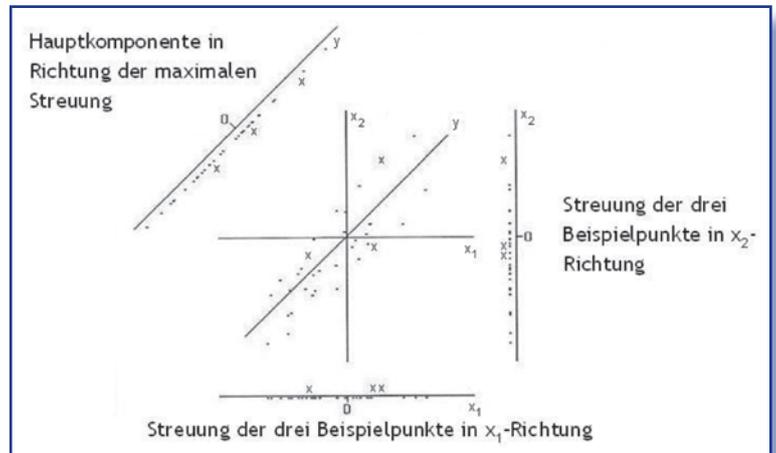


Abbildung 3: Datenmatrix.

Element \ Probe	Calcium	Eisen	Blei	Nickel
1	10 ppm	32 ppm	13 ppm	3 ppm
2	11 ppm	40 ppm	13 ppm	50 ppm
3	43 ppm	12 ppm	51 ppm	20 ppm
4	25 ppm	17 ppm	32 ppm	14 ppm

**p=4 Variablen**  
**n=4 Objekte**

Zentrierter Vektor „Nickel“

$$\begin{pmatrix} -18.75 \\ 28.25 \\ -1.75 \\ -7.75 \end{pmatrix}$$

$s(x) = 20.11 \text{ ppm}$ ,  
 $\text{var}(x) = 404.25$

Kovarianz

$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum x_i y_i}{n-1}$  ← Skalarprodukt zweier **zentrierter** Vektoren x und y.

$$\begin{pmatrix} -14.25 \\ -14.25 \\ 23.75 \\ 4.75 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -18.75 \\ 28.25 \\ -1.75 \\ -7.75 \end{pmatrix}$$

$= (-14.25 \cdot -18.75) + (-14.25 \cdot 28.25) + (23.75 \cdot -1.75) + (4.75 \cdot -7.75) = -130.63$

Abbildung 4: Berechnung des standardisierten Vektor für Nickel.

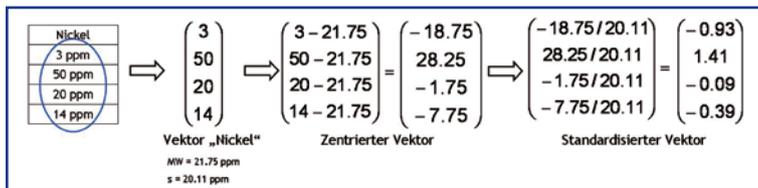


Abbildung 5: Graphische Darstellung von originalen bis zu den standardisierten Daten.

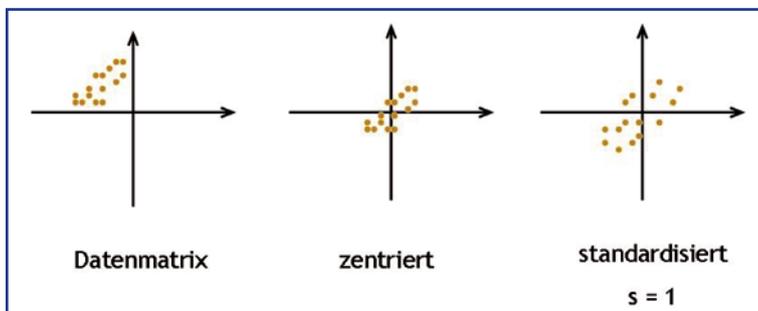


Abbildung 6: Korrelationskoeffizienten.

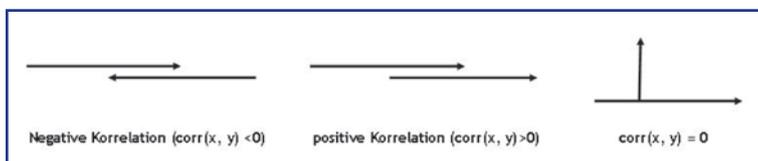


Abbildung 7: Varianz-Kovarianz-Matrix.

$$K = \begin{pmatrix} \text{var}(x_1) & \text{cov}(x_1, x_2) & \text{cov}(x_1, x_3) & \text{cov}(x_1, x_n) \\ \text{cov}(x_2, x_1) & \text{var}(x_2) & \text{cov}(x_2, x_3) & \text{cov}(x_2, x_n) \\ \text{cov}(x_3, x_1) & \text{cov}(x_3, x_2) & \text{var}(x_3) & \text{cov}(x_3, x_n) \\ \text{cov}(x_n, x_1) & \text{cov}(x_n, x_2) & \text{cov}(x_n, x_3) & \text{var}(x_n) \end{pmatrix}$$

$$\text{cov}(x, y) = \frac{-130.63}{3} = -43.5$$

Der negative Zahlenwert der Kovarianz ( $\text{cov}(x, y) = -43.5$ ) deutet darauf hin, dass die ursprünglichen Vektoren näherungsweise entgegengesetzt laufen, wobei die Größe des Zahlenwerts keine Aussage besitzt.

Korrelation

$\text{corr}(x, y) = \frac{\sum x_i y_i}{n-1}$  ← Skalarprodukt zweier **standardisierter** Vektoren x und y

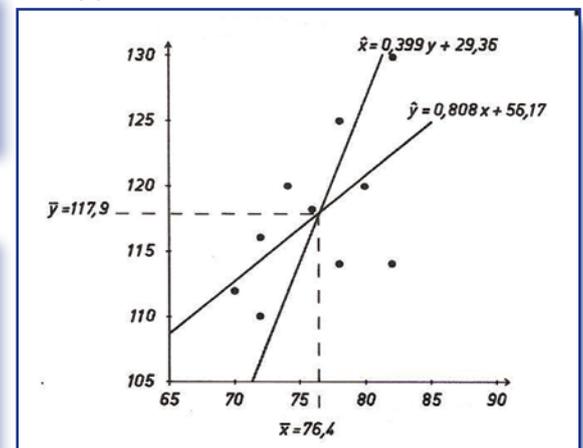
$$\begin{pmatrix} -0.78 \\ -0.78 \\ 1.31 \\ 0.26 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -0.93 \\ 1.41 \\ -0.09 \\ -0.38 \end{pmatrix} = -0.59$$

$$\text{corr}(x, y) = \frac{-0.59}{3} = -0.20$$

Das Ergebnis der Korrelationsberechnung ( $\text{corr}(x, y) = -0.20$ ) weist, ähnlich dem Ergebnis der Kovarianz, eine entgegen gesetzte Richtung der beiden Vektoren auf, jedoch spielt in diesem Fall auch die Größe des Zahlenwertes eine Rolle. Denn abgeleitet vom Skalarprodukt  $\vec{x} \cdot \vec{y} = |\vec{x}| \cdot |\vec{y}| \cdot \cos \phi$  und der Tatsache, dass standardisierte Vektoren stets die Länge  $\sqrt{n-1}$  haben, folgt:  $\cos \phi = \frac{\vec{x} \cdot \vec{y}}{\sqrt{n-1} \cdot \sqrt{n-1}} = \frac{\sum x_i y_i}{n-1} = \text{corr}(x, y)$

Aus dieser Beziehung ergibt sich, dass der Korrelationskoeffizient dem Kosinus des eingeschlossenen Winkels entspricht. Somit können Korrelationskoeffizienten nur Werte zwischen -1 (negative Korrelation) und +1 (positive Korrelation) annehmen. Bei  $\text{corr}(x, y) = 0$  stehen die Vektoren senkrecht aufeinander (Abbildung 6).

Abbildung 8: Regression von Daten mit unterschiedlicher abhängiger Variable.



Begriffe der PCA (3):

Varianz-Kovarianz-Matrix = Darstellung von Varianzen und Kovarianzen eines Datensatzes in einer Matrix (symmetrischer Aufbau, Abbildung 7).

Korrelationsmatrix = Darstellung aller Korrelationskoeffizienten einer Datenmatrix. Die Korrelationsmatrix ist der Varianz-kovarianz-Matrix sehr ähnlich, jedoch anstelle der Varianzen befindet sich immer die Korrelation  $\text{corr}(x_n, x_n) = 1$ . Außerdem kann hier die Korrelation als Winkel zwischen den einzelnen Vektoren angegeben werden (Abbildung 9).

Bei der Korrelationsrechnung gibt es im Vergleich zur Regressionsanalyse keine Zweiteilung der Variablen in unabhängige und abhängige Variable. In Abbildung 8 erfolgte für die Messwerte jeweils eine Regression mit der y-Variable als abhängige Variable, als auch mit der x-Achse als abhängige Variable. Der zwischen den Regressionsgeraden eingeschlossene Winkel entspricht der Korrelation von der x- und y-Variablen.

Die Hauptkomponentenanalyse beruht, wie andere zahlreiche multivariate Verfahren, auf der Lösung der Eigenwertproblematik. Durch Linearkombination werden Eigenvektoren berechnet, die in Richtung der größten Varianz zeigen und orthogonal zueinander stehen. Die Eigenvektoren, die den Großteil der Varianz erklären, ergeben die Richtung der Hauptkomponenten und spannen ein niederdimensionales Koordinatensystem (2-3 dimensional) auf. Auf eine nähere Betrachtung der Eigenwertproblematik wird an dieser Stelle verzichtet. Vor der Durchführung einer PCA mittels geeigneter Statistiksoftware sollte man sich mit dieser Problematik auseinander gesetzt haben.

PCA – Umfassendes Beispiel

Um die Leistungsfähigkeit der PCA zu demonstrieren wird diese anhand eines komplexen Beispiels exemplarisch durchgeführt. Als Grundlage dienen Daten einer gaschromatographischen Kraftstoffuntersuchung von zehn verschiedenen Tankstellen (A-J). Jede der Tankstellen wurde fünf Mal beprobt. Folgende zwölf Substanzen (1-12) wurden analysiert:

- 1) Benzol
- 2) Toluol
- 3) m-Xylol
- 4) o-Xylol
- 5) 1,2,4-Trimethylbenzol
- 6) Heptan
- 7) Nonan
- 8) Isooctan
- 9) Methylbuten
- 10) 2,2-Dimethylbutan
- 11) Methylcyclopentan
- 12) Cyclopentan



Abbildung 9: Korrelationsmatrix & räumliche Anordnung der Vektoren (verändert nach [Backhaus, et al., 2003, Seite 284f]).

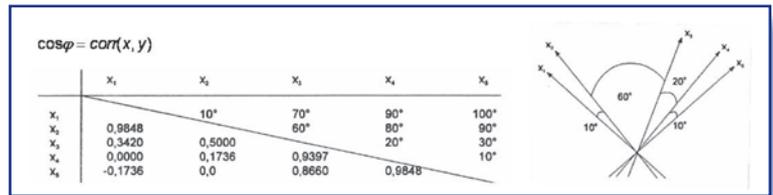


Abbildung 10: Umwandlung Originaldatensatz - standardisierter Datensatz.

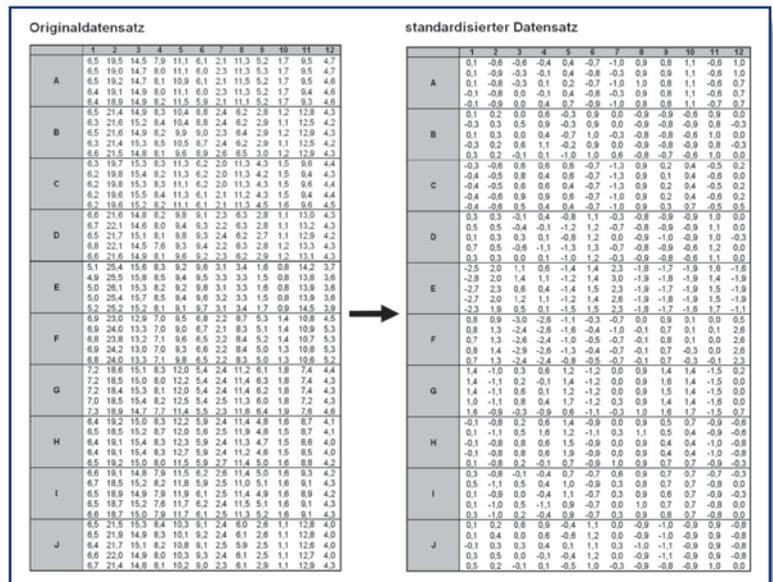
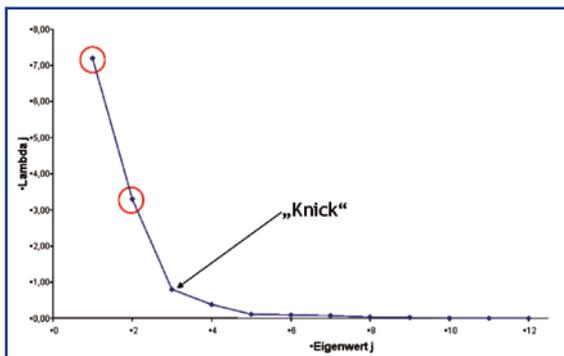


Abbildung 11: Korrelationsmatrix mit berechneten Eigenwerten.

1,00	-0,56	-0,48	-0,43	0,37	-0,50	-0,69	0,55	0,69	0,65	-0,55	0,62
-0,56	1,00	-0,26	-0,23	-0,90	0,74	0,48	-0,87	-0,71	-0,85	0,82	-0,12
-0,48	-0,26	1,00	0,91	0,38	0,14	0,42	-0,04	-0,32	-0,10	0,01	-0,79
-0,43	-0,23	0,91	1,00	0,31	0,20	0,32	-0,10	-0,38	-0,17	0,10	-0,74
0,37	-0,90	0,38	0,31	1,00	-0,78	-0,24	0,83	0,68	0,79	-0,87	-0,04
-0,50	0,74	0,14	0,20	-0,78	1,00	0,45	-0,96	-0,95	-0,94	0,97	-0,48
-0,69	0,48	0,42	0,32	-0,24	0,45	1,00	-0,56	-0,52	-0,54	0,41	-0,70
0,55	-0,87	-0,04	-0,10	0,83	-0,96	-0,56	1,00	0,91	0,96	-0,96	0,41
0,69	-0,71	-0,32	-0,38	0,68	-0,95	-0,52	0,91	1,00	0,95	-0,94	0,60
0,65	-0,85	-0,10	-0,17	0,79	-0,94	-0,54	0,96	0,95	1,00	-0,95	0,47
-0,55	0,82	0,01	0,10	-0,87	0,97	0,41	-0,96	-0,94	-0,95	1,00	-0,35
0,62	-0,12	-0,79	-0,74	-0,04	-0,48	-0,70	0,41	0,60	0,47	-0,35	1,00
$\lambda_j$	7,20	3,30	0,80	0,38	0,11	0,09	0,07	0,03	0,02	0,00	0,00
(%)	60,0%	27,5%	6,7%	3,2%	0,9%	0,8%	0,6%	0,3%	0,2%	0,0%	0,0%

Abbildung 12: Scree-Test nach Cattell.



Die Messwerte der gaschromatographischen Untersuchung sind in der Abbildung 10 dargestellt. Der Originaldatensatz wird zuerst zentriert und dann standardisiert. Mittels der standardisierten Werte wird die Korrelationsmatrix erstellt (Abbildung 11). Darunter

finden sich die dazugehörigen Eigenwerte und der erklärte Anteil an der Gesamtvarianz.

Die Bestimmung der Anzahl signifikanter Hauptkomponenten erfolgt oftmals über den Scree-Test nach Cattell. Hierbei werden die  $\lambda$ -Werte der Größe nach sortiert in ein Eigenwert-Diagramm eingetragen (Abbildung 12). Als signifikant gelten alle die Hauptkomponenten, die vor dem imaginären „Knick“ liegen. Weitere Verfahren zur Bestimmung signifikanter Hauptkomponenten sind:

- Eigenwert-Eins-Kriterium nach Kaiser
- Cross-Validation-Methode

Auf eine Erläuterung dieser Verfahren wird jedoch verzichtet.

Aus der Abbildung 12 kann entnommen werden, dass nur die ersten beiden Eigenwerte und die dazugehörigen Eigenvektoren einen beachtlichen Anteil zur Erklärung der Gesamtvarianz beitragen. Diese Eigenvektoren geben die Richtung der signifikanten Hauptkomponenten vor, welche 87,5% der Gesamtvarianz erklären. Die restlichen spiegeln die Messunsicherheit wieder und sind aufgrund ihrer Größe nicht von Bedeutung.

Die beiden Eigenvektoren beschreiben die Richtungen der ersten beiden Hauptkomponenten im ursprünglichen 12-dimensionalen Raum und spannen gemeinsam ein 2-dimensionales Koordinatensystem auf.

Die Komponenten der Eigenvektoren sind Loadings oder Gewichtungsfaktoren, die den Einfluss der einzelnen Variable (z.B. Benzol) auf die jeweilige Hauptkomponente darstellen.

Durch Linearkombination der Probenvektoren mit den beiden Eigenvektoren können die Koordinaten der Probe im 2-dimensionalen Koordinatensystem berechnet werden. Durch die Berechnung der Koordinaten erfolgt eine relative Positionierung der einzelnen Proben/Objekte im 2-dimensionalen Koordinatensystem. Die Darstellung dieses Koordinatensystem wird Score-Plot genannt (Abbildung 14).

Abbildung 14: Score-Plot.

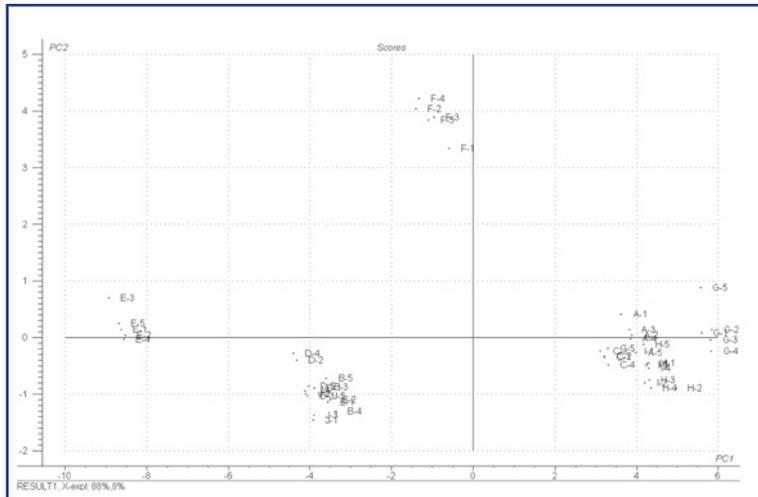


Abbildung 15: Loading-Plot.

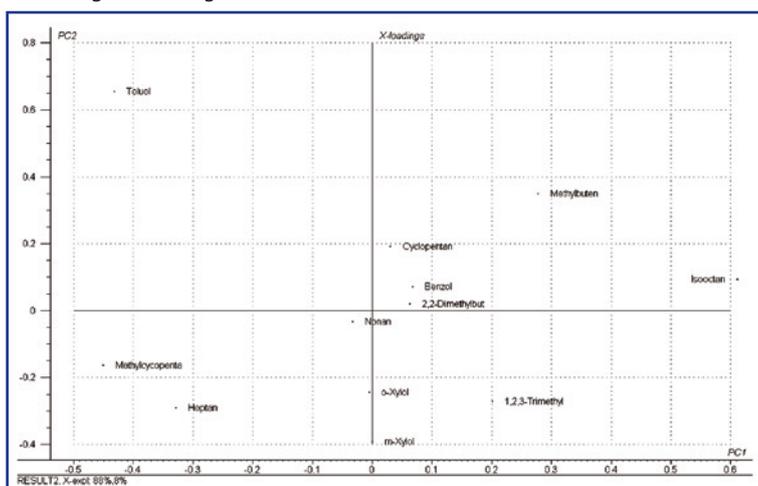


Abbildung 16: Bi-Plot.

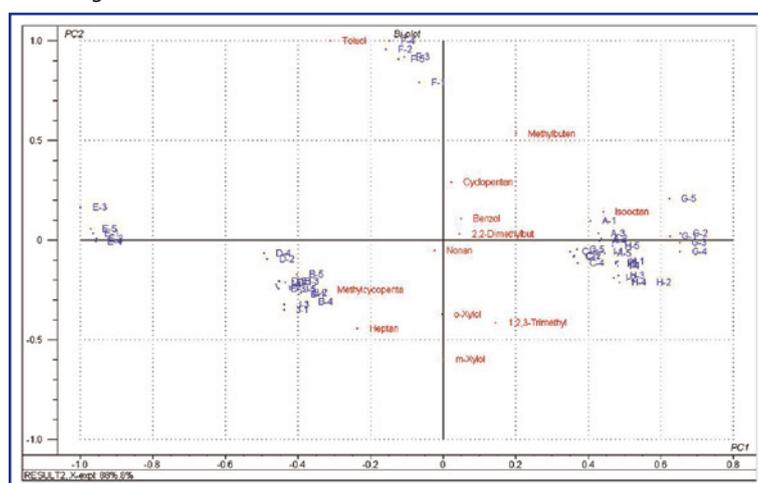
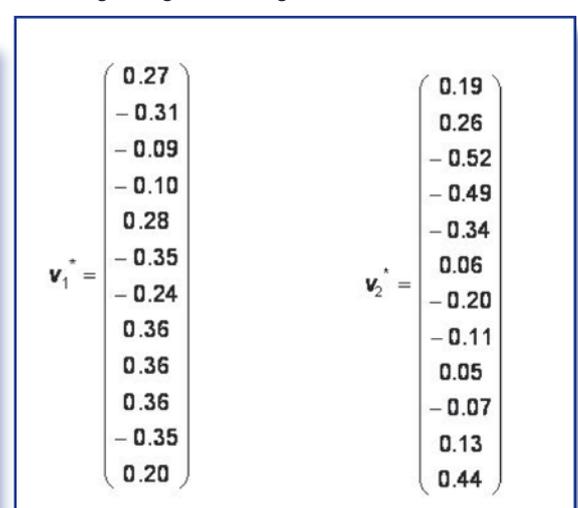


Abbildung 13: signifikante Eigenvektoren.



Im Score-Plot ist klar zu erkennen, dass die fünf Proben der jeweiligen Tankstellen A-J immer nahe beieinander liegen. Bei Proben von verschiedenen Tankstellen, die gruppenartig vorliegen, kann von einem ähnlichen Analyseergebnis bei den 12 verschiedenen Substanzen ausgegangen werden. Proben, unterschiedlicher Positionierung im Koordinatensystem, besitzen zumindest bei bestimmten Substanzen ungleiche Analysewerte. Um welche Substanzen es sich hierbei handelt, kann mittels eines so genannten Loading-Plot bestimmt werden (Abbildung 15). Hierbei wird der Einfluss der jeweiligen Variablen (Substanz) auf die entsprechende Hauptkomponente dargestellt. Der Loading-Plot ist sozusagen eine Art „Landkarte“ der ursprünglichen Variablen. Diese Darstellungsform ermöglicht die Visualisierung der Korrelation der einzelnen Variablen zueinander. Die Kombination von Score- und Loading-Plot wird Bi-Plot genannt (Abbildung 16).

Im Folgenden werden exemplarisch die im Bi-Plot enthaltenen Informationen über die gaschromatographische Untersuchung aufgeführt.

Die Komponente Toluol steht zu Messwerten der Tankstelle G nahezu senkrecht (Skalarprodukt:  $\cos 90^\circ = 0$ ), das heißt diese Komponente nimmt bei der Tankstelle G einen mittleren Wert an. Mit der Tankstelle F steht der Vektor der Variablen Toluol in einem spitzen Winkel (Skalarprodukt:  $\cos 0^\circ = 1$ ). Daraus kann geschlossen werden, dass die Substanz Toluol in diesem Fall einen überdurchschnittlichen Wert besitzt. Die Substanzen o-, m-Xylol stehen in einem stumpfen Winkel zur Tankstelle F (Skalarprodukt:  $\cos 180^\circ = -1$ ), das heißt diese Komponenten sind in den Proben der Tankstelle F unterdurchschnittlich enthalten.

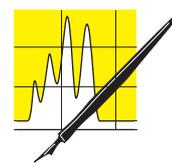
Die Informationen über die Gruppierung von Messwerten und deren Korrelation mit den einzelnen Variablenvektoren aus dem Bi-Plot werden zur Interpretation der Untersuchungsergebnisse herangezogen.

Eine mögliche Interpretation könnte wie folgt lauten: Proben, die eine Gruppe im Score-Plot bilden, besitzen gleiche/ähnliche Konzentration in den untersuchten Substanzen. Handelt es sich hierbei um Proben verschiedener Tankstellen, kann der Grund für die Übereinstimmung beispielsweise der gleiche Lieferant sein.

**CLB**

## Literatur

- [1] J.G.M. Clarke and D. Cooke, A Basic Course in Statistics. Arnold Publishers, London 2005
- [2] SPSS Statistical Software. SPSS Inc. Headquarters, 233 S. Wacker Drive, Chicago, Illinois 60606, USA
- [3] The Unscrambler. Camo Process AS, Nedre Vollgate 8, 0158 Oslo, Norwegen
- [4] R. Schott, Matrix Analysis for Statistics. Wiley 2005.
- [5] R. Henrion und G. Henrion, Multivariate Datenanalyse. Springer, Berlin, 1995
- [6] P. C. Meier and R. E. Zünd, Statistical Methods in Analytical Chemistry. John Wiley & Sons, New York, 1993
- [7] K. Backhaus, B. Erichson, W. Plinke und R. Weiber, Multivariate Analysenmethoden, Springer, Berlin, 1996
- [8] J. N. Miller and J. C. Miller, Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry, Person Education Ltd. Harlow, 2000
- [9] C. Weihs und J. Jessenberger, Statistische Methoden zur Qualitätssicherung und -optimierung. Wiley-VCH, Weinheim, 1999
- [10] G. Box, S. Hunter and W. Hunter, Statistics for Experimenters. Wiley & Sons, 2005
- [11] R. L. Tranter (ed.) Design and Analysis in Chemical Research. Sheffield Academic Press, 2000
- [12] S. Weisberg, Applied Linear Regression. John Wiley & Sons, New York, 1985.
- [13] Massart, D. L. Vandeginste, B.G. m., Deming, S.N., Buydens, L.M.C., De Jong, S., Lewi, P.J., Smeyers-Verbeke, J., Handbook of Chemometrics and Qualimetrics, Part A and B: Elsevier, Amsterdam, 1997 and 1998
- [14] Anderson, R. L., Practical Statistics for Analytical Chemistry: Van Nostrand Reinhold, New York, 1987.
- [15] Dunn, O.J., Clark, V. A., Applied Statistics : Analysis of Variance and Regression: Wiley, New York, 1974
- [16] Graham, R. C., Data Analysis for Chemical Sciences – A Guide to Statistical Techniques: VCH, New York, 1993
- [17] Miller, J. C., Miller, J. N., Statistics for Analytical Chemistry: Second Edition, Ellis Horwood, Chichester, 1988
- [18] Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements, EURACHEM, London, 1995.
- [19] Box, G. E. P., Hunter, W. G., Hunter, J. S., Statistics for experimenters: An introduction to design, data analysis and model building. New York: Wiley, 1987.
- [20] Box, G. E. P., Draper, N. R., Empirical model-building and response surfaces. New York: Wiley, 1987.
- [21] Deming, S.N., Morgan, S. L., Experimental design: a chemometric approach. Amsterdam: Elsevier, 1987.
- [22] Nelder, J.A., Mead, R., A simplex method for function optimization. Comput. J., 1965, 7, 308.
- [23] Massart, D. L., Vandeginste, B. G. M., Deming, S. N., Michotte, Y., Kaufmann, L., Chemometrics: a textbook. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1987.
- [24] Draper, N., Smith, H., Applied Regression Analysis, 2. Edition, Wiley: New York, 1981



**AUFSÄTZE**

# Nicht nur Spielzeug für Kinder

Wolfgang Hasenpusch, Universität Siege

Kurz bevor der Herbst die Blätter fallen lässt, kommt in jedem Jahr die Zeit der Kastanien. Die braunen Samen der Roskastanie regen nicht nur Kinder zu allerlei bastelbarem Spielzeug an, sondern lassen sich seit langer Zeit auch medizinisch nutzen. Allerdings ist die Roskastanie ebenso für allerlei Wachstums-Betrachtungen und Experimente gut. Neben der wechselvollen Geschichte der Verbreitung soll auf die Abmessungen des Baumes und seiner einmaligen Blattgestaltung sowie medizinischer Anwendung und vor allem auch auf seine Inhaltsstoffe eingegangen werden.

## Die Roskastanie und Ihre Geschichte

Wenn wir in den meisten Teilen Deutschlands schlichtweg von der Kastanie sprechen, dem „Baum des Jahres 2005“, meinen wir die weiß blühende gemeine Roskastanie (*Aesculus hippocástanum*) der Familie der Roskastaniengewächse (*Hippocastanaceae*), der Gattung *Aesculus* und der Art *hippocástanum*, wie die Biologen nach dem Linné-System\* zu ordnen pflegen. *Aesculus* bezeichneten römische Autoren eine Eichenart mit essbaren Früchten [1]. Ein ähnlicher Ursprung erwuchs dem lateinischen *esca* = Speise; Viehfutter.

Parallel zur weiß blühenden Kastanie wurde in Deutschland auch die rot blühende Roskastanie (*Aesculus x carnea*) heimisch, die aus Kanada und dem Osten Amerikas zu uns kam. Sie gilt als samenechter Hybrid aus Roskastanie und der echten Pavie (*Aesculus pavia*) und offenbart sich gegen die Miniermotte, die weite Teile der gemeinen Roskastanie befallen hat, weitgehend resistent. Ihre Fruchtschalen besitzen keine Stacheln.

Daneben existieren eine Reihe weiterer Kastanien-Spezies, die alle nicht mit der in südlichen Ländern verbreiteten Edel- oder Speisekastanie (*Castanea sativa*) verwandt sind [Tabelle 1] [2].

### Der Autor

Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch, beschäftigt in der Chemischen Industrie als Referent für Sicherheit und Umwelt, hält darüber hinaus eine Honorar-Professur an der Universität Siegen in Industrieller Anorganischer Chemie mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement, Recycling und Bionik. Das weite Spektrum an bearbeiteten Themen resultiert aus der vielfachen Dozenten-Tätigkeit am Deutschen Institut für Betriebswirtschaft, den Schulen der Berufsgenossenschaft Chemie sowie Universitäten.



Die Roskastanie blüht mit weißen, bis zu 30 cm langen Rispen im April und Mai. Die Blüten verändern während dieser Zeit ihre Farbe: Das auffällige gelbe „Saftmal“ im Zentrum der Blüten, wandelt sich nach dem Besuch der Bienen und Hummeln in ein leuchtendes rot, ein Signal für die Nutztier, welche Blüten bereits über keinen Nektar mehr verfügen. Am zweiten Tag nach der Bestäubung der Blüten färben sie sich ziegelrot, am dritten Tag kaminrot. Mit dem Farbwechsel ändert sich auch der Geruch der Blüten und die Nektarproduktion wird eingestellt. Diese interessante chemische Farbumwandlung ist eine weitere Herausforderung zur Untersuchung für Naturstoff-Chemiker.

Als maximale Höhe der Roskastanien beschreibt die Literatur 25 bis 30 m. Der Stamm ist mit ca. 2 m relativ kurz, die Krone nahezu kugelförmig. Das Blätterkleid wächst so dicht, das die Roskastanie zu einem der beliebtesten Alleen- und Biergarten-bäume geworden ist.

Mit den 5-7-fach gefiederten, charakteristischen und harmonisch geschwungenen Blättern ist die Baumart leicht zu erkennen.

In den Wintermonaten lässt sich die eingeschlechtliche, zwittrige und einhäusige Roskastanie schon von weitem an dem kurzen Stamm und der rundlichen Verästelung, ausgehend von starken Zentralzweigen, gut erkennen. Aus der Nähe fällt die gedrehte Struktur des Stammes mit seiner schuppigen Borke auf, sowie auch die großen rot-braunen, stark klebrigen Winterknospen.

Die Wurzeln ragen tief mit vielen Verästelungen in das Erdreich und geben dem Baum einen festen Halt bis in Höhenlagen von 1200 m.

Die Roskastanien sind seit dem 16. Jahrhundert bei uns heimisch. Seit der Antike liegt ihre Heimat in den Randländern des östlichen Mittelmeeres, dem alten Osmanischen Reich. Zu jener Zeit bereiste der kaiserliche Diplomat Augier Ghiselin de Bisbecq in friedensstiftender Mission das Reich der Türken mit dem damaligen Zentrum Konstantinopels, dem heutigen Istanbul. Von seinem Leibarzt Willem Quackelbeen, der ihn aus dem Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation begleitete, liegen die ersten Berichte aus dem Jahre 1557 über die

\*) Linné-System: Ordnung einer binären Nomenklatur nach dem schwedischen Mediziner und Professor Carl von Linné (1707-1778; 1757 geadelt), nach dem jeder Pflanzen- und Tierart eine lateinische Doppelbezeichnung aus Gattungs- und Artnamen verliehen wird.

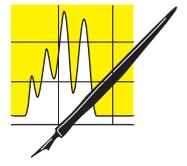


Abbildung 1: Gemeine Rosskastanie, „Baum des Jahres 2005“.

Rosskastanie vor: In einem Brief an seinen Kollegen am Prager Hof, Pier Andrea Mattioli, schrieb er über die Kastanie, die den Beinamen „Ross“ trägt, weil ihre Samen bei Husten und Wurmkrankheiten der Pferde Erleichterung bewirken [3].

Die Kastanie soll bereits vor der Eiszeit in unseren Breiten heimisch gewesen sein, hatte sich dann aber mit der Kälte zurückgezogen, um in den letzten Jahrhunderten wieder verstärkt zurückzukehren. In versprengten Schluchten des Balkans hat sie offenbar überlebt. Die Rückkehr bedurfte jedoch der menschlichen Hilfe, denn weder Wind noch Tiere tragen zur Verbreitung dieses Baumes bei.

Vermutlich gelangte die Kastanie als Samen im Gepäck des Gesandten Busbecq nach Wien. Dort pflanzte der kaiserliche Direktor der botanischen Gärten in Wien Carolus Clusius 1576 die ersten Kastanienbäume. Die Samen der jungen Bäume, die sich erst nach etwa zehn Jahren einstellen, verteil-

te er an die Adelshäuser, bis sie sich auch am Ende des 17. Jahrhunderts in ganz Deutschland verbreitet hatten. 1612 kamen die ersten Kastaniensamen, in verbrieft Weise belegt, nach England, 1615 nach Frankreich und 1633 in die Niederlande. Die anspruchslosen Kastanien galten zunächst als Modebäume fürstlicher Parks, verbreiteten sich aber rasch über den gesamten europäischen Kontinent. Aber auch heute noch führen die eindrucksvollsten Alleen zu Schlössern und Gutshäusern, wie auch die kapitalsten Baumriesen in herrschaftlichen Gärten zu finden sind.

Das maximale Alter der Rosskastanie wird allgemein auf 200 bis 300 Jahre beziffert. In Hitzacker ist noch ein altersschwaches Exemplar aus dem Jahre 1610 zu bewundern. Bis 1890 war es die so genannte „Tanzkastanie“.

### Der Rosskastanienbaum

Die Rosskastanie hat sich im Laufe der letzten Jahrhunderte in Europa bis in Höhen von 1200 m weit verbreitet und verhält sich relativ anspruchslos. Ihre Vermehrung gelingt über die reichhaltigen Samen, die Ende September bis Anfang Oktober zur Reife kommen. Die 30 cm hohen weißen Blütenkerzen sind im Mai zu bestaunen. Neben der Gemeinen Rosskastanie gibt es eine Reihe anderer Spezies, die zur Familie der Rosskastanien zählen [Tabelle 1]. Sehr heimisch geworden ist bei uns auch die Rote Rosskastanie. Sie fällt durch ihre länglichen Blätter, die roten Blütenkerzen und durch ihre sta-

Tabelle 1: Rosskastanien-Familie (Hippocastanaceen) [2].

Art	Lateinischer Name	Höhe [m]	Blätter	Blüten	Sonstiges
Gemeine Rosskastanie	aesculus hippocastanum	30	5-7 Teilblätter	weiß, 30 cm lange Rispen	stachelige Samenkapsel
Kalifornische Rosskastanie	aesculus Californica	10	5-7, länglich gesägt, gestielte Teilblätter		
Rote Rosskastanie	aesculus x carnea	20	5-7 Teilblätter	rot, 20 cm lange Rispen	stachllose Samenkapsel
Indische Rosskastanie		30		weiß, 30 cm lange Rispen	schuppige, stachellose Samenkapsel, mit bis zu 3 Samen am kräftigen Stiel
Carolina Rosskastanie		15		creme-weiß, 2,5 cm lang	
Japanische Rosskastanie	aesculus turbinata				große Blätter; der gemeinen Rosskastanie ähnlich
Gelbe Pavie	aeskulus flava	30		gelb, 15 cm lange Rispen	
Rote Pavie		5		rot, 4 cm lange Rispen	

Tabelle 2: Roskastanien-Blätter: Gewichte und Abmessungen.

Nr	Gewicht [g]	Stiellänge [mm]	Stioldicke [mm]	Max. Teilblattlänge [mm]	Kleinste Teilblattlänge [mm]	Zahl der Teilblätter	Gesamtblattlänge [mm]	Gesamtblattbreite [mm]
1	0,45	38	0,9	58	31	4	88	90
2	0,5	39	1	83	32	5	110	110
3	1	51	1,0	104	38	5	150	115
4	2	100	1,6	110	43	6	180	160
5	3	90	2,0	170	102	5	275	260
6	3	95	1,8	143	52	7	190	225
7	10	138	2,7	276	90	7	363	355
8	11	162	3,2	212	90	7	310	316
9	11	160	2,8	290	93	7	380	355
10	12	185	3,1	301	90	7	400	370
11	19	205	4,2	293	143	7	435	445

chellosen Fruchtkapseln auf. Ihr großer Vorteil ist es, dass sie von den Miniermotten, die bei uns fast alle Gemeinen Roskastanien befallen haben, weitgehend immun sind. Es wäre interessant zu wissen, welche Bestandteile des Chemikalien-Cocktails in der Roten Roskastanie aus Kalifornien diese Schädlings-Abschreckung bewirken.

Mit der Edel- oder Esskastanie oder Marone ist die Roskastanie nicht verwandt.

Wie kaum ein anderer Baum spendet die Roskastanie in den Sommermonaten reichlich Schatten. Das machte sie in Parks, Alleen und Biergärten besonders beliebt (Abbildung 1). Im Jahre 2005 wählte ein Kuratorium, das aus mehreren Verbänden bestand, darunter Forstwissenschaftler, Umwelt- und Naturschutzverbände, die Roskastanie zum „Baum des Jahres“ [4]. Auch die Schirmherrin vom „Baum des Jahres 2005“ und Mitglied des Bundestages, Frau Professor Dr. Herta Däubler-Gmelin erinnerte sich anlässlich dieser Aufgabe an ihre Kindertage, an denen sie wie viele Gleichaltrige aus den glänzenden braunen Samen der Roskastanie Männchen, Tierfiguren und Pfeifen bastelte.

Freistehende Bäume sind an dem kurzen Stamm und dem fast kugeligen, wolkenartigen Wuchs des Blattwerks zu erkennen, im Winter und Frühjahr aus der Nähe auch an den großen klebrigen Blattknospen.

Das Holz mit der Rohdichte von 0,55 g/cm<sup>3</sup> weist in der Stamm-Mitte keine Auffällige Verfärbung auf. Dennoch gelangt es in der Holzwirtschaft nur zu einer untergeordneten Bedeutung: Schuld daran sind die geringe Haltbarkeit des Holzes und der Drehwuchs des Baumes. Diese Windung, nach oben entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn, ist an älteren Stämmen deutlich zu erkennen. Sie macht die di-

Abbildung 2: Fast lineare Beziehung zwischen Stammumfang und Baumhöhe.

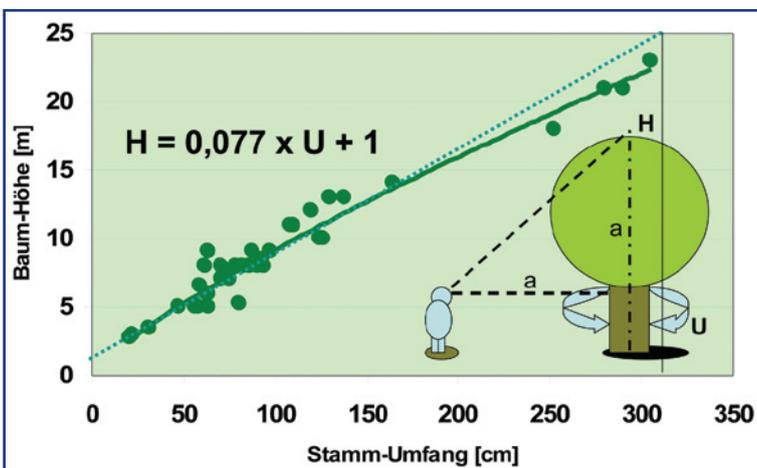


Abbildung 3: Der Goldene Schnitt im Blatt-Teil der Roskastanie.

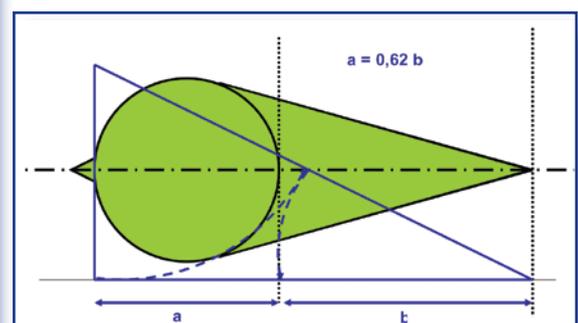
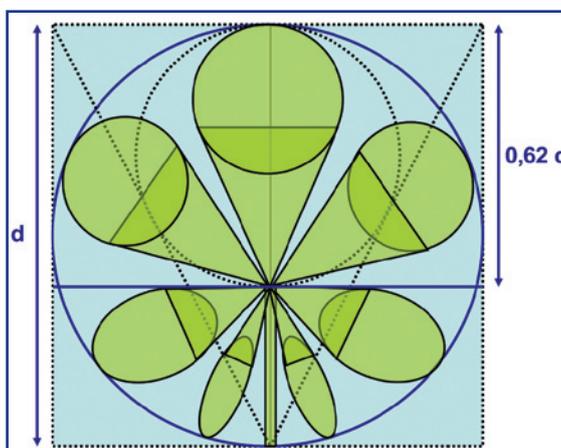


Abbildung 4: In einen Kreis einschreibbares Blatt der Roskastanie und Blattzentrum in Höhe des Goldenen Schnitts dieses Kreisdurchmessers d.



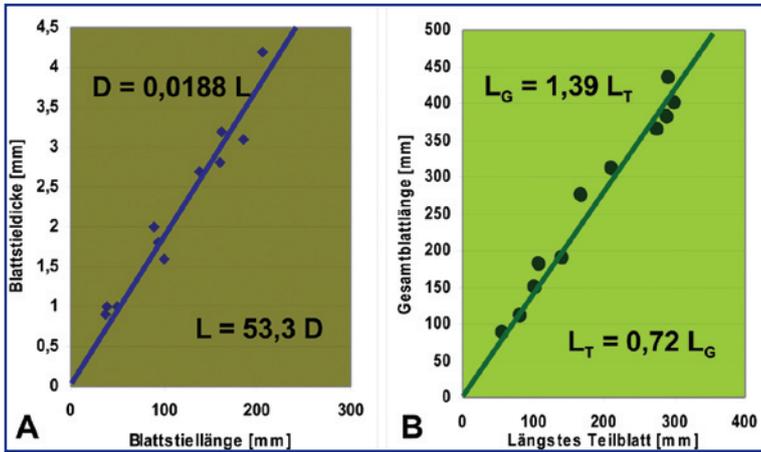


Abbildung 5: Lineare Relationen zwischen Blattstiel dicke und Länge (A) und zwischen Teilblatt- und Gesamtblattlänge (B) von über hundertjährigen Rosskastanien.

rekte Nutzung in der Möbelbranche praktisch unmöglich. Für Schnitz- und Drechselarbeiten, Kisten, Paletten und Spielzeug findet das Holz gelegentlich Verwendung.

In zahlreichen Literatur-Stellen sind die Maximal-Daten der Rosskastanie zu finden: Stamm-Durchmesser – 1,0 m (entspricht 3,14 m Umfang), Höhe – 25 - 30 m und maximales Alter – 300 Jahre. Dreimal spielt bei der Gemeinen Rosskastanie also die Zahl „drei“ – eine charakterisierende Rolle für ihre Maximal-Daten: 3 m Stamm-Umfang, 30 m Höhe, 300 Jahre Alter.

Im Verlaufe des Lebens der Rosskastanie deutet die durchschnittliche Relation zwischen Stamm-Umfang in 1 m Höhe vom Boden und Baumhöhe eher auf ein Verhältnis 1:8 anstatt 1:10 (Abbildung 2) hin. Der Stamm-Umfang lässt sich leicht mit einem Maßband ermitteln. Für die Höhen-Abschätzung hilft die Anpeilung der Baumkrone mit einem gleichseitigen, rechtwinkligen Dreieck über die Hypotenuse. Dann entspricht die Entfernung zum Baum, zuzüglich der Augenhöhe, der Baumhöhe.



### Die Blätter der Rosskastanie

Die handförmigen Blätter der Rosskastanie sind uns vertrauter als die der anderen Laubbäume. Die fünf bis sieben spiegelsymmetrischen Teil-Lamellen eines Blattes wachsen fächerförmig am Ende eines Stieles. Sie erinnern an die Füße eines Geckos. Die kürzeren Blatt-Teile haben das Profil einer Sammellinse, die längeren sind eher tropfenförmig mit einer Spitze am unteren Tropfenrand ausgebildet. Erstaunlich, dass auch an diesen, sich konisch zum Stiel hin verjüngenden Fiederblättern die Proportionen des Goldenen Schnittes erkennbar sind (Abbildung 3).

Tabelle 3: Kastanien Abmessungen [Abmessungen in mm; Gewichte in g].

Gemeine Rosskastanie						Rote Rosskastanie					Messtag
Woche	Länge	Breite	Gewicht	Frucht-Länge	Frucht-gew.	Länge	Breite	Gewicht	Frucht-Länge	Frucht-gew.	Datum (Mittw.)
1	12	11	0,8	1,5							01.06.2006
2	19	17	2,5	3		20	16	1,8	2,3		07.06.
3	24	23	5,2	7,3		20	19	3,8	5,6		14.06.
4	25	25	8	9		23	22	6	8		21.06.
5	29	29	14	12,5		28	26	9	9		28.06.
6	30	29	18	13		28	26	13	10		05.07.
7	33	30	21	16,5		30,5	29,5	18	12,5		12.07.
8	39	35	27	20		35,5	33,3	21	18		21.07.
9	37,5	35	20	19		31	34	19	18		25.07.
10	39,2	39,7	31	26,5		34,5	36,8	21	15,2		02.08.
11	43	41	42	29,4		39	37	29	22		09.08.
12	43,7	41	42	32	14	41,5	40	33	24	7	16.08.
13	47	45,3	51	30	18	47	44,3	47	29,5	12	28.08.
14	50,2	44	57	36	21	40	40,5	33	28	11	31.08.
15	50,5	47	54	37	22	50	47	55	36	14	06.09.
16	49	48	66	39	27	55	49	63	38	29	13.09.
17	48	51	68	43	31	50	46	49	39,5	22	20.09.
18	47	43	52	37	22	49	50	57	43	30	28.09.

Abbildung 6:  
Wachstum der  
Kastanien-Samen.

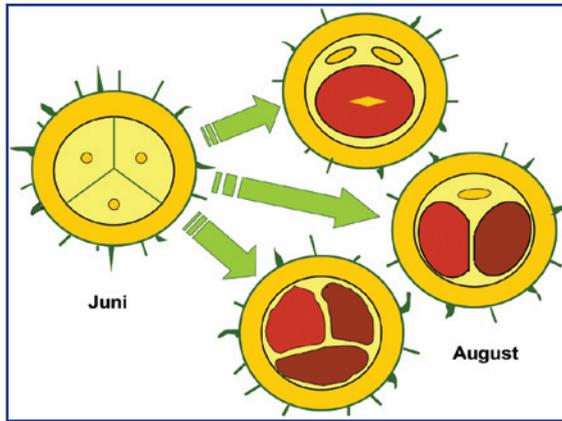


Abbildung 7:  
Vier(!) Roskas-  
tanien-Samen in  
einer Kapsel.

Ebenso lässt sich an dem Gesamt-Blatt mit seinen zumeist sieben Einzelblättern in unterschiedlichen Größen, jedoch spiegelsymmetrisch zu Blattachse, der Goldene Schnitt in seinen Proportionen ausmessen (Abbildung 4): Das Zentrum der Teilblätter liegt keineswegs in der Mitte eines Umkreises, sondern teilt den Durchmesser in Verlängerung zum Blattstiel im Verhältnis von etwa 1:0,62. Es sind sicherlich auch diese Harmonien, die das Kastanien-Blatt so interessant erscheinen lassen.

Grundlagen für diese Erhebungen beruhen auf dem Ausmessen der Blätter von über hundertjährigen Roskastanien am Hanauer Bahnhof (Tabelle 2). Sowohl die Gewichte der grünen Blätter im Juni als auch die verschiedenen Längenabmessungen stehen in guten linearen Verhältnissen zueinander (Abbildung 5).

### Samen der Roskastanie: die „Kastanien“

Abbildung 9:  
Gewichts-Ver-  
teilung von 20  
Einzel-Kastanien  
der 17. und 18  
Woche nach der  
Blüte.

Von Mai bis Ende September wachsen die hellgrünen bis gelb-braunen Samenkapseln heran: die stacheligen der gemeinen Roskastanie etwas schneller als die glatten Samenkapseln der roten Verwandt-

schaft (Tabelle 3). Auch das braune Kleid erscheint bei der gemeinen Roskastanie zwei Wochen eher.

Werden die noch weißen Kastanien-Samen aus ihrer Kapsel geschält, bildet sich innerhalb von drei Tagen die braune Farbe. In einer reduzierenden Lösung von Ascorbinsäure lässt sich die Färbung zurückdrängen.

Der Fruchtknoten der Roskastanie ist „dreifächerig“. Jedes Fach enthält zwei Samen-Anlagen. Von diesen sechs Anlagen sind in aller Regel jedoch nur drei gut erkennbar.

Sie haben einen vergleichbaren Durchmesser von etwa 1 mm. Dann beginnt ein Wettlauf um das Wachstum dieser Embryos. In den meisten Fällen setzt sich einer der drei Samen durch, aber auch „Zwillinge“ von annähernd gleichem Gewicht und Größe sind zu beobachten. Selten gelingt es jedoch, einmal drei Kastanien in einer Samen-Kapsel zu entdecken (Abbildung 6). Fast schon sensationell ist der Fund von vier aneinander drängenden Kastanien (Abbildung 7). Sie bilden ein Tetraeder in der Samenkapsel. Ihre Abmessungen und Gewichte verteilen sich wie folgt:

- $34,5 \times 34,2 \times 18,0 \text{ mm} = 11,0 \text{ g}$ ,
- $34,8 \times 30,2 \times 22,0 \text{ mm} = 13,0 \text{ g}$ ,
- $36,0 \times 33,0 \times 21,5 \text{ mm} = 13,5 \text{ g}$ ,
- $37,0 \times 33,0 \times 18,4 \text{ mm} = 13,5 \text{ g}$ .

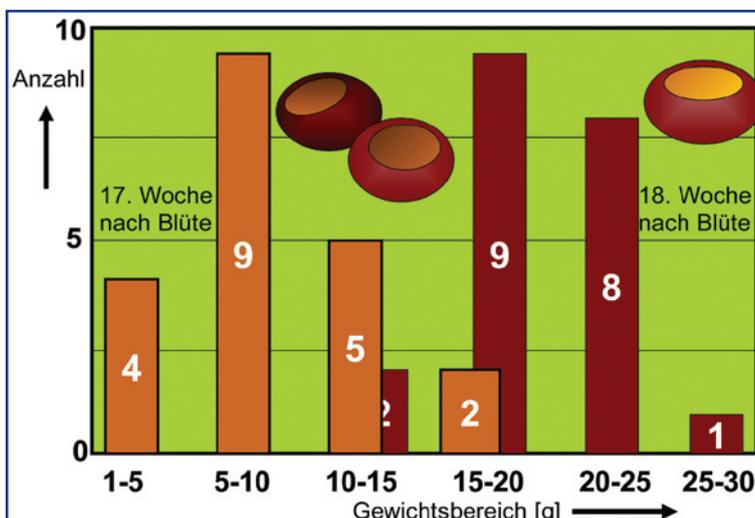


Abbildung 8: Kastanien-Früchte.



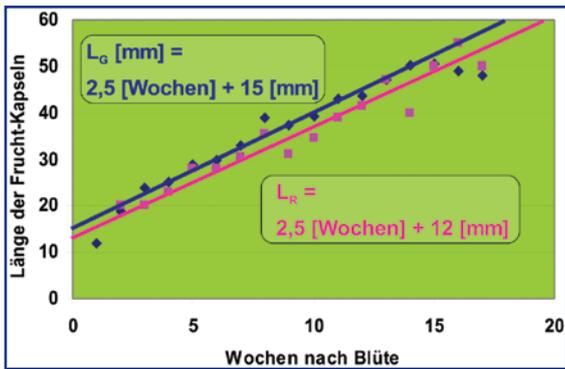


Abbildung 10: Längen-Wachstum der Rosskastanien-Samenkapseln.

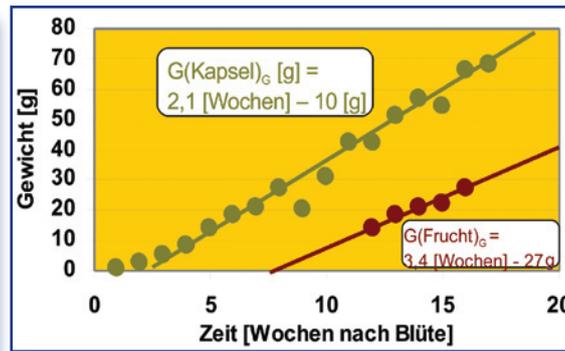


Abbildung 11: Wachstum (Gewichts-Zunahme) von Rosskastanien-Kapsel und eingeschlossener Frucht („Kastanie“).

Damit erreicht auch das Gewicht von 51 g eine beachtliche Größe, während die alleine wachsenden frischen Kastanien-Samen nur bis zu maximal knapp über 30 g wiegen.

Mit der Reife platzen die Rosskastanien-Kapseln bereits am Baum auf und lassen die braunen Samen herunterfallen. Oft lösen sich sogar noch die Kapseln eher von den Ästen, als sie die Samen freigeben. Dann fallen die Samen besonders schonend zu Boden (Abbildung 8). Für eine schnelle Verbreitung der Art sorgt die Pflanze mit dieser Technik nicht.

An den reifen Kastanien lassen sich die statistischen Verteilungen gut erklären. Denn nicht jede der Kastanien ist gleich schwer oder gleich lang mit seinem größten Durchmesser. Abbildung 9 verweist auf die Anzahl der Samen in den Gewichtsgruppen von jeweils 5 g. Dabei ist auch gut zu erkennen, wie die Gewichtszunahmen in der letzten Woche vor dem großen Abfallen, beim Übergang von der 17. zur 18. Woche nach der Blüte verlaufen. Jede Woche wurden einige der größten Kapseln vom Baum gepflückt.

Die Gewichtszunahmen sowie der Längenwachs-tum während der Wachstumsphase bis zum Aufplatzen der gelb-grünen Samenkapseln verläuft nahezu linear (Abbildung 10). Der Unterschied zur Roten Roskastanie ist deutlich, jedoch nicht sehr groß. Diese wachsen etwas langsamer.

Die gemeinen Rosskastanien-Samen, unsere bekannten Kastanien, entwickeln sich ebenso ge-

wichtsmäßig in linearer Weise mit der Zeit wie die gesamten Kapseln, allerdings die Samen etwas langsamer (Abbildung 11). Gut erkennbar ist auch das langsamere Wachsen der roten Rosskastanien-Samen im Vergleich zur gemeinen Art (Abbildung 12).

Frische Kastanien gehen im Wasser unter, d.h. ihre Dichte liegt über  $D = 1,0 \text{ g/cm}^3$ . Die hohe Dichte ist dem inneren Stärkekörper und seinen Inhaltsstoffen zu verdanken. Die braune Schale alleine schwimmt auf dem Wasser.

Trennt man die braune Samenschale vorsichtig von dem hellen inneren Stärkekörper ab, so macht das Gewicht der leichteren Schale etwa 20 % vom Gesamtgewicht des Samens aus (Abbildung 13).

Im Bereich des Keimlings, der in einer braunen Samenschalen-Tasche steckt, sind von außen mehrere Ringe, ähnlich den Wachstumsringen der Bäume zu sehen. Diese Ringen stellen eine Soll-Bruchstelle für den geschützten Keimling dar.

Gesammelte Kastanien verlieren innerhalb von drei Wochen bei Zimmertemperatur ihre Feuchtigkeit und schrumpfen um fast 40 Gew.-% ein (Abbildung 14). Das Einschließen in einen Kasten verhindert zwar weitgehend ein Austrocknen der

Abbildung 12: Wachstumsverlauf der Samen-Gewichte bei der Gemeinen- und der Roten Roskastanie.

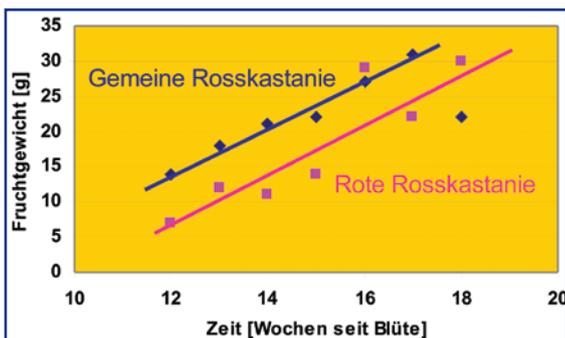
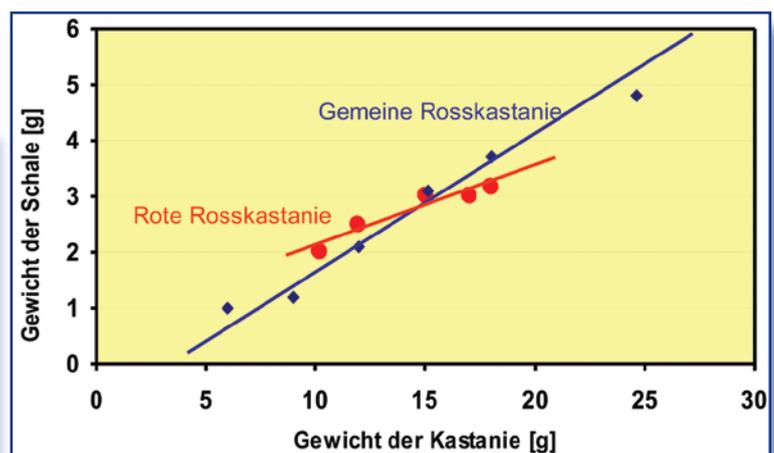


Abbildung 13: Anteil der braunen Kastanien-Schale ( $D < 1,0$ ) bei der gemeinen (blau) und der wilden Roskastanie (rot): ca. 20%.



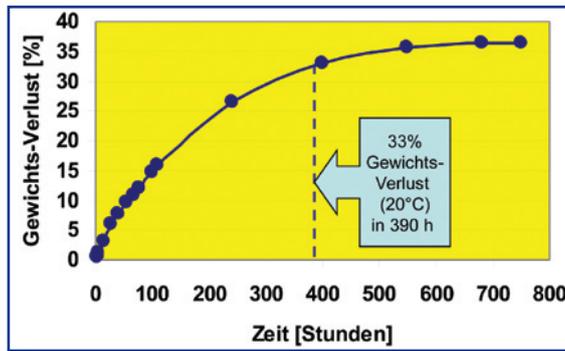


Abbildung 14: Gewichts-Verlust von 40 frischen Kastanien (20°C; 70% Feuchte).

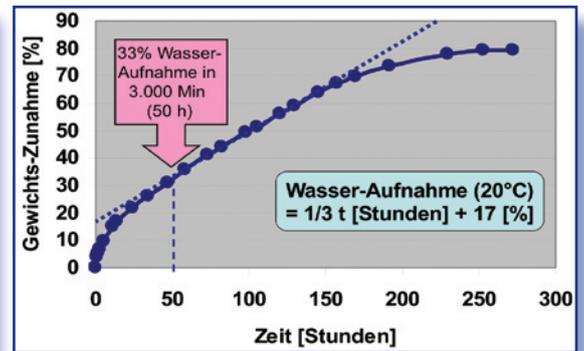


Abbildung 15: Wasseraufnahme von vier eingetrockneten Kastanien unter Wasser (20°C).

Kastanien, sie fangen jedoch nach etwa einem Monat an zu schimmeln.

Diese an der Raumluft getrockneten Kastanien nehmen unter Wasser bei 20°C wieder erhebliche Mengen an Wasser auf, mehr als sie ursprünglich am Baum besaßen. Dabei fungiert die braune Schale als wasserdurchlässige Membrane.

Allerdings trübt sich das Wasser und muss öfters ausgetauscht werden, um die Wasseraufnahme nicht zu behindern. Die getrocknete Kastanie nimmt durchschnittlich bis zu 80 % ihres Gewichtes wieder an Wasser auf (Abbildung 15). Konkret quellen vier Kastanien mit einem Trockengewicht von 73 g auf 131 g auf. Dabei weitet sich ihre Form fast zur Kugel. Bei einer Wasseraufnahme von 56 % sinken die Kastanien wieder im Wasser ab.

Während die Wasseraufnahme zu 33 % des Trockengewichtes bei 20° C ganze 50 Stunden (3000 Minuten) benötigt, vollzieht sie sich im siedenden Wasser bei 100° C schon in 3,33 Stunden (200 Minuten) (Abbildung 16). Das Wasser färbt sich dabei braun und die Kastanien schwarz.

Die bis zur Sättigung aufgequollenen Kastanien lassen sich wieder Trocknen, wobei sie jedoch kaum merklich zusammenschrumpfen. Sie behalten die nahezu runde Form bei. Die Wasserabgabe läuft beim zweiten Trocknen an Luft deutlich schneller: Haben wir beim ersten Trocknen der Kastanien in Abbildung 13 (gelber Hintergrund) noch einen

Gewichtsverlust von 33 % nach erst 390 Stunden erreicht, registrieren wir 33 % Gewichtsabnahme beim zweiten Trocknungsvorgang an Luft nach der Quellung in Wasser schon nach 72 Stunden (Abbildung 17). Das konstante Trockengewicht ist auch schon nach etwa 170 Stunden erreicht (Abbildung 18), während die erste Trocknung noch 650 Stunden bei 20° C beanspruchte. Die relative Luftfeuchte unterscheidet sich etwas, kann aber nicht diese Differenz erklären.

Das trübe Wasser, das bei der Quellung entstand, lässt ein Auswaschen der Samenschalen-Poren vermuten, wodurch das Transpirieren leichter fällt. Durch das Quellen können die Poren auch geweitet worden sein.

Schließlich reizt die Wasser-Verdunstung von Kastanien, die in Wasser bis zur Gewichtskonstanz aufquellen konnten, zu einem weiteren Vergleich: zur Gewichtsabnahme einer Wasserfläche in einem Gefäß, die der Oberfläche der Kastanien in etwa entspricht. Abbildung 19 zeigt den zunächst nahezu identischen Gewichtsverlust der Kastanien und des ungehindert verdunstenden Wassers.

Etwas 20 % des in den Kastanien bis zur Sättigung aufgenommenen Wassers verdunstet danach so, als würde es an die Samenoberfläche gedrückt. Die Schale wirkt nicht als ein Diffusionswiderstand.

Das Wechselspiel zwischen Trocknen und Wässern lässt sich beliebig fortsetzen. Wie die Trock-

Abbildung 16: Wasser-Aufnahme von eingetrockneten Kastanien unter Wasser (100°C).

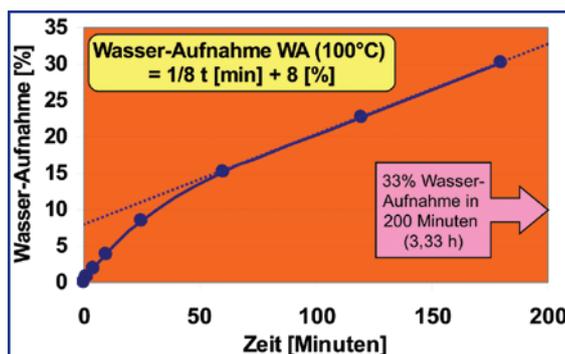
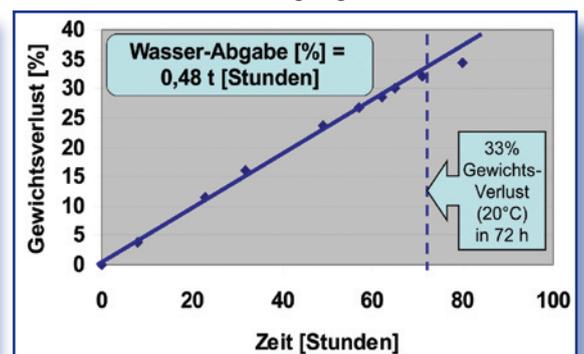


Abbildung 17: Wasserverlust von vier bei 20°C bis zur Grenze von 80 Gew.-% mit Wasser vollgesogenen Kastanien bei 20°C.



# CLB – Memory

Die CLB-Beilage für Ausbildung in Chemie, Labortechnik,  
Chemietechnik, Biologie und Biotechnik

Februar 2007

## Viskositätsmessung

### Auslaufbecher oder Rotationsviskosimeter?

Jutta Schelske-Gehm,  
proRheo GmbH, Althengstett.

**Die Viskositätsmessung mit dem Auslaufbecher ist, man sollte es kaum glauben, auch in unserer Zeit der allgemeinen Automatisierung und ISO 9000 Zertifizierungen ein weit verbreitetes Verfahren zur Viskositätsmessung bei Flüssigkeiten, insbesondere von Farben und Lacken. Hier wird nun einmal beleuchtet, welcher Zusammenhang zwischen einer Messung mit dem Auslaufbecher und der rheologischen Untersuchung einer Flüssigkeit besteht. Da die Viskosität außer von der Temperatur auch von den Kräften abhängt, die auf den Stoff wirken, ist natürlich insbesondere die Frage zu beantworten: Welche Viskosität wird eigentlich durch eine Messung der Viskosität in Auslaufsekunden bestimmt?**

Um die Viskosität einer Flüssigkeit mit einem Auslaufbecher zu bestimmen, besteht zunächst die Frage: Welcher soll es denn nun sein? In Abbildung 1 sind unterschiedliche Auslaufbecher zu sehen. Diese unterscheiden sich in Füllvolumen, Material, Form und vor allem in Durchmesser und Länge der Düse. In DIN 53012 sind die allgemeinen Regeln für die Geometrien festgelegt, doch die Wahl des verwendeten Bechers ist meist bestimmt durch

die Tradition im Unternehmen: „Das haben wir schon immer so gemacht!“

Zur Messung der Viskosität wird die Düse zugehalten und der Auslaufbecher randvoll gefüllt. Zeitgleich mit dem Öffnen der Düse wird vom Anwender eine Stoppuhr gestartet und er misst die Zeit bis der Strom der Flüssigkeit das erste Mal abreißt. Bei dieser Messung gibt es also unterschiedliche Fehlerquellen. Diese liegen in der Temperatur der Substanz, in der manuellen Zeitmessung, in der Beeinflussung der Messung durch eine verschmutzte Düse und der Bestimmung des richtigen Abreißzeitpunktes. In diesem Artikel soll jedoch nicht von den möglichen Fehlern gesprochen werden, sondern davon ausgegangen werden, dass alles optimal durchgeführt wird.

Warum ist die Viskositätsmessung mit dem Auslaufbecher so beliebt? Entscheidende Vorteile sind sicherlich, dass das „Messgerät“ extrem preiswert und – scheinbar – einfach zu handhaben ist. Hierzu kommt aber ein weiterer wesentlicher und nicht zu unterschätzender Faktor: Der Laborant sieht beim Befüllen die Flüssigkeit und beurteilt das Fließverhalten, die Oberfläche, die Tropfenbildung usw. Man kann erleben, dass derjenige schon beim Befüllen sagt: Das sind heute 27 s. Er misst dann

auch 27 s. Doch stellen Sie sich vor, dieser Mitarbeiter wird krank? Und was ist mit der Dokumentation und ISO 9000 Zertifizierung?

Somit entsteht die Frage: Wie ist der Zusammenhang zwischen der Messung einer Flüssigkeit im Auslaufbecher und einer Viskositätsmessung mit einem Rotationsviskosimeter entsprechend DIN 53 019.

Abbildung 1:  
Verschiedene  
Auslaufbecher.



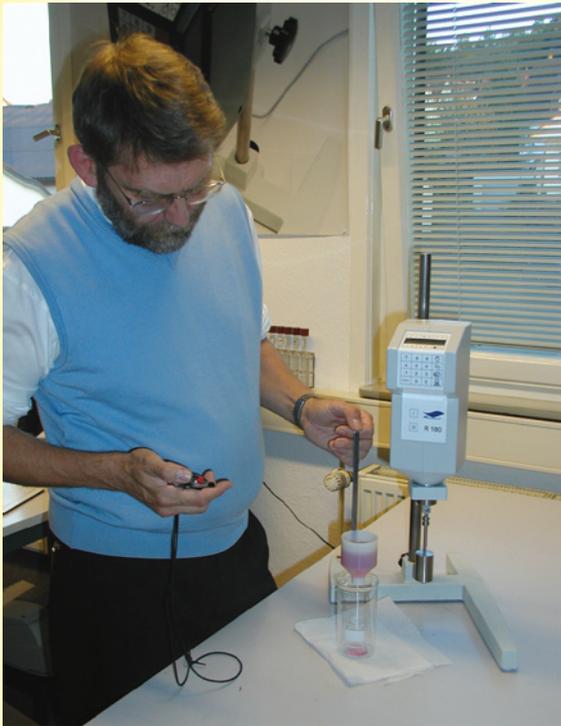


Abbildung 3: Messungen im Labor mit R 180 und Auslaufbecher.

Hierzu ist es erst einmal notwendig zu verstehen, was während der Messung in einem Auslaufbecher passiert. Dann kann man rechnerisch den Zusammenhang zwischen Auslaufzeit und dynamischer Viskosität herstellen.

Das Probenvolumen und die Messzeit (Auslaufsekunden) sind verbunden durch:

$$\int \dot{V} dt = V \quad (1)$$

mit:

$\dot{V}$  = Volumenstrom an der Düse  
 $V$  = Ausgangsvolumen

Der Volumenstrom kann nach dem Gesetz von Hagen- Poiseulle berechnet werden durch folgende Gleichung:

$$\dot{V} = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8 L \eta} \quad (2)$$

mit:

$r$  = Radius der Düse  
 $L$  = Länge der Düse  
 $\eta$  = dynamische Viskosität  
 $\Delta p$  = Druckdifferenz

Die Druckdifferenz  $\Delta p$  ist von der Füllhöhe des Auslaufbechers abhängig, ändert sich also während des Auslaufens bzw. der Messung.

$$\Delta p(t) = \rho g h(t) \quad (3)$$

mit:

$g$  = Erdbeschleunigung  
 $\rho$  = Dichte  
 $h(t)$  = Füllhöhe

$$\dot{V} = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot \rho \cdot g \cdot h(t)}{8 \cdot L \cdot \eta} \quad (4)$$

In dieser Gleichung ist die Dichte ein wesentlicher Faktor, was auch logisch ist, denn die Flüssigkeit wird durch ihr Gewicht durch die Düse gedrückt und die Erfahrung bestätigt, dass

Flüssigkeiten mit einem höheren spezifischen Gewicht, kürzere Auslaufzeiten haben. Dies bedeutet, dass nicht die Viskosität gemessen wird, sondern die kinematische Viskosität, ein Produkt aus Viskosität und Dichte.

Außerdem enthalten diese Formeln den Faktor  $\eta$ , die stoffspezifische dynamische Viskosität. Leider ist im Allgemeinen die Viskosität keine Konstante (außer bei Newton'schen Substanzen) sondern eine Funktion der Scherbelastung. In Abbildung 2 ist als Beispiel die Viskosität verschiedener Lacke in Abhängigkeit von der Schergeschwindigkeit aufgetragen.

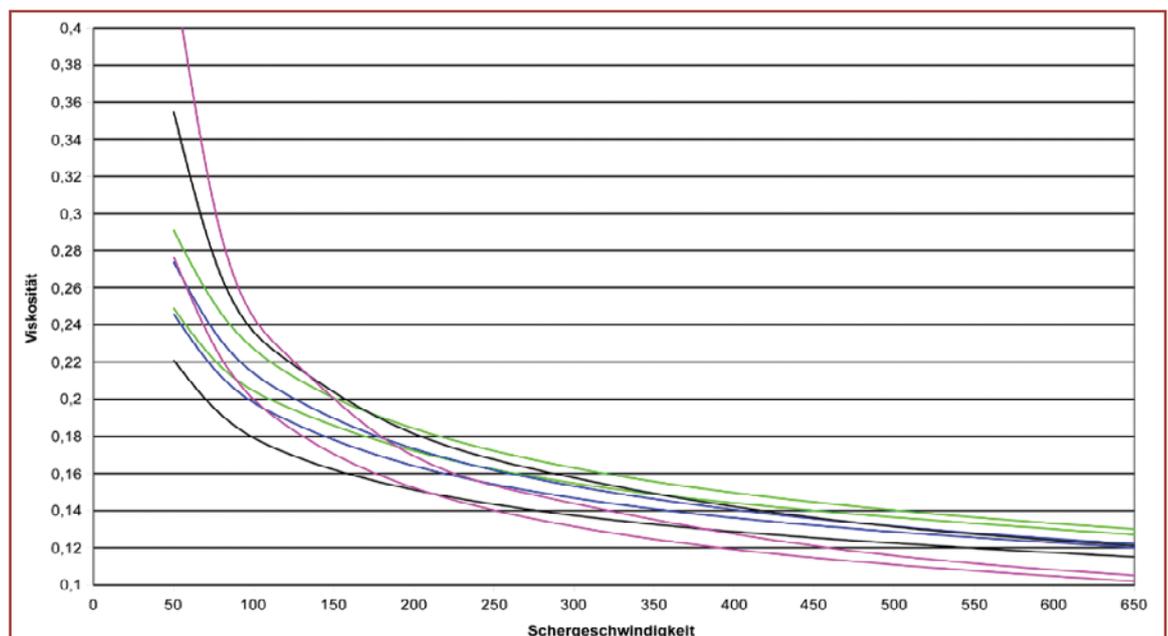
Die Schergeschwindigkeit ( $\dot{\gamma}$ ) im Auslaufbecher ist abhängig von der Fließgeschwindigkeit und dem Radius der Düse. Nach dem Gesetz von Hagen-Poiseulle ist die maximale Geschwindigkeit in der Mitte des Rohrs:

$$c_{\max} = \frac{r^2 \cdot \Delta p}{4 \cdot \eta \cdot L} \quad (5)$$

oder unter Berücksichtigung von Gleichung 3 ergibt sich für die Schergeschwindigkeit:

$$\dot{\gamma} = \frac{r \cdot \rho \cdot g \cdot h(t)}{4 \cdot L \cdot \eta} \quad (6)$$

Abbildung 2: Viskosität in Abhängigkeit der Schergeschwindigkeit.



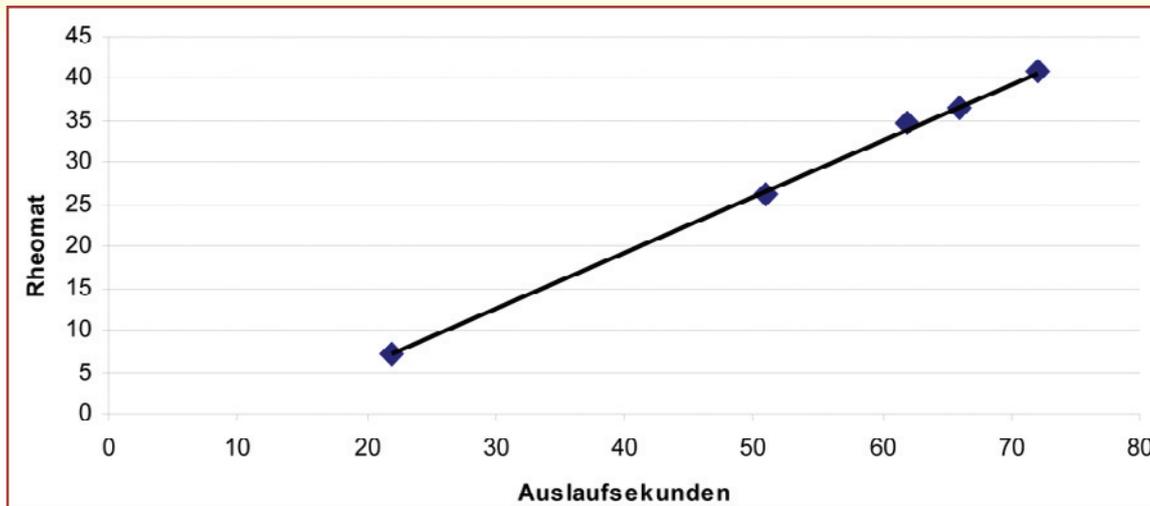


Abbildung 4:  
Zusammenhang  
Messungen mit  
Rheomat R 180  
und Auslaufbe-  
cher.

Es stellt sich nun die Frage: In welchem Schergeschwindigkeitsbereich misst nun eigentlich ein Auslaufbecher? Als Beispiel für die Berechnungen sei der häufig verwendete DIN 4 Becher ( $r = 2 \text{ mm}$ ,  $L = 4 \text{ mm}$ ,  $h_0 = 75 \text{ mm}$ ,  $V = 100 \text{ mm}^3$ ) angenommen. Unter der Annahme der Messung eines newtonschen Normöls ( $\rho = 0,9 \text{ g/mm}^3$ ,  $\eta = 100 \text{ mPas}$ ) ergeben sich Schergeschwindigkeiten von maximal  $0,83 \text{ s}^{-1}$ .

Die Frage ist nun, kann man die mit einem Rotationsrheometer gemessene Viskosität in Auslaufsekunden umrechnen?

Unter Berücksichtigung von Gleichung 1 und Gleichung 4 ergibt sich die Auslaufzeit rechnerisch als:

$$T = \frac{16 \cdot V \cdot L \cdot \eta}{\pi \cdot r^4 \cdot \rho \cdot g \cdot h_0} \quad (7)$$

Mit Hilfe dieser Formel ergeben sich rechnerisch  $19,3 \text{ s}$  für die Messung eines Normöls mit  $100 \text{ mPas}$  im DIN 4 Becher.

Hierzu wurden Versuche durchgeführt und es zeigte sich, dass Messwerte des Rotationsrheometers nahezu exakt umgerechnet werden können. Bei einem programmierbaren Laborviskosimeter, wie z. B. dem Rheomat R 180, kann die Anzeige der Viskosität in Auslaufsekunden erfolgen. Dies macht alle Messung reproduzierbar und dokumentierbar, ohne dass hausinterne Arbeitsanweisungen umgeschrieben werden müssen.

Zusätzlich ergeben sich dann weitere Vorteile:

- Die Viskosität kann auch mit einem Rotationsviskosimeter direkt im Prozess vollautomatisiert gemessen werden, was eine automatische, viskositätsabhängige Regelung ermöglicht.
- Man kann die Substanzen abhängig von der Schergeschwindigkeit näher untersuchen und damit differenziertere Kenntnisse über das Fließverhalten gewinnen.

Dies ist nur ein Ausblick auf weitere Möglichkeiten. Festzuhalten ist, dass die Messung der Auslaufsekunde mit einem einfachen Rotationsviskosimeter entsprechend DIN 53 019 erfolgen kann und damit reproduzierbar, dokumentierbar und unabhängig vom jeweiligen Mitarbeiter wird.

*Dieser Artikel wurde unterstützt von der Firma proRheo GmbH.*

**SECURITY**  
**Personenschutz & Sicherheitsdienst**  
[www.KROHECK.com](http://www.KROHECK.com)

Zentrale + Büro Westerwald:  
Tel.: 0 26 26 - 14 11 88  
Email: [Info@Kroheck.com](mailto:Info@Kroheck.com)

Büro Koblenz:  
Tel.: 0 26 1 - 7 22 23  
Am Stelmel 12  
56242 Nordhofen



- Detektive
- Sicherheitsdienst
- Personenschutz
- Objektschutz
- Funkstreifen
- Bewachungen
- Messeschutz

• Einziger Sicherheitsmeisterbetrieb im Großraum Koblenz •

Anzeige

## Nützliche Ratgeber 75 – 79

## Aktuelles Thema: Umweltforschung

Hydrierwerk in Zeitz als Modellstandort für Forschungstransfer

**D**as Gelände des ehemaligen Hydrierwerkes in Zeitz ist neuer Modellstandort für den internationalen Forschungs- und Technologietransfer zur Altlastensanierung. Sachsen-Anhalts Umweltministerin Petra Wernicke nahm nun eine Pilotanlage zur Grundwassersanierung in Betrieb, die den Boden mit heißem Dampf reinigt. An dem Projekt sind die Zeitzer Standortgesellschaft, die Landesanstalt für Altlastenfreistellung Sachsen-Anhalt, die Universitäten Kiel und Stuttgart sowie das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ beteiligt.



Sachsen-Anhalts Umweltministerin Petra Wernicke und UFZ-Geschäftsführer Georg Teutsch bei der Inbetriebnahme einer Pilotanlage zur Grundwassersanierung in Zeitz, die den Boden mit heißem Dampf reinigt (Foto: André Künzelmann/UFZ).

Das Hydrierwerk Zeitz produzierte seit 1938 Treibstoffe und Schmiermittel aus Braunkohle. In den letzten Monaten des Zweiten Weltkrieges traten bei Angriffen mehrere Tausend Tonnen Kraftstoffe aus und versickerten. Große Schadstoffkonzentrationen im Boden und im Grundwasser waren die Folge. Seit den 1970er Jahren entwickelte sich der Standort zu einem Zentrum der Karbo- und Petrochemie in der DDR. Nach der Wende entstand der Industriepark Zeitz. Heute ist das Gelände komplett erschlossen.

2003 begannen umfangreiche Sanierungsmaßnahmen. Die Kosten für die Sanierung müssen nicht die Investoren tragen. Sachsen-Anhalts Umweltministerin Petra Wernicke sagt: „In Sachsen-Anhalt hat

Altlastensanierung immer Vorfahrt vor einer weiteren Zersiedelung der Landschaft. Das ökologische Großprojekt in Zeitz belegt dies.“

Ein Pilotverfahren zur Bodenreinigung und dessen wissenschaftliche Begleitung setzen neue Maßstäbe bei der Altlastensanierung. Sachsen-Anhalt hat für die Sicherung und Sanierung von Altlasten allein im Ökologischen Großprojekt Zeitz bisher mehr als 7 Mio. Euro ausgegeben. Bis zum Abschluss aller Maßnahmen werden noch einmal etwa 19 Mio. Euro aufzuwenden sein. Für 2008 ist auf dem Gelände des Industrieparks Zeitz die Inbetriebnahme einer Stärkefabrik geplant. Daneben laufen die Planungen für verschiedene Biomasseprojekte.

Hinter der Pilotanlage mit dem Kürzel Mosam (Mobile thermische in-situ-Sanierungsanlage in modularer Bauweise) verbergen sich drei Container, eine Art Dampfreiniger. Sie erzeugen Dampf, der auf eine Fläche von 400 Quadratmetern bis zu 12 Meter tief in den Boden eindringt. „Man kann das mit einer

Espressomaschine vergleichen: Die nur gering und sehr langsam löslichen Schadstoffe werden durch das Erhitzen mit Dampf schneller aus dem Untergrund gelöst – so wie der Espresso viel schneller fertig ist als ein normaler Kaffee“, erklärt Holger Weiß vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Die Luft über dem Boden wird anschließend abgesaugt und durch einen Katalysator geleitet. Statt mehrerer Jahre dauert es nun nur noch ein paar Wochen, um eine derartige Fläche sauber zu bekommen.

Im Jahr 2005 startete das von den Universitäten Kiel und Rom initiierte Projekt Trans-IT – „Transferprojekt zur Verwertung von Technologie und Wissen aus nationalen Verbundvorhaben zur Grundwasser- und Bodensanierung in Deutschland und Italien“. Zeitz dient als Modellstandort, weil er sich aufgrund langjährig erworbener Erkenntnisse sehr gut eignet, um unterschiedliche Sanierungstechniken wissenschaftlich zu erproben.

## Graduiertenzentrum für Umweltforschung und -lehre

Die Universität Kassel hat ein Graduiertenzentrum für Umweltforschung und -lehre gegründet. Sie will elf Masterstudiengänge und vier Doktorandenprogramme unter dem Dach des Zentrums vernetzen. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat für zwei Jahre eine Anschubfinanzierung für das Zentrum bereitgestellt.

Ein Graduiertenzentrum ist ein flexibler organisatorischer Rahmen, der beispielsweise in den USA als „Graduate School“ post-graduale akademische Programme (Master und Promotionsstudium) unterstützt und zu koordiniert.

Einige Fächer und Einrichtungen, die an dem Graduiertenzentrum beteiligt sind: Ökologische Agrar-

wissenschaften, International Food Business and Consumer Studies, Regenerative Energien und Energieeffizienz, European Master in Renewable Energy, Umweltplanung und Umweltmanagement, Nachhaltiges Wirtschaften, Umwelttechnik, Wasserwirtschaft und Gewässermanagement, European Marie Curie Early Stage Research Training Network Solnet „Advanced Solar Heating and Cooling for Buildings“, Max Planck Research School on Earth System Modelling, DFG-Graduiertenkolleg „Die Steuerung von Humus und Nährstoffhaushalt in der ökologischen Landwirtschaft“, Promotionskolleg „Mensch-Umwelt-Systeme“, Strukturwandel europäischer Städte und Regionen.

## Wie ökologisch sind BtL-Kraftstoffe? – IFEU-Institut legt Studie vor

**Das IFEU-Institut für Energie- und Umweltforschung in Heidelberg bewertet synthetische Biokraftstoffe in einer aktuellen Studie unter ökologischen Gesichtspunkten. Die Analyse, über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) mit Mitteln des Bundeslandwirtschaftsministeriums gefördert, vergleicht BtL-Kraftstoffe (Biomass-to-Liquid) mit anderen Kraftstoffen und mit der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse. Auch innerhalb der BtL-Produktion wurde nach dem ökologisch vorteilhaftesten Herstellungsweg gefragt.**

Ergebnis: Reststoffe wie Waldrestholz und Stroh sind besonders umweltverträgliche Rohstoffe, aber auch Anbaubiomasse zeigt große ökologische Potenziale. Nun müssen BtL-Kraftstoffe beweisen, dass das zukünftig knapper werdende Gut Biomasse für sie sinnvoll verwendet ist.

Für die Bewertung sind nicht nur die eingesetzten Rohstoffe relevant, sondern auch die Verfahren, die Nutzung von Nebenprodukten, das jeweilige Vergleichsprodukt und die ökologischen Präferenzen.

Die Studie betrachtet die Einsparung von fossiler Energie und Treibhausgasen sowie Umweltwirkungen wie Nährstoffeintrag, Versauerung und Ozonabbau, die aus Emissionen von Stoffen wie Ammoniak, Lachgas (N<sub>2</sub>O), Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) oder Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), stammen.

Zunächst verglich das Forscherteam BtL-Kraftstoffe mit fossilen Kraftstoffen. Nutzer von pflanzlichem Sprit sparen fossile Energieträger und Treibhausgase gegenüber Diesel und Benzin ein, tragen aber zur Verstärkung von Versauerung, erhöhtem Nährstoffeintrag in Böden und Ozonabbau bei.

BtL aus Biomasse mit geringem Düngbedarf schneiden im Vergleich zu anderen Biokraftstoffen positiv ab, nur Ethanol und ETBE aus Zuckerrohr sind bezüglich der

eingesparten fossilen Energie und Treibhausgase noch vorteilhafter. In der Gegenüberstellung mit Biodiesel und reinem Pflanzenöl ist BtL aus Getreide die ökologisch vorteilhaftere Variante.

Am Schluss stellten die Forscher fest, wo ökologische Optimierungen die größten Auswirkungen haben. Dies sind der Wasserstoff-Import, die Pelletierung, die BtL-Nutzung in Fahrzeugen und die Auswahl der Biomasse.

Zeitpunkt und Ausmaß des BtL-Einsatzes und die dann verbreitete Motortechnologie haben signifikanten Einfluss auf die Emissionseinsparungen, die durch den Kraftstoff realisiert werden können, und schließlich ist auch die Auswahl der Rohstoffe relevant für die Ökobilanz: Reststoffe sind, so sie überhaupt verglichen werden können, ökologisch vorteilhafter als Anbaubiomasse.

Bemerkenswert ist, dass der Faktor Transport wider Erwarten kaum ins Gewicht fällt und auch dezentrale Konzepte nicht unbedingt vorteilhafter sind als zentrale: Der geringere Transportaufwand kann den gleichfalls geringeren Wirkungsgrad dezentraler Anlagen nicht ausreichend kompensieren.

Die Studie „Ökobilanzen zu BtL: Eine ökologische Einschätzung“ des Ifeu-Institutes steht auf [www.fnr-server.de/pdf/literatur/pdf\\_251ifeu-btl-studie-fnr.pdf](http://www.fnr-server.de/pdf/literatur/pdf_251ifeu-btl-studie-fnr.pdf) unter Literatur zum Download bereit.



## Der Uno-Klimareport

Sechs Jahre arbeiteten Experten aus über 130 Ländern an dem vierten Klima-Report des UNO-Ausschusses für Klimaveränderungen (IPCC).

Wasserstoff gilt als ein möglicher Energieträger der Zukunft. In einer Wasserstoffwirtschaft könnte sich aber die H<sub>2</sub>-Menge in der Lufthülle ändern und chemische Prozesse beeinflussen. Ein anderes Thema sind die Wechselwirkungen zwischen Aerosolen, Wolkenbildung und Klimaveränderung.

Das Treibhausgas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist ein weiterer zentraler Punkt im IPCC-Report. Die Experten sind sich inzwischen einig, dass der Mensch den Anstieg des CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verursacht.

Anders als noch in ihrem letzten Report von 2001 machen die Autoren in diesem Bericht konkrete Angaben und sagen einen globalen Temperaturanstieg von 2 bis 4,5 Grad Celsius bis 2100 voraus. Sie prognostizieren starke regionale Klimaschwankungen als Folgen. In der Arktis beispielsweise wird die Erwärmung etwa doppelt so stark ausfallen wie im globalen Mittel.

Weitere Informationen gibt es unter [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

## Ufoplan 2007

Ab sofort veröffentlicht das Umweltbundesamt seine geplanten Projekte für den Umweltforschungsplan (Ufoplan 2007) des Bundesumweltministeriums im Internet. 63 Forschungsprojekte zu umweltrelevanten Themen, die im Jahr 2007 beginnen sollen, sind unter [www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/ufoplan.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/ufoplan.htm) aufgeführt. Neben dem Thema und der Kennzahl ist auch das betreuende Fachgebiet nebst Ansprechpartner im Umweltbundesamt benannt. Institutionen oder Unternehmen, die eines oder mehrere Forschungsprojekte bearbeiten möchten, können ihr Interesse bis zum 8. März beim Umweltbundesamt anmelden.

## Vergütungen der Auszubildenden 2006

# 629 Euro brutto im Monat durchschnittlich

**6<sup>29</sup> Euro brutto im Monat verdienen die Auszubildenden 2006 durchschnittlich in Westdeutschland. Die tariflichen Ausbildungsvergütungen erhöhten sich im Durchschnitt um 1,0 % und damit ebenso viel wie im Vorjahr.**

In Ostdeutschland stiegen die tariflichen Ausbildungsvergütungen 2006 um 1,3 % auf durchschnittlich 536 Euro im Monat – was eine stärkere Zunahme als im Jahr zuvor bedeutet (0,6 %). Der Abstand zum westlichen Tarifniveau blieb unverändert: Seit 2001 erreichen die Vergütungen im Osten durchschnittlich 85 % der westlichen Höhe. Für das gesamte Bundesgebiet lag der tarifliche Vergütungsdurchschnitt 2006 bei 613 Euro pro Monat und damit um 1,1 % über dem Vorjahreswert (607 Euro).

Zu diesen Ergebnissen kommt das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in seiner Auswertung der tariflichen Ausbildungsvergütungen von 2006. Ermittelt wurden die durchschnittlichen Vergütungen für 186 Berufe in West- und 151 Berufe in Ostdeutschland. In diesen Berufen werden 87 % der Auszubildenden in West und Ost ausgebildet. Die in ungefähr 5 % der Tarifverträge vereinbarten erhöhten Beträge für Auszubildende ab 18 Jahren wurden jeweils eingerechnet.

Zwischen den Ausbildungsberufen gab es erhebliche Unterschiede in der Vergütungshöhe. Bei den ermittelten berufsspezifischen Durchschnittsn ist zu beachten, dass häufig auch im gleichen Beruf die tariflichen Ausbildungsvergütungen je nach Region und Wirtschaftszweig erheblich voneinander abweichen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die tariflichen Ausbildungsvergütungen nur in der betrieblichen Ausbildung gelten. In der aus öffentlichen Mitteln finanzierten außerbetrieblichen Ausbildung erhalten die Auszubildenden

in der Regel erheblich niedrigere Vergütungen, die hier nicht einbezogen sind.

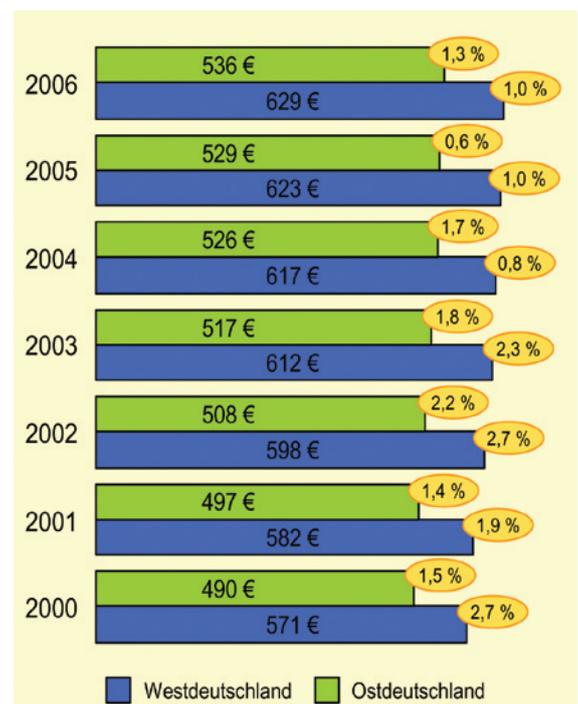
Insgesamt verteilten sich die Ausbildungsvergütungen in den untersuchten Berufen im Jahr 2006 wie folgt: In Westdeutschland bewegten sich die Vergütungen für 64 % der Auszubildenden zwischen 500 Euro und 750 Euro. Weniger als 500 Euro erhielten 15 % der Auszubildenden, wobei Vergütungen unter 400 Euro eher Ausnahmen darstellten; mehr als 750 Euro gingen an 21 % der Auszubildenden. In Ostdeutschland waren für 52 % der Auszubildenden Vergütungen von 500 Euro bis 750 Euro zu verzeichnen. Unter 500 Euro lagen die Vergütungen für 47 % der Auszubildenden, für 19 % sogar unter 400 Euro. Nur 1 % der Auszubildenden erreichte mehr als 750 Euro.

Das BIBB errechnete auch die Vergütungsdurchschnitte für die weiblichen und männlichen Auszubildenden: Danach kamen im Westen die männlichen Auszu-

bildenden auf durchschnittlich 643 Euro, die weiblichen auf 607 Euro. Im Osten betrug der Durchschnitt für die männlichen Auszubildenden 548 Euro und für die weiblichen 516 Euro. Diese abweichenden Vergütungsdurchschnitte resultieren aus der unterschiedlichen Verteilung der männlichen und weiblichen Auszubildenden auf die Berufe, d.h. junge Frauen sind häufiger in Berufen mit einer niedrigeren Ausbildungsvergütung anzutreffen als junge Männer.

Bei allen genannten Beträgen handelt es sich jeweils um die durchschnittlichen Vergütungen während der gesamten Ausbildungszeit. Für die einzelnen Ausbildungsjahre ergaben sich 2006 folgende Beträge: In Westdeutschland betragen die Vergütungen im 1. Lehrjahr durchschnittlich 557 Euro, im 2. Jahr 625 Euro und im 3. Jahr 697 Euro. In Ostdeutschland beliefen sie sich im 1. Ausbildungsjahr auf durchschnittlich 471 Euro, im 2. Jahr auf 540 Euro und im 3. Jahr auf 599 Euro pro Monat.

Entwicklung der Ausbildungsvergütungen von 2000 bis 2006 – Durchschnittliche monatliche Beträge in Euro sowie Anstieg gegenüber dem Vorjahr in Prozent; Berechnungsbasis: Tarifliche Ausbildungsvergütungen (Grafik: BIBB).



**Der BIBB-Hauptausschuss empfiehlt:**

## Vereinheitlichung von Prüfungsanforderungen

**Der Hauptausschuss des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) hat auf seiner letzten Sitzung in Berlin einstimmig eine Empfehlung zur Vereinheitlichung von Prüfungsanforderungen in Ausbildungsordnungen verabschiedet. Die neue Empfehlung wurde durch die Novellierung des Berufsbildungsgesetzes (BBiG) im Jahre 2005 notwendig und löst eine alte Regelung aus dem Jahre 1980 ab. Betroffen sind alle dualen Ausbildungsberufe, die künftig neu geordnet oder modernisiert werden.**

Neu geregelt werden in der Empfehlung unter anderem die Prüfungszeiten. In Abkehr von der bislang geltenden Regelung, die maximale Obergrenzen festlegte, empfiehlt der BIBB-Hauptausschuss nun die Einführung von festen Prüfungszeiten.

Weiterer Bestandteil der Empfehlung ist ein einheitlicher Katalog von Prüfungsinstrumenten, die zukünftig bei den Zwischen- und Abschlussprüfungen sowie bei der neuen, alternativen Form der „Gestreckten Abschlussprüfung“ zum Einsatz kommen können. Neue Prüfungsinstrumente wie zum Beispiel das „situative Fachgespräch“, der „betriebliche Auftrag“ oder die „Arbeitsaufgabe“ wurden einheitlich definiert und es wird beschrieben, wie sie eingesetzt und bewertet werden sollen.

Gleichzeitig wurde die Gliederung der Abschlussprüfungen in Fertigungs- und Kenntnisprüfungen aufgegeben. Prüfungen richten sich künftig an den jeweiligen beruflichen Handlungskompetenzen und nicht mehr an einzelnen Lernzielen aus. Dieses hat zur Konsequenz, dass es für die Gestaltung der Prüfungen für bestimmte Berufsgruppen, wie etwa kaufmännische oder gewerblich-technische Berufe, keine festen Vorgaben mehr gibt.

### Schriftliche Aufgaben

Der Prüfling bearbeitet schriftlich berufstypische Aufgaben. Dabei entstehen Ergebnisse wie zum Beispiel Lösungen zu einzelnen Fragen, Geschäftsbriefe oder Bedienungsanleitungen. Bewertet werden die fachliche Richtigkeit der Lösungen sowie das Verständnis für fachliche Zusammenhänge.

### Fachgespräch

In einem Fachgespräch werden Fachfragen und fachliche Sachverhalte erörtert. Es handelt sich um die Diskussion von Problemen, Lösungen oder Vorgehensweisen. Es können folgende spezifische Ausprägungen unterschieden werden: Fallbezogenes Fachgespräch, Auftragsbezogenes Fachgespräch und Situatives Fachgespräch.

### Gesprächssimulation

Die Gesprächssimulation ist ein mündliches Rollenspiel. Der Prüfling agiert dabei in seiner künftigen beruflichen Funktion. Dabei kann dem Prüfling die Möglichkeit gegeben werden, sich anhand von Unterlagen auf die Situation vorzubereiten und diese während des Gesprächs zu nutzen. Gegenstand der Bewertung können zum Beispiel fachliche Kompetenzen, Kundenorientierung oder kommunikative Kompetenzen wie etwa Auftreten oder sprachlicher Ausdruck sein.

### Präsentation

Der Prüfling stellt in einem Vortrag einen berufstypischen Sachverhalt, berufliche Zusammenhänge oder die Lösung einer vorab gestellten Aufgabe dar und beantwortet auf den Vortrag bezogene Verständnisfragen. Gegenstand der Bewertung können zum Beispiel fachliche und kommunikative Kompetenzen, die Form der Darstellung, Präsentationstechnik sein. Die Präsentation wird vom gesamten Prüfungsausschuss abgenommen.

### Prüfungsprodukt/Prüfungsstück

Der Prüfling erhält die Aufgabe, ein berufsspezifisches Produkt zu fertigen. Beispiele für ein solches Prüfungsprodukt/Prüfungsstück sind ein Metall- oder Holzprodukt, ein Computerprogramm, ein Marketingkonzept, eine technische Zeichnung, ein Blumenstrauß etc. Zu bewerten ist das Arbeitsergebnis. Während des Arbeitsprozesses kontrolliert eine Aufsichtsperson, ob der Prüfling selbstständig arbeitet und keine unzulässigen Hilfsmittel verwendet.

### Arbeitsprobe

Der Prüfling erhält die Aufgabe, eine berufstypische Arbeit durchzuführen. Der Prüfungsausschuss bewertet die Arbeits-/Vorgehensweise und das Arbeitsergebnis. Die Durchführung der Arbeitsprobe erfolgt in Anwesenheit des Prüfungsausschusses.

Der Betriebliche Auftrag und die Arbeitsaufgabe sind keine Prüfungsinstrumente; zu deren Bewertung werden in der Regel mehrere Prüfungsinstrumente festgelegt.

Der Betriebliche Auftrag besteht aus einer im Ausbildungsbetrieb anfallenden berufstypischen Arbeit. Bewertet werden die prozessrelevanten Kompetenzen, Arbeitsergebnisse und Vorgehensweisen.

Die Arbeitsaufgabe besteht aus einer vom Prüfungsausschuss entwickelten berufstypischen Aufgabe, bei der im Gegensatz zur Arbeitsprobe und zum Prüfungsprodukt/Prüfungsstück auch die prozessrelevanten Kompetenzen bewertet werden. Darüber hinaus können auch Arbeitsergebnisse und/oder Arbeits-/Vorgehensweisen bewertet werden.

Weitere Informationen unter: [www.bibb.de/dokumente/pdf/pressemitteilung\\_2\\_2007\\_anlage\\_empfehlung\\_ha.pdf](http://www.bibb.de/dokumente/pdf/pressemitteilung_2_2007_anlage_empfehlung_ha.pdf).

# Qualitative Analyse – Trennungsgänge

## Ammoniumsulfid-Urotropingruppe

1 Welches Element ist in der Ammoniumsulfid-Urotropingruppe nachzuweisen?

- A Cr
- B Mn
- C Fe
- D Co
- E Ni

2 Welche Substanz fällt bei Zugabe von Ammoniumsulfidlösung zur alkalischen Probenlösung aus?

- A NiS, schwarz
- B FeS, schwarz
- C Fe(OH)<sub>3</sub>, rotbraun
- D MnS, rosa
- E Be(OH)<sub>2</sub>, weiß

3 Welche Substanz bleibt an dieser Stelle des Trennungsganges in Lösung nach Zusatz von Urotropinlösung (zur entsprechend vorbereiteten Probenlösung)?

- A Aluminiumionen
- B Cobaltionen
- C Erdalkalitionen
- D Silberionen
- E Eisenionen

4 Was ist bei der Ammoniumsulfidfällung zu beachten?

- A Die Ammoniumsulfidlösung sollte gut abgestanden sein.
- B Das Zentrifugat der Fällung sollte möglichst farblos sein.
- C Zugabe von wenig Schwefelsäure am Ende der Fällung vervollständigt sie.
- D Den gründlich gewaschenen Niederschlag am besten über Nacht stehen lassen.
- E Kolloides Nickelsulfid lässt sich mit Ammoniumacetat und Papierschnitzeln ausflocken.

5 Der Niederschlag der Ammoniumsulfid-Fällung wird mit Salzsäure behandelt. Welche Ionen gehen wieder in Lösung?

- A Ni
- B Fe
- C Mn
- D Cr

E Co

6 Der Nickelnachweis erfolgt mit

- A Dimethylglyoxim
- B p-Benzochinondioxim
- C Diacetyldioxim
- D p-Benzochinonglyoxim
- E 2,3-Butandiondioxim

7 Ionen welchen Elements stören beim Nickelnachweis?

- A Fe
- B Pb
- C Pd
- D Bi
- E Cu

8 Wie ist Co an dieser Stelle des Trennungsganges nachzuweisen?

- A Als blaue Phosphorsalzperle
- B Als blaue Thiocyanatverbindung
- C Als blauer Nitrit-Komplex
- D Als blaues Hydroxid
- E Als blauer Quecksilberthiocyanatkomplex.

9 Welche Verbindung fällt bei der Urotropintrennung aus?

- A Al(OH)<sub>3</sub>, weiß
- B Zn(OH)<sub>2</sub>, weiß
- C Fe(OH)<sub>3</sub>, rotbraun
- D Fe(OH)<sub>2</sub>, weiß
- E Be(OH)<sub>2</sub>, weiß

10 Ist der mit Urotropin erzeugte Niederschlag grün, deutet das auf die Anwesenheit von

- A Titan
- B Aluminium
- C Chrom
- D Wolfram
- E Vanadium

11 Der Niederschlag der Urotropinfällung wird durch mehrere Fällungs- und Auflösungsvorgänge weiter getrennt. Wie weist man am Ende Eisen nach?

- A Als Berliner Blau
- B Als blaue Phosphorsalzperle
- C Als blaues Blutlaugensalz
- D Als blauen Dimethylglyoximkomplex
- E Als Turnbolls Blau

12 Aluminium weist man an dieser Stelle nach als

- A gelbes Phosphat
- B weißes Hydroxid
- C roten Farblack mit Alizarin S
- D grüne Morin-Verbindung
- E Thenards Blau

13 Wolfram lässt sich im Trennungsgang nachweisen mit

- A Schwefelwasserstoff
- B Kaliumthiocyanatlösung
- C Flammenfärbung
- D Hydrochinon
- E Dimethylglyoxim

14 Titan weist man an dieser Stelle nach als

- A [TiO]HPO<sub>4</sub>
- B TiO<sub>2</sub>
- C Ti<sup>3+</sup>
- D [Ti(O<sub>2</sub>) · aq.]<sup>2+</sup>
- E Ti<sup>5+</sup>

15 Vanadium lässt sich im Trennungsgang nachweisen mit

- A Schwefelwasserstoff
- B Kaliumthiocyanatlösung
- C Flammenfärbung
- D Hydrochinon
- E Dimethylglyoxim

16 Chrom lässt sich im Trennungsgang nachweisen als

- A Cr<sup>3+</sup>
- B Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>
- C CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>
- D CrO<sub>3</sub>
- E Cr<sub>3</sub>O<sub>3</sub>

### Lösungen zu Seite M8 (CLB 01/2007):

1 A, B, C, D, E; 2 D, E; 3 A, D; 4 C, E; 5 C; 6 A, C, E; 7 A, C, D, E; 8 D; 9 C, E; 10 B, C, D; 11 B, D; 12 B, C

(Alle Lösungen zu Seite M16 finden Sie in CLB 03/2007 sowie auf [www.clb.de](http://www.clb.de))

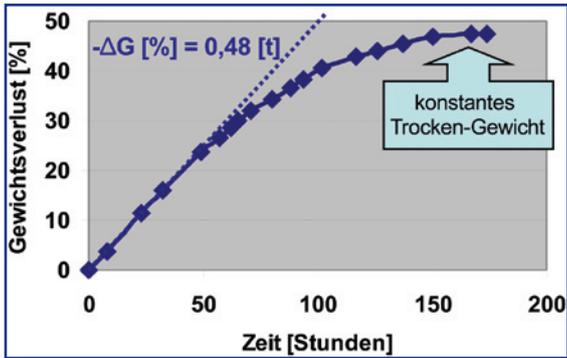


Abbildung 18: Gewichtsverlust von vier mit Wasser bis zur Sättigung aufgesogenen Kastanien (20°C; 60% Feuchte).

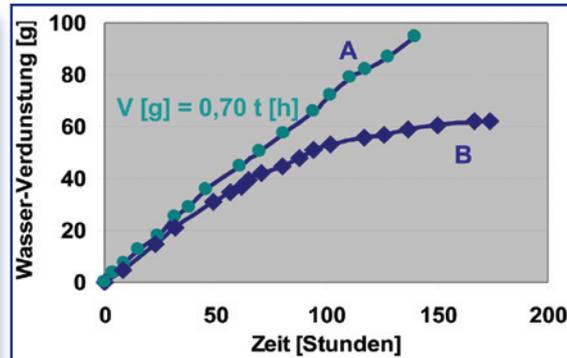


Abbildung 19: Gewichtsverlust von vier mit Wasser vollgesogenen Kastanien (B) und eine vergleichsweise Oberfläche an Wasser (A), (20°C, 60% Feuchte).



nung soll aber auch die Wasseraufnahme auch noch ein zweites Mal beobachtet werden: Während die erste Wasseraufnahme (Abbildung 14) in den Schritten 30 % Gewichtszunahme in 45 Stunden, 40 % in 70 und 50 % in 100 Stunden verläuft, dauerte die Zeit zu den entsprechenden Prozenten 30, 55 und 150 Stunden (Abbildung 20). Sie erfolgt also zunächst beschleunigt, verfällt dann aber in einen langsameren geradlinigen Aufnahme-Zeit-Verlauf.

Das Wasser trübt sich innerhalb eines Tages ein. Auf der Wasseroberfläche bildet sich eine Haut. Da die Kastanien nach dem Quellen beim Trocknen nicht schrumpfen, muss bei der erneuten Wasseraufnahme die eingeschlossene Luft verdrängt werden. Die kleinen Bläschen die sich auf der Kastanienoberfläche unter Wasser bilden, können zur Verzögerung der Wasseraufnahme beitragen.

Bei einer Wasseraufnahme von etwa 45 Gew.-% sinken die vier Kastanien im Wasser ab. Da sich das Volumen der Kastanien nicht merklich verändert, kann bei den trockenen Kastanien von einer Dichte  $D = 0,6 \text{ g/cm}^3$  (69 g : Volumen;  $115 \text{ g} : V = 1 \rightarrow \text{Volumen} = 115 \text{ cm}^3$ ) aus gegangen werden. Die bis zur Sättigung gequollenen Kastanien haben entsprechend eine Dichte von  $D = 1,035 \text{ g/cm}^3$  (124 g :  $115 \text{ cm}^3$ ).

Genau die gleiche Dichte von  $1,078 \text{ g/cm}^3$  wurde auch durch Wiegen und Wasserverdrängung in einem Messzylinder ermittelt.

War die Gewichtskonstanz bei der ersten Quellung nach einer Zunahme um 80 Gew.-% und einem Gewicht von 131 g erreicht, so lag ihr Limit bei der Wiederholung mit 124 g ebenfalls bei 80 %. An der trübe gewordenen Lösung war zu sehen, dass ein Teil aus dem Inneren der Rosskastanien-Samen herausgelöst wurde. Bei der zweiten Wässerung verloren die vier Kastanien sieben Gramm. Die zweite Wasseraufnahme bis zur Sättigung dauerte genau doppelt so lange: rund 500 statt 250 Stunden.

Die unterschiedlichen linearen Steigungen, die sich in der Wasseraufnahme-Kurve verbergen, sprechen für diffusionsgesteuerte Prozesse, mit denen der Stärkekörper aufquillt.

Diese Trocknungs- und Quellversuche sind leicht experimentell nachzuarbeiten. Dabei lassen sich noch weitere Parameter berücksichtigen, wie Temperatur, Druck, Größe der Rosskastanien, Zusatz von Tensid, Lösungsmittelmischungen usw.

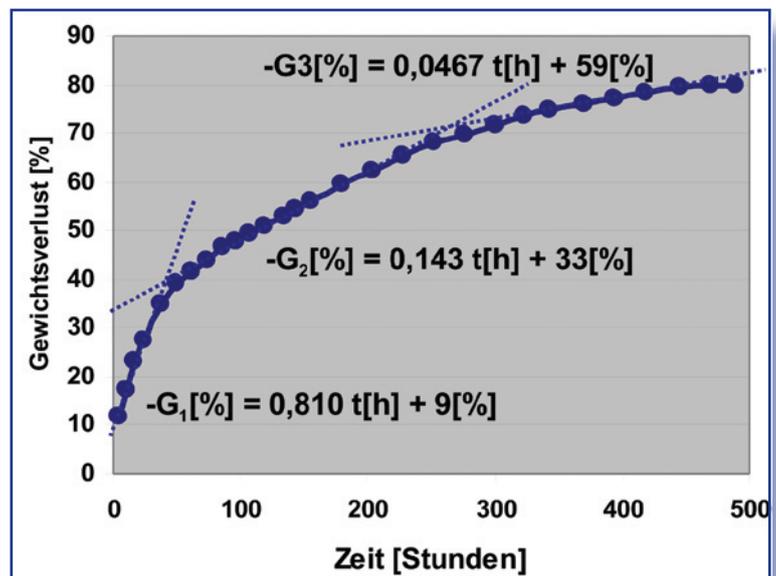
### Medizinische Bedeutung der Rosskastanie

Wer denkt nicht bei dem Namen „Kastanie“ gleich an die braunen, glänzenden Kugeln, die wie „Schmeichelsteine“ oder „Chi-Gong-Kugeln“ in der Hand liegen?!

Man sollte auch drei von ihnen ständig gegen Gicht und Rheuma in der Hosentasche tragen. Aber vielleicht ist das Spielen und Bewegen der Finger genau die Ursache für eine gute Durchblutung der Hand- und Arm-Muskulatur.

Die Rosskastanie gilt als Multitalent, wenn sie auch direkt für den Menschen nicht genießbar ist. Ihr bitterer Geschmack trug der weißen oder gemeinen Rosskastanie auch den Namen Bitterkastanie ein. Wegen des Gehaltes an Saponinen (Seifenstoffen) können bei oraler Applikation Juckreiz, Übelkeit oder Magenbeschwerden auftreten.

Abbildung 20: Zweites Aufquellen von vier Kastanien in Wasser (20°C).



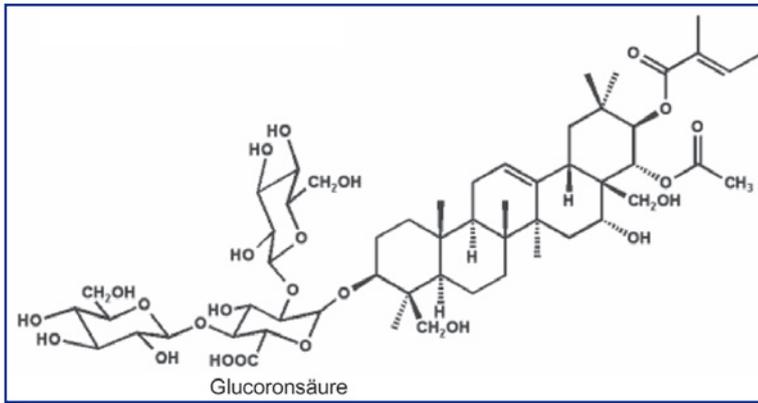


Abbildung 21:  
Haupt-Glykosid  
des Aescins.

Die Extrakte der Roskastanie spielen aber seit langer Zeit eine wichtige Rolle. Davon zeugen bereits die Schriften der Benediktinerin und Klostergründerin Hildegard von Bingen (1098 - 1179).

Auch heute sind die Inhaltsstoffe von Rinde, Knospen, Blüten und Samen für Heilpraktiker und Naturärzte unentbehrlich. Der englische Immunologe und Bakteriologe Edward Bach (1886 - 1936) berücksichtigte den Baum ebenfalls in seinen Bach-Blütentherapien. Diese Bach-Blütentherapie versteht sich als Reharmonisierung negativer seelischer Verhaltensmuster. Erst sie ermöglicht den Anschluss an die eigenen seelischen Selbstheilungskräfte. Bach verwendete die Knospen und Samen der Roskastanien in seinen Tropfenkonzentraten.

Als Teezubereitung ist der Samen ungeeignet. In Form von Salben, Brei, Ampullen, Zäpfchen und Dragees haben die Inhaltsstoffe jedoch große Bedeutung bei der Behandlung von Krampfadern und der Ausschwemmung von Flüssigkeitsstauungen, besonders nach Verletzungen. Die von innen strafende Wirkung der Venen und Kapillaren, die erfolgreiche Behandlung von Krampfadern (Varizen) und Hämorrhoiden, überhaupt die positive Wirkung auf das gesamte Gefäßsystem durch Kastanienextrakte erkannten 1896 auch französische Ärzte und favorisierten die Inhaltsstoffe der Roskastanie in ihren Anwendungen und Verschreibungen.

Äußerliche Kastanienbrei-Packungen helfen bei Verletzungen und Verstauchungen, Blutergüssen, Ödemen sowie Schmerzen der Wirbelsäule.

Einen wirksamen Extrakt aus dem Samen der gemeinen Roskastanie bereitet man in folgenden Schritten:

- Trocknen der Samen (Kastanien),
- Entfernen der braunen Schale,
- Nachtrocknen bei 60°C,
- Zermahlen des Stärkekörpers,
- Extraktion mit einem Ethanol-Wasser-Gemisch,
- Schonendes Eindampfen bis zur Trockne.

Da der extrahierte Wirkstoff *Aescin* vom Darm nur schlecht resorbiert wird und von der Leber größtenteils abgebaut wird, müssen die Dosen an Roskastanienextrakt möglichst hoch sein: Ärzte verordnen bei Bedarf üblicherweise ca. 600 mg, entsprechend 100 mg Aescin.

Venen-Fachärzte (Phlebologen) warnen vor den zunehmenden Leiden durch langes Stehen oder Sitzen, zudem noch mit übereinander geschlagenen Beinen. Venen verfügen, im Gegensatz zu den Sauerstoff transportierenden Arterien, über keine Muskelschicht und sind daher besonders anfällig.

### Die Chemie der Roskastanie

An Hauptbestandteilen der Roskastanien-Samen gibt der RÖMPP [5] folgende Zusammensetzung an:

- Stärke 50 – 60 %
- Protein 8 – 10 %
- Fettiges Öl 7 – 8 %
- Aescin ca. 3 %
- Glykoside des Quercetins und des Kämpferols.

Das Aescin und die Flavonoide *Quercetin* und *Kämpferol* sowie die in Rinde und Blättern vorkommenden Cumarine, wie das *Aesculin*, haben die Ödem ausschwemmende und Gefäß abdichtende Wirkung.

Bei dem *Aescin* handelt es sich um ein seifenartiges, wasserlösliches Gemisch (= Saponine), das im wesentlichen aus einem Glykosid des Protoaescigenins mit zwei Mol Glucose und einem Mol Glucuronsäure besteht (Abbildung 21). Die Formel  $C_{54}H_{84}O_{23}$  verweist auf ein Molekulargewicht von 1.101,25 g. Mitunter werden im Internet auch abweichende Strukturen und Formeln angegeben.

Das reine Quercetin zählt mit seinen fünf OH-Gruppen zu den Flavonolen (Abbildung 22). Namentlich leitet es sich von dem lateinischen *quercus*, die Eiche, ab. Dieser gelbe Naturfarbstoff wird in der Färbereiche, im Apfel und in Traubenschalen gefunden. In der Natur kommt Quercetin als Glykosid vor, gebunden an bestimmten Zuckern. Der nadelige Feststoff wird auch technisch in größeren Mengen synthetisiert. Mit einer Molmasse von 302,2 g und einem Schmelzbereich von 316-317°C (Zersetzung!) kommt ihm die Formel  $C_{15}H_{10}O_7$  zu. Die Löslichkeit in Wasser liegt bei Raumtemperatur unter 1 g/Liter. In siedendem Ethanol, in Essigsäure und in verdünnter Natronlauge löst es sich leicht.

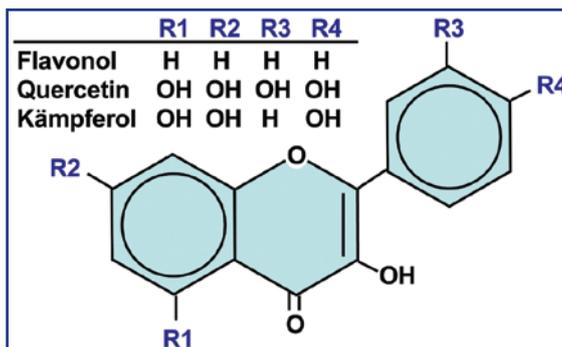


Abbildung 22:  
Flavonol und  
seine Derivate.

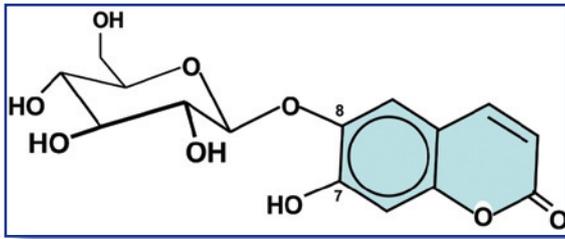


Abbildung 23: Der in der Rosskastanie vorkommende Fluoreszenz-Farbstoff „Aesculin“.

Dem Quercetin werden physiologisch positive Effekte zugesprochen: beispielsweise antikarzinogene Wirkungen. In der Analytischen Chemie wird es zum Nachweis von Hafnium, Zink und Zinn sowie Molybdän eingesetzt. Es bilden sich farbige Komplexe. Mit Molybdän entsteht beispielsweise ein stabiler gelber Chelatkomplex mit einem Extinktionsmaximum in Chloroform bei 420 nm [6].

Als Venenmittel wurde es jedoch fragwürdig, was 1970 zur Rücknahme der Arzneimittelzulassung führte. Die orale Verabreichung an Mäusen führt zu einer letalen Dosis von  $LD_{50} = 160 \text{ mg/kg}$ .

Auch das *Käpferol*,  $C_{15}H_{10}O_6$ , mit vier OH-Gruppen leitet sich vom Flavonol (lat.: flav = gelb) ab (Abbildung 22). Es hat ein Molgewicht von 286,24 g und schmilzt im Bereich von 276-278 °C. Es löst sich nur wenig in Wasser, jedoch gut in Ethanol, Diethylether und Aceton.

Rinde und Zweige der Rosskastanie enthalten auch das *Aesculin*,  $C_{15}H_{16}O_9$ , das Glykosid des 7-Hydroxycumarins (Abbildung 23). Bricht man einen Zweig der Rosskastanie unter UV-Licht (366 nm Wellenlänge), so erscheint eine blaue Fluoreszenz.

Die Substanz mit dem Molekulargewicht 340,28 g bildet farblose, bitter schmeckende Nadeln und kristallisiert mit 1,5 Mol Wasser. Der Schmelzpunkt liegt bei 212 °C. Die Löslichkeit in Alkohol und siedendem Wasser ist gut. Der blau fluoreszierende Effekt wurde bereits 1929 entdeckt und führte zur Verwendung der Substanz als optischer Aufheller in Waschmitteln.

Durch Hydrolyse, die schon leicht bei der Verletzung der Pflanze erfolgt, zerfällt das Aesculin in Glucose und 6,7-Dihydroxycumarin.

Neben dem Einsatz in der Medizin, wo es wegen des kapillarabdichtenden Effektes gegen Krampfadern, Hämorrhoiden und Thrombosen seinen Einsatz findet, wird es, wie auch andere Cumarine, als Licht- und Sonnenschutzmittel und in der Mikrobiologie zur Unterscheidung von Bakterien verwendet.

## Weitere Verwendungen der Rosskastanie

Die Historie verweist auf die heilende Wirkung der Rosskastanien in der Tiermedizin. Die Förstereien und Halter von Tiergehegen bevorrateten die Kastanien als nahrhaftes Winterfutter.

Nach den beiden Weltkriegen waren die bitteren Samen der Rosskastanien auch Bestandteil der menschlichen Nahrung: sie wurden „entbittert“, um so die Vitamine und Mineralien, vor allem aber die Stärke nutzen zu können. Mit heißem Wasser oder Alkohol-Wasser-Gemischen können die Bitterstoffe soweit entfernt werden, dass ein Verzehr möglich ist.

Die Saponine dienten als Waschmittlersatz, und aus den gerösteten Stärkekörpern der Samen bereitete man nach den Kriegen, ähnlich wie aus den Eicheln, einen Ersatz-Kaffee.

Vielleicht lässt sich die Rosskastanienstärke aber auch für den technischen Einsatz nutzen. Die Stärke aus Feldfrüchten findet bereits verschiedene technische Verwendung. Nach weiteren Einsätzen dieser nachwachsenden Rohstoffe wird eifrig geforscht.

So wie die Fußabdrücke der Geckos ähnliche Formen haben wie die Rosskastanienblätter, lässt sich dieses Natur-Design vielleicht auch für Haftflächen oder Belichtungs-Flächen nutzbringend in der Technik einsetzen.

Vorbildlich fällt auch die schützende Keimtasche in der Samenschale der Rosskastanie auf. Sie ist zudem umgeben von ringförmigen „Sollbruchstellen“ in der Schale, die ein Durchbrechen des Keimlings durch die feuchte braune Schale erleichtern. Hier sind die Bioniker aufgefordert, nach sinnvollen Übertragungen für technische Anwendungen oder Optimierungen in der Technik nachzudenken. **CLB**

### Literatur

- [1] Ulrich Hecker, „Bäume und Sträucher“, bly, München, 2006.
- [2] Allen J. Coombes, „Bäume“, Kindersley Verl., Starnberg (London 1992), 2006.
- [3] Rudolf Fenner, ROBIN WOOD-Magazin, 4/2004.
- [4] www.baum-des-jahres.de
- [5] RÖMPP Chemie Lexikon, Thieme, 9. Aufl. (1993)
- [6] Fries J. und H. Getrost, „Organische Reagenzien für die Spurenanalyse“, E. Merck, Darmstadt (1975).



AUFsätze

# Ein Tempel für die Chemie

Georg Schwedt, Bonn

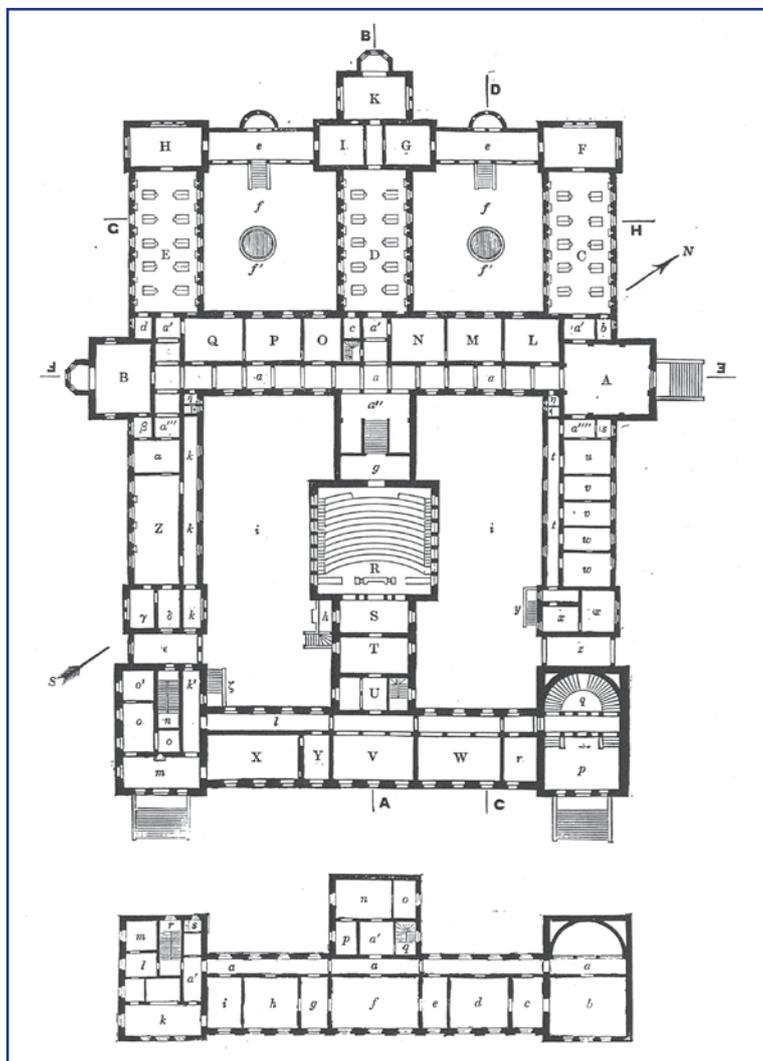


Abb. 1: Grundriss des Erdgeschosses aus [5] (Erläuterungen im Text).

Mit der Berufung des Liebig-Schülers August Wilhelm Hofmann aus London nach Bonn erhielt die 1818 vom preußischen König Friedrich Wilhelm III. gegründete Universität ein eigenes Institut für die Chemie gegenüber dem Poppelsdorfer Schloss und dem Botanischen Garten. Mit einem Kostenaufwand von 433 000 Mark wurde von 1864 bis 1867 an der Meckenheimer Allee ein prachtvolles Institutsgebäude von monumentalem Ausmaß errichtet – als der Welt größtes chemisches Institut, das mehr als 100 Jahre von Chemikern genutzt wurde.



## Der Autor

Der Buchautor und Mitherausgeber der CLB, Prof. Dr. Georg Schwedt, war von 1987 bis zu seiner Emeritierung 2006 Professor für Anorganische und Analytische Chemie an der Technischen Universität Clausthal. Jetzt lebt er in Bonn und widmet sich in vielfacher Weise der Aufgabe, die Naturwissenschaften den Menschen nahe zu bringen.

## Aus der Bonner Universitätsgeschichte

Die vom kölnischen Kurfürsten Max Friedrich 1774 gegründete „Maxische Akademie“ wurde durch den Erzbischof und Kurfürsten von Köln Max Franz von Habsburg-Lothringen – jüngstes von 16 Kindern der Kaiserin Maria Theresia – am 20. November 1786 zur Kurfürstlichen Universität erhoben. 1793 wurde Dr. med. Ferdinand Wurzer (1765-1844), der durch seine Arbeit „Physikalisch-chemische Beschreibung der Mineralquelle zu Godesberg bei Bonn (1790)“ bekannt geworden war, im Alter von 28 Jahren zum Professor für Chemie berufen. Das Thema seiner Antrittsvorlesung lautete: „Über die verschiedenen Schicksale der Chemie, ihren Einfluß in der gesamten Naturkunde und über die durch sie dem Staat erwachsenden Vorteile“. Er hielt sie im damaligen Universitätsgebäude, dem ehemaligen Jesuitengymnasium, in der Bonngasse. Im Oktober 1794 marschierten auch in Bonn französische Truppen ein, Kurstaat und kurfürstliche Universität wurden 1797 aufgelöst. Wurzer war zunächst in der „Zentralschule“ tätig, bevor er 1804 einen Ruf an die Universität Marburg erhielt, wo er bis zu seinem Tod 1844 als Professor für Chemie und Medizin wirkte.

Die heutige Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn wurde als Königlich-Preussische Rhein-Universität – „nach spannungsvollem, konfessionell und politisch belastetem Tauziehen um den Sitz“ – 1818 durch den neuen Landesherrn König Friedrich Wilhelm III. von Preußen gegründet; 1828 erhielt sie seinen Namen. Als Universitätsgebäude wurde das Kurfürstliche Residenzschloss und das Poppelsdorfer Nebenschloss Clemensruhe genutzt. Das chemische Laboratorium und das technologische Kabinett befanden sich neben dem chemischen Auditorium in der Südostecke des Schlosses. Im ersten Semester lehrten in Bonn zwölf Professoren, darunter auch der Chemiker Karl Wilhelm Gottlob Kastner (1783-1857), der aus Halle als Professor für Chemie, Pharmazie und Physik berufen wurde. 1819 kam als außerordentlicher Professor für Technologie Karl Gustav Bischof (1792-1870) nach Bonn, der bis 1863 im Poppelsdorfer Schloss lehrte. Kastner wurde bereits 1821 nach Erlangen berufen. [1,2]

Der Liebig-Schüler August Wilhelm Hofmann (1818-1892) wirkte 1845 als Privatdozent in Bonn und wurde noch im selben Jahr als Professor zur Errichtung und Leitung des Colleges of Chemistry nach London berufen. Hofmann soll als Privatdozent in Bonn in seiner Wohnung experimentiert haben, da die Bedingungen im Poppelsdorfer Schloss offensichtlich völlig unzureichend waren. In seinem Roman „Anilin“ berichtet Karl Alois Schenzinger: „Er hatte zehn Hörer in seinem Kolleg. Das brachte sechzig Taler im Semester. Seine Vorlesungen waren ihm gleichgültig. Er las irgend etwas über Agrikultur und Chemie,

nur um etwas zu lesen. Aber er hatte im Steinkohlenteer Benzol gefunden. Er war einem Verfahren auf der Spur, aus diesem Benzol Anilin herzustellen. Welche Aussichten waren das! Wieviel Möglichkeiten winkten da! In seiner Wohnung lag alles bereit: Geräte, Material, Reagenzien. Er brauchte nur anzufangen...“ [3]

Hofmann soll anlässlich der jährlichen Beethoven-Feier auch Besuch von Prinz Albert von Coburg und dessen Gattin Victoria, Königin von England, in seiner Wohnung gehabt haben, die der Prinz als Student bewohnt hatte. Und während dieses Besuches soll Hofmann auch experimentiert haben. Dieser Besuch habe mit den Anlass gegeben, dass Hofmann dann ein lukratives Angebot aus London erhielt, nachdem auch Liebig ihn empfohlen hatte.

Die Situation um 1850 beschreibt ein Medizinstudent aus Österreich wie folgt – nach [1]: „Die Chemie ist hier im Allgemeinen sehr mittelalterlich bedacht und das Laboratorium Bischofs, obwohl der Lokalität nach sehr zweckmäßig gebaut, doch nicht dem neueren Standpunkte der Einrichtung und den Arbeiten nach entsprechend.“

1856 wurde Hans Heinrich Landolt (1831-1910) als zunächst außerordentlicher Professor (ab 1867 bis 1869 o. Prof.) für organische Chemie aus Breslau nach Bonn berufen. 1869 folgte er einem Ruf nach Aachen, 1880 nach Berlin (ab 1891 Direktor des 2. Chemischen Instituts der Universität).

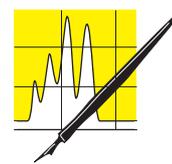
### Neubau des Chemischen Instituts

1863 erhielt Hofmann den Ruf nach Bonn. Seine Bedingung für eine Annahme war ein Neubau für die Chemie. Von 1864 bis 1867/8 entstand gegenüber dem Poppeisdorfer Schloss ein Chemisches Institut. Nach Ideen Hofmanns, Sohn eines Darmstädter Baumeisters, und den Plänen des Universitätsbaumeisters August Dieckhoff entstand an der Meckenheimer Allee „ein Institutsgebäude monumentalen Ausmaßes – damals das größte der Welt –, gleichzeitig dem Repräsentationsbedürfnis der jungen Disziplin wie der Universität entsprechend.“ – „Es brachte Bonn den Ruhm ein, eine neue Ära im Bau chemischer Laboratorien eröffnet zu haben.“ [4]

Aus dem Grundriss (und Aufriss – s. Abb. 1 und 2), veröffentlicht von A. W. Hofmann in einem Report aus dem Jahr 1866 an die britische Kommission für Erziehung [5], erkennt man das Monumentale dieser „Vierflügelanlage mit breitem inneren Längstrakt in der Mitte und einem Quertrakt, der vier Innenhöfe begrenzt. Der straßenseitige Flügel, der Haupttrakt, ist zweigeschossig, mit zweieinhalbgeschossigen Eckpylonen. Die seitlichen und rückwärtigen Flügel mit den Laboratorien waren ursprünglich eingeschossig.“ [4]

Der Haupteingang liegt nicht an der Meckenheimer Allee, nicht am Hauptflügel, sondern im östlichen der beiden Seitenflügel – Abb. 3. Durch eine anderthalbgeschossige Eingangshalle (A) führt ein langer Korridor (a) bis zum Arbeitszimmer des Institutsdirektors (B) – als „Pendant zum Eingangsbau. So kommt die Autorität des Ordinarius architektonisch sinnfällig zum Ausdruck.“ [4] Die an diesen Gang angrenzenden Laboratorien waren für Anfänger

(C), für Fortgeschrittene (D) und für wissenschaftliche Arbeiten (Doktoranden) (E) vorgesehen. In den Innenhöfen (f) befanden sich Wasserreservoirs (f'). Die Räume I und K waren für Gasanalysen vorgesehen, die Räume F, G und H jeweils als „Operation room for laboratory C,D,E“ bezeichnet. Die kleinen Räume b, c und d enthielten Apparaturen und Instrumente. Der Direktor konnte sein Privatlabor (Z) direkt vom langen Korridor (a/a'') oder vom Arbeitszimmer (B/a) erreichen. Der Raum (a) war auch als Warteraum für Besucher eingerichtet. Die Räume mit den Bezeichnungen  $\gamma, \delta$  bzw.  $\epsilon$  waren Räume für den Direktor mit Waagen ( $\gamma$ ), für Explosions- und feuergefährliche Experimente ( $\delta$ ) und für Freiluft-Experimente, z.B. verbunden mit der Entwicklung giftiger Gase ( $\epsilon$ ). Alle Flügel sind durch Korridore (k, l



AUFSÄTZE

Abb. 2: Aufrisse des Chemisches Institutes aus [5] – von oben: Vorderflügel zur Meckenheimer Allee (s. auch Bild 5 – heute), Seitenflügel mit Haupteingang (unten – s. auch Abb. 3 – heute).

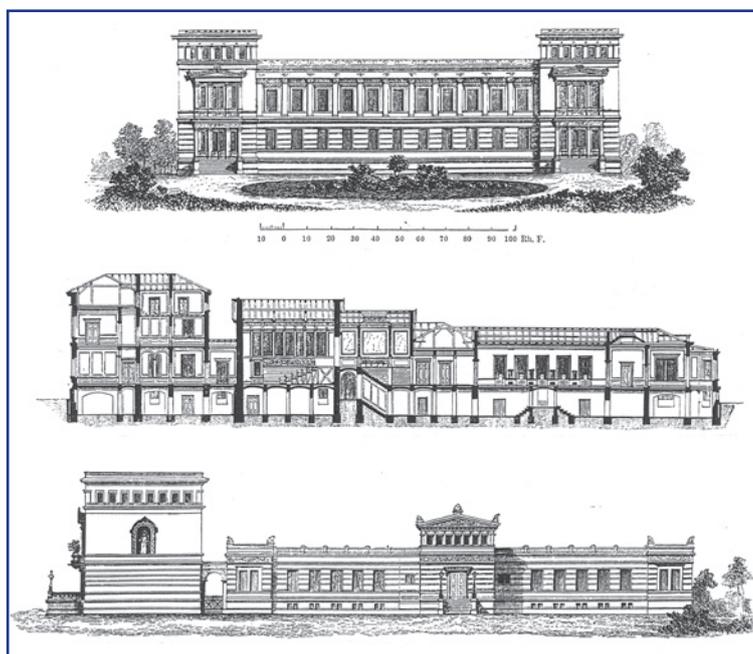


Abb. 3: Haupteingang am Seitenflügel.



Abb. 4: Treppenhaus zum Hörsaal.

und t) erreichbar. Die Räume L bis Q wurden für volumetrische Analysen (L), als Wägeraum (M und P), für feuergefährliche Experimente (N und Q) sowie als Bibliothek (O) genutzt. Vom

Hauptkorridor (a) führt ein monumentales (restauriertes) Treppenhaus (a'') mit Freitrepppe (s. Abb. 4) und Medallions berühmter Chemiker an den Wänden der Treppenhalle (u.a. von Berzelius, Gay-Lussac, Dalton, Berthollet, Mitscherlich) zum Großen Hörsaal (R: „Great lecture theatre“) mit Vorbereitungsraum (S) und Aufbewahrungsraum für Geräte (T). Der Raum U wird als „Professor's waiting room“ bezeichnet, den dieser durch die Gänge k, k' und l direkt von seinem Arbeitszimmer (B) oder von außen durch den Eingang (m) erreichen konnte. Gegenüber (V) befand sich eine mineralogische Sammlung („Mineralogical museum“), ein chemisches Museum (W) und ein Seminarraum (X) mit einem Nebenraum (Y). Mit dem Raum (r) hatte der Portier seine eigene „Loge“, eine weitere befand sich im Raum (s). Die mit (η) bezeichnete Räume enthielten Toiletten, (u) eine Garderobe. Mit (v) und (w) bzw. (x) sind „Castellan' rooms“ (Hausmeisterzimmer) bzw. Zimmer für erste Assistenten (w) und zweite Assistenten (x) vorhanden.

Abb. 5: Kekulé-Denkmal. Rechts vergrößert: Allegorische Darstellung zur Entdeckung der Benzolformel im Sockel.



Im Obergeschoss des Institutes lag die „recht stattliche Wohnung des Institutsdirektors, zu der auch ein zweigeschossiger Ballsaal gehörte, „angemessen der sozialen Stellung eines Professors der Chemie in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts“, wie Hofmann selber schreibt.“[4]

Aus dem Grundriss zeigt sich, dass alle Eingänge an den Eckpylonen liegen. „Ein doppelgeschossiges Tempelmotiv rahmt sie und reicht ins Obergeschoss hinauf, während das Obergeschoss des Mitteltrakts durch kannelierte Pilaster korinthischer Ordnung gegliedert ist. Tempelartige Motive wiederholen sich auch am seitlichen Eingangsbau. Allenthalben zei-



gen Bauformen und Dekor antikisierende Tendenz...“[4] - daher auch die Bezeichnung „Tempel der Chemie“ bzw. sogar „Tempel der Wissenschaft“. Hofmann war der Meinung, dass mit den antikisierenden Formen die Würde eines öffentlichen Gebäudes, das der Wissenschaft gewidmet sei, am besten ausgedrückt würde.

„Pathos und Repräsentationsbedürfnis spielten bei der Gestaltung auch dieses Institutes eine wesentliche Rolle. Drei Gründe waren dafür entscheidend: die Achtung, die das rasch emporblühende Fach genoß, der nationale und internationale Wettstreit der Universitäten und Länder untereinander und endlich die persönliche Wertschätzung, die Professor A. W. Hofmann entgegengebracht wurde.“ [6] Der Bau galt in seiner Zeit als technisch modern und zweckmäßig für Anforderungen einer experimentellen Wissenschaft. „Er befriedigte gleichermaßen die künstlerischen und wissenschaftlichen, die materiellen und ideellen Forderungen der Beteiligten in hohem Maße.“ [6]

### Die Institutsdirektoren

Als 1867 der Rohbau des Institutes fertig war, erhielt Hofmann einen Ruf als Nachfolger von Mitscherlich nach Berlin, wo er zu den maßgebenden Gründern der Deutschen Chemischen Gesellschaft (heute Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh) gehörte. Sein Nachfolger in Bonn wurde August Kekulé, der das Institutsgebäude 1868 eröffnen konnte. Eine Tafel vor dem Institut, das heute vor allem von Geographen genutzt wird, vermittelt die wichtigsten Informationen zum Gebäude und die Namen der hier wirkenden bedeutenden Chemiker.

Bereits 1874-1876 fand eine Erweiterung durch den Anbau eines mittleren Traktes auf der Nordseite für drei weitere Arbeitssäle, einen Kellersaal für größere präparative Arbeiten statt. Im Erdgeschoss fand jetzt auch ein physikalisch-chemisches Praktikum, im Obergeschoss wurde der chemische Unterricht für Mediziner durchgeführt. Kekulé hatte 1873 einen Ruf als Nachfolger von Liebig nach München abgelehnt. Weitere Umbauten erfolgten zwischen 1899 und 1901 und nach 1925. 1903 wurde vor dem Haupttrakt ein Kekulé-Denkmal errichtet, das vom Bildhauer Hans Everding geschaffen wurde und den berühmten Chemiker in Lebensgröße darstellt (Abb. 5 (und kleiner mit den zwei Löwen rechts unten Abb. 6)). Auf dem Sockel befindet sich eine allegorische Darstellung zur Entdeckung der Benzolformel (Bild 8). Das Institut wurde im Zweiten Weltkrieg teilweise zerstört und 1984 bis 1992 restauriert sowie bis auf den Südflügel für die Zwecke des Geographischen Institutes umgebaut. Besucher können sowohl von außen als auch im Treppenhaus einen Eindruck von den Ausmaßen und der Gestaltung des ehemaligen chemischen Institutes gewinnen. Bereits 1963 fiel die Entscheidung für einen Neubau der chemischen Institute in Endenich.

Auf der genannten Tafel vor dem Institut sind neben August Kekulé von Stradonitz (1867-1896) folgende weitere Namen verzeichnet: Otto Wallach 1870-1889, Theodor Curtius 1897/1898, Richard Anschütz 1898-1921, Paul Pfeiffer 1922-1947, Burckhardt Helferich 1947-1960.

Kekulé (1829-1896) promovierte bei Liebig in Gießen 1852, wurde Assistent bei v. Planta auf Schloss Reichenau bei Chur, dann von Stenhouse (Liebig-Schüler) in London. Er habilitierte sich 1856 in Heidelberg und wurde 1857 o. Prof. an der Universität Gent. 1858 erschien seine Arbeit über die chemische Natur des Kohlenstoffs und in dem 1859 begonnenen Lehrbuch der organischen Chemie vertiefte er die Theorie der Vierbindigkeit des Kohlenstoffs und entwickelte eine Lehre der direkten Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen. 1866 publizierte er seine Theorie der Benzolformel in Liebigs Annalen der Chemie. 1867 wurde er an die Universität Bonn berufen und entwickelte im selben Jahr auch erste Vorstellungen über die räumliche Anordnung der Atome. Sein Grab mit einem monumentalen Denkmal befindet sich auf dem Poppelsdorfer Friedhof. [7]

Wallach (1847-1931) promovierte 1869 in Göttingen, war dann Assistent in einem Privatlabor in Berlin und wurde 1871 Privatassistent von Kekulé in Bonn. 1873 wurde er Privatdozent, 1876 außerordentlicher Professor und 1889 folgte er einem Ruf als o. Prof. an die Universität Göttingen. [8] Für seine grundlegenden Arbeiten über Terpene mit dem Baustein Isopren bzw. über alicyclische Verbindungen erhielt er 1910 den Nobelpreis.

In seinen Lebenserinnerungen [9] schildert er sehr anschaulich das Leben im Institut. 1870 zieht er in das Institut und berichtet darüber: „Ich bezog nun die Turmwohnung im chemischen Institut, 2 geräumige, aber sehr niedrige Zimmer mit schöner Aussicht über den Poppelsdorfer Weiher bis zum Drachenfels über die landwirtschaftliche Akademie bis zum Kreuzberg [Bezeichnungen l und m in Abb. 2]. Im Winter war es aber da oben recht luftig.“ Zur gleichen Zeit wirkte auch Theodor Zincke (1843-1928) als Assistent in Bonn, der sich dort 1872 habilitierte und 1875 als o. Prof. an die Universität Marburg berufen wurde.

Curtius (1857-1928) wurde nach Stationen in München (Labor von v. Baeyer), Habilitation in Erlangen (1886) und Kiel (ab 1890 als o. Prof.) 1897 als Nachfolger von Kekulé nach Bonn berufen. Schon 1898 nahm er einen Ruf an die Universität Heidelberg an, wo er 1926 emeritiert wurde. Als Namenreaktion ist der Curtius- Abbau von Carbonsäuren über deren Azide zu Isocyanaten (unter Stickstoffverlust – Curtius-Umlagerung) zu um ein C-Atom ärmeren Amine (nach Hydrolyse mit Wasser).

Anschütz (1852-1937) wurde nach der Promotion in Heidelberg 1875 Vorlesungsassistent von Kekulé in Bonn, habilitierte sich 1878, wirkt ab 1882 als Unterrichtsassistent, ab 1884 als ao. Prof. für organischen Chemie und wurde 1898 o. Prof. für Chemie. 1922 wurde er emeritiert. Seine breit angelegten Arbeiten waren durch den Einsatz physikalischer Methoden und zugleich chemischer Synthesen zur Aufklärung der Strukturen chemischer Verbindungen charakterisiert. Anschütz ist auch Autor einer Kekulé-Biographie (1929).

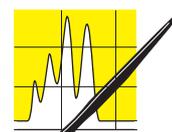
Pfeiffer (1875-1951) begann 1893 sein Chemiestudium in Bonn, wechselte 1894 nach Zürich und promovierte dort 1894. nach Studien bei Ostwald (Leipzig) und Hantzsch (Würzburg) habilitierte er sich 1901 in Zürich, wurde dort

1908 ao. Prof. für theoretische Chemie, bevor er 1916 als o. Prof. an die Universität Rostock, 1919 an die TH Karlsruhe und schließlich 1922 nach Bonn als Nachfolger von Anschütz berufen wurde. Er wurde 1947 emeritiert. Er gilt als Mitbegründer der Koordinationschemie mit Arbeiten über die Beziehungen zwischen Koordinationszahl und Raumgitter, optische Aktivität und cis-trans-Isomerie bei organischen Komplexverbindungen.

Helferich (1887-1982) promovierte bei Emil Fischer in Berlin 1911 und wurde dort dessen Assistent, habilitierte sich 1920 und wurde 1922 Prof. in Frankfurt am Main, 1925 o. Prof. und Direktor des Chemischen Instituts der Universität Greifswald. 1930 bis 1945 wirkte er in Leipzig, von wo ihn die US-Armee nach Weilburg (Lahn) zwangsevakuierete. Von 1947 bis 1955 war er o. Prof. und Direktor des Chemischen Instituts der Universität Bonn und setzte noch bis 1960 seine Forschungen im Institut fort. Mit seinem Namen ist die von ihm 1933 entdeckte Umsetzung von acetylierten Zuckern mit Phenolen als Helferich Glykosidierung verbunden. **CLB**

#### Literatur

- [1] Becker, Thomas P.: Der Rang der Naturwissenschaften in den ersten Jahren der Universität Bonn, Acta Historica Leopoldina 43, 115-131 (2004)
- [2] Schwedt, Georg: Liebig und seine Schüler – die neue Schule der Chemie, Springer-Verlag, Heidelberg 2002
- [3] Schenzinger, Karl Aloys: Anilin, München 1936
- [4] Knopp, Gisbert u. Wilfried Hansmann: Universitätsbauten in Bonn, Rheinische Kunststätten Heft 190, 2. Aufl. 1987
- [5] Hofmann, A. W.: Chemical Laboratories in Course of Erection. The Universities of Bonn and Berlin. Report, London 1866
- [6] Brües, E.: Die Rheinlande (= Karl Schinkels Lebenswerk Bd. 12), München-Berlin 1968 – zitiert nach [4]
- [7] Schwedt, Georg: Berühmten Chemikern auf der Spur – August Kekulé, CLB 40, 15-16 (1989)
- [8] Schwedt, Georg: Lokaltermine zur Chemieggeschichte – Göttingen, Chemie in unserer Zeit 40, 272-273 (2006)
- [9] Beer, Günther u. Horst Remane (Hrsgb.): Otto Wallach 1847-1931. Chemiker und Nobelpreisträger. Lebenserinnerungen: Potsdam, Berlin, Bonn, Göttingen, Verl. Wiss.- u. Regionalgeschichte, Berlin 2000.



**AUFsätze**

Abb. 6: Ansicht von der Meckenheimer Allee, heute mit Kekulé-Denkmal rechts – mit ehemaliger Wohnung des Institutsdirektors im Obergeschoss, Zimmer von Wallach im Trakt links oben; unten rechts das Kekulé-Denkmal mit den zwei Löwen (Fotos: Schwedt).



# Systembrüche meiden, Mitarbeiter einbinden

Udo Maid-Kohnert, Pohlheim

Paperless Lab, das papierlose Labor geistert zwar immer wieder durch Publikationen und Seminar-Ankündigungen, in der Realität ist jedoch schon viel erreicht, wenn überflüssige Papierproduktion eingedämmt wird. Vor allem im Bereich der QM-Dokumentation bedeutet jedes eingesparte Papierdokument weniger Aufwand für Verteilung, Dokumentation der Kenntnisnahme, Einzug der Vorversion oder Archivierung. Dabei ist es wichtig, weder die Forderungen der relevanten Normen noch der Kontrollbehörden, Auditoren, Inspektoren usw. außer Acht zu lassen. Zu guter Letzt wird eine noch so elegante papierarme Dokumentation auch dann scheitern, wenn sie keine Mitarbeiter-Akzeptanz erlangt. Dieser Beitrag beleuchtet einige Aspekte, die auf dem Weg zur papierarmen Dokumentation zu berücksichtigen sind.

### Ausgangssituation

Gerade dem Thema QM-Dokumentation hängt der Ruf überflüssiger Bürokratie an. Dieses Akzeptanzproblem ist eine der großen Hürden, mit denen sich QM-Beauftragte bei der Etablierung oder Neuausrichtung eines QM-Systems konfrontiert sehen. Aber auch bereits etablierte Systeme stoßen bei wachsender Datenmenge oder aufgrund strengerer Normanforderungen schnell an Grenzen. Besonders die sichere Lenkung von Dokumenten und Aufzeichnungen bereitet häufig Probleme (Abbildung 1). Bei der Entscheidung „papiergestützt arbeiten oder elektronisches Dokumenten-Managementsystem (EDMS)“ sind dabei unterschiedliche Perspektiven zu berücksichtigen:

### Aus dem Blickwinkel des Anwenders

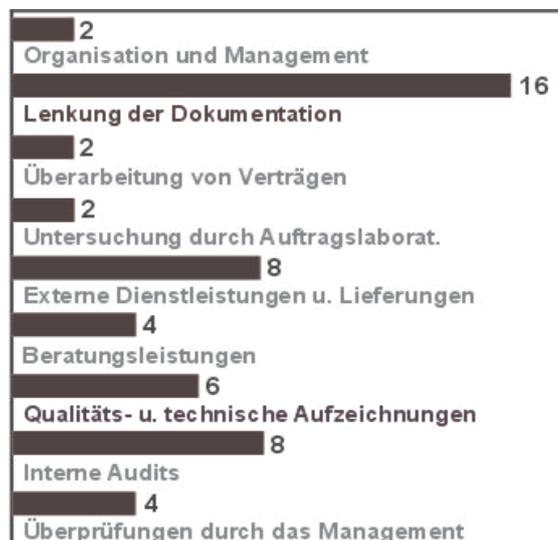
Aus Sicht der Nutzer, etwa der Laboranten, die eine Arbeitsanweisung befolgen müssen, sind vor allem schnelle Auffindbarkeit, Lesbarkeit und Verständlichkeit wichtig. So nutzt das schönste elektronisch bereitgestellte Dokument wenig, wenn der PC-Bildschirm etliche Meter vom eigentlichen Arbeitsplatz (Wägeraum, Cleanbench etc.) entfernt ist oder gar im Nachbarraum steht. Der unmittelbare Zugriff auf relevante Dokumen-

te ist ein wichtiges Kriterium auch für Auditoren. Im geschilderten Fall können Kurzanleitungen in Papierform (zum Beispiel als folienkaschiertes Pipettierschema am eigentlichen Arbeitsplatz) die Lösung sein. Die Langform der Arbeitsanweisung wird dann am PC bereitgestellt und verweist auf die Kurzanleitung. Beide Dokumente unterliegen der Lenkung.

Nicht selten wird noch der Weg gewählt, nur die elektronisch bereitgestellten Dokumente als „gültig“ (im Sinne von „gelenkt“) zu definieren, gleichzeitig jedoch Ausdrucke als „Ansichtsexemplar“ zu gestatten. Dieser Kompromiss ist mit Blick auf die Nachvollziehbarkeit und Rückverfolgbarkeit kritisch zu bewerten. So ist nicht sicher auszuschließen, dass veraltete Ansichtsexemplare im Laboralltag die Arbeitsgrundlage darstellen.

Sind alle Arbeitsplätze mit Bildschirmen ausgestattet, so steht der rein elektronischen Bereitstellung nichts im Wege. Dann sollte man sich allerdings Gedanken über das Dokumentenlayout machen: Was in Papierform noch lesbar sein mag, kann am Bildschirm unpraktikabel sein: Zu großer Dokumentenumfang, häufiger Wechsel zwischen Schriftgrößen, Fußnotentexte usw. sind typische Eigenschaften von Papierdokumenten. Wer im elektronischen Dokument ständig hin- und herscrollen oder laufend die Zoomfunktion bedienen muss, wird das elektronische Dokument nicht ins Herz schließen und dann, schlimmstenfalls wieder nach „Schmierzettel“ arbeiten.

Abbildung 1: Auswertung von 129 Begutachtungen im Jahre 2005 (Erst- und Reakkreditierungen, Überwachungen und Erweiterungen). Gezeigt ist die Auswertung von 36 Stichproben mit Abweichungen im Bereich „Anforderungen an das Management“ [1].



#### Der Autor

Dr. rer. nat. Udo Maid-Kohnert ist zertifizierter QM-Auditor (TÜV) und zuständig für Kundenbetreuung und Projektmanagement Software und Printprodukte bei mpm Fachmedien in Pohlheim.

Auch die Zahl der Dokumente, die am Arbeitsplatz vorzuhalten sind, ist zu berücksichtigen: Sind nur wenige Dokumente zu überblicken, mag ein Windows-Verzeichnis zum Auffinden des benötigten Dokuments noch praktikabel sein, bei größerer Dokumentenzahl ist es wichtig, dass die elektronische Bereitstellung vom Anwender konfigurierbare Filterkriterien bereitstellt (Abbildung 2). Während bei Papiersystemen der Erhalt neuer Dokumentversionen auf Unterschriftenlisten quittiert wird, sollte eine elektronische Dokumentenverwaltung die Kenntnisnahmebestätigung, mit Anwenderlegitimation durch Passwort, ebenfalls elektronisch ermöglichen.

### Aus dem Blickwinkel des QM-Beauftragten

In einem durchschnittlichen Labor kommen schnell einige Hundert Dokumente zusammen. Berücksichtigt man die Aufbewahrungspflicht für ältere Dokumentversionen, gilt es also, den Überblick über einige Tausend Dokumente nicht zu verlieren. Allein bei den reinen Materialkosten für die Archivierung wird die Kostenersparnis einer elektronischen Dokument-Archivierung gegenüber einem Papierarchiv mit dem Faktor 2000 geschätzt [2], ohne Berücksichtigung von Personal-, Raum- und Verwaltungskosten.

Ein wesentlicher Zeitvorteil ist bei elektronischer Dokumentenverteilung die sichere Ausgabe neuer Dokumentversionen und der damit verbundene Einzug von Altversionen. Verfügt die Software über Schutzfunktionen gegenüber unberechtigten Ausdrucken, gehört auch die Sorge um „Dokumentleichen“ der Vergangenheit an.

Es wäre aber falsch, die Vorteile der EDMS rein auf die schnelle und sichere Bereitstellung der Dokumente an den Arbeitsplätzen zu reduzieren. Richtig eingesetzt sind sie leistungsfähige Werkzeuge zur Workflow-Steuerung, zur Bündelung von Änderungsvorschlägen, Vorbereitung von Audits bis hin zur Sicherstellung der chargenspezifischen Rückverfolgbarkeit in der Produktion. Kurzum: Die Zeitersparnis und der Effizienzgewinn durch EDMS geben dem QMB mehr Spielraum zur Optimierung des Systems („ständige Verbesserung“). Anstatt lediglich redundante Information manuell in Hilfslisten einzupflegen, kann er aktiv Prozesse steuern, problematische Abläufe erkennen und verbessern. Die Vorbereitungszeit für Audits oder Revisionsläufe kann drastisch reduziert werden.

An dieser Stelle ist es sinnvoll, einmal die verschiedenen Informationsebenen der QM-Dokumentation zu betrachten (Abbildung 3). Nicht alle Aspekte betreffen alle Mitarbeiter, aber dass gut abgestimmte Zusammenspiel hilft Fehler zu vermeiden, Zeit zu sparen und damit die Akzeptanz zu erhöhen.

Innerhalb elektronischer Lösungen gibt es dabei große Unterschiede in der Effektivität: Bei einem System mit beispielsweise 10 Abteilungen, 14 Arbeitsbereichen und rund 600 Arbeitsanweisungen brachte der Wechsel von einem rein auf Windows-Verzeichnissen mit geregelten Schreib-Lesezugriffen und Dokumenten auf Textver-

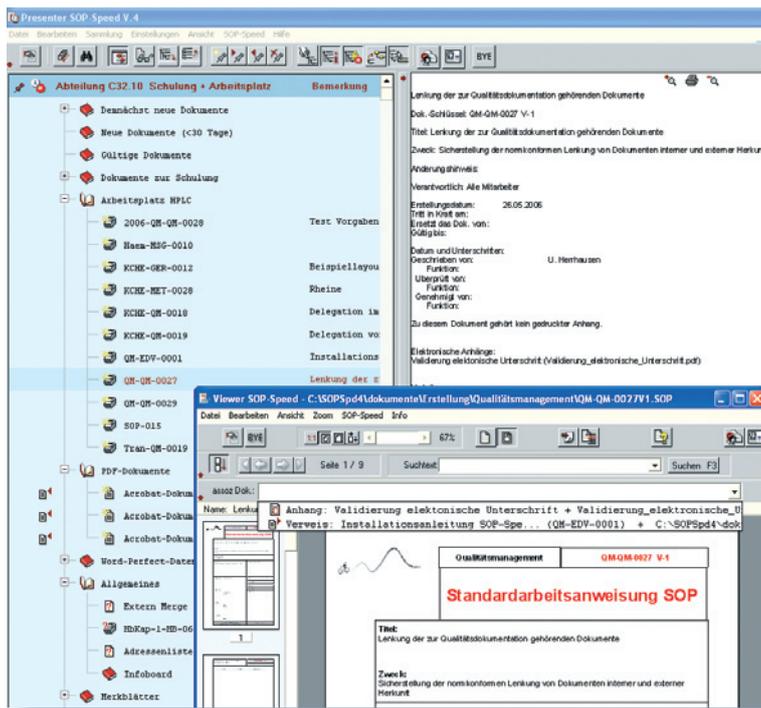
arbeitung/Acrobat-pdf-Basis basierendem System zu einer professionellen QM-Dokumentenverwaltungssoftware (SOP-Speed Version 4) eine Zeitersparnis von mindestens 4 h / Tag [4].

Gerade im Labor haben viele QMB aus der Not geborenen Eigenlösungen entwickelt. Meist werden hierbei die Dokumente in Textverarbeitungen erstellt, dann in Verzeichnisse mit anwenderspezifischen Schreib-Lese-rechten gestellt und/oder als pdf-Abbild elektronisch verteilt. Solche Systeme sind meist maßgeschneidert, worin zugleich der Vorzug und die Gefährdung begründet sind: Wechselt der betreuende Mitarbeiter das Unternehmen, werden die mangelnde Dokumentation und Standardisierung oft schmerzhaft bewusst. Auch besteht die Gefahr, dass diese Hauslösungen problematische Abläufe in einem Unternehmen kritiklos abbilden und damit „zementieren“, anstatt diese durch den Vergleich mit analogen Prozessen anderer Anwender kritisch zu hinterfragen.

Am Markt werden EDMS angeboten, die entweder als Client-Server-Lösung installiert werden oder aber Web-basiert funktionieren. Web-beziehungsweise Browser-basierte Lösungen setzen häufig erst am fertigen Dokument an, da die Browserfunktionalität keine Möglichkeiten zur Gestaltung von Dokumenten bietet. Damit setzt die Dokumentenlenkung dieser Systeme erst an einem



Abbildung 2: Beispiel für die elektronische Bereitstellung von QM-Dokumenten. Die dynamische Baumansicht der Dokumente (links) kann für jeden Arbeitsplatz konfiguriert werden (Presenter-Modul des EDMS SOP-Speed [3]). Mehrfacheinträge von Dokumenten (z. B. unter Arbeitsplatz und Stichwortgruppen) sind möglich. Rechts werden Basisinformationen zum angewählten Dokument angezeigt. Durch Doppelklick auf den Dokumentenschlüssel öffnet sich das Dokument (rechts im Vordergrund), bei einer neuen Version wird die Kenntnisnahme vom Nutzer mit Passwortabfrage bestätigt. Verweisdokumente bzw. mitgeltende Unterlagen lassen sich ebenfalls direkt öffnen, wobei das Programm den jeweils aktuellen Revisionsstand berücksichtigt.



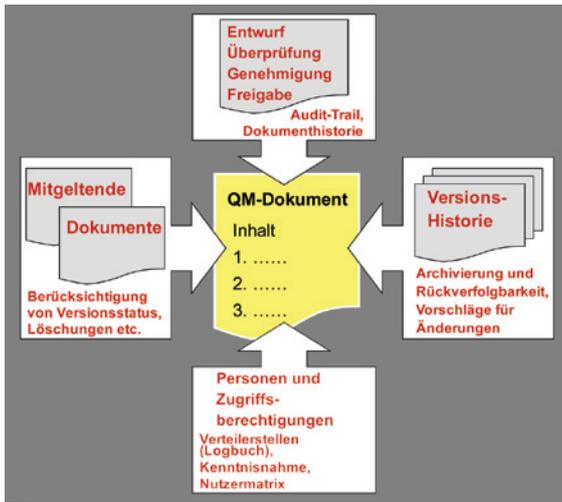


Abbildung 3: Die zusätzlich zum eigentlichen Inhalt vorhandenen Informationsebenen eines QM-Dokuments, welche von einem EDMS genutzt werden können.

späten Zeitpunkt im Lebenszyklus der QM-Dokumente an und Möglichkeiten zur Steuerung neuer Dokumententwürfe bleiben ungenutzt. Häufig bleibt damit die Schreibe-arbeit wieder am QMB hängen, da er keine Möglichkeiten zur Delegation der Dokumenten-erstellung hat. Ein weiteres Problem rein

Web-basierter Ansätze ist es, die pdf-Abbilder der Dokumente zu kontrollieren und zu verwalten: Werden zum Beispiel als gelenkt bezeichnete pdf-Dateien in andere Intranet-Verzeichnisse kopiert, sind diese der Revisionsverwaltung bzw. dem Änderungsdienst entzogen.

Client-Server-basierte Systeme bieten bereits die gelenkte Erstellung von Dokumententwürfen an. Wird dies über Add-Ins für Textverarbeitungen oder Word-Makros realisiert, kann es allerdings bei jedem update der Textverarbeitung spannend werden: Ist die neue Version kompatibel bzw. liefert der EDMS-Anbieter schnell genug das passende update? Andere Programme umgehen die Probleme der Textverarbeitungen/pdf-Lösungen durch Nutzung eines eigenen Dateiformats (z. B. QM-Dokumentenverwaltung SOP-Speed), welches vom Entwurf bis zum verteilten und archivierten Dokument unver-

ändert bleibt. Der Export der Dokumente als pdf-Abbild mit Wasserzeichen sowie die html/pdf-Ausgabe kompletter Dokumentgruppen ist zusätzlich möglich.

Wichtige Vor- und Nachteile unterschiedlicher Lösungsansätze sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Abbildung 4 zeigt die unterschiedlichen Abläufe schematisch.

### Fazit

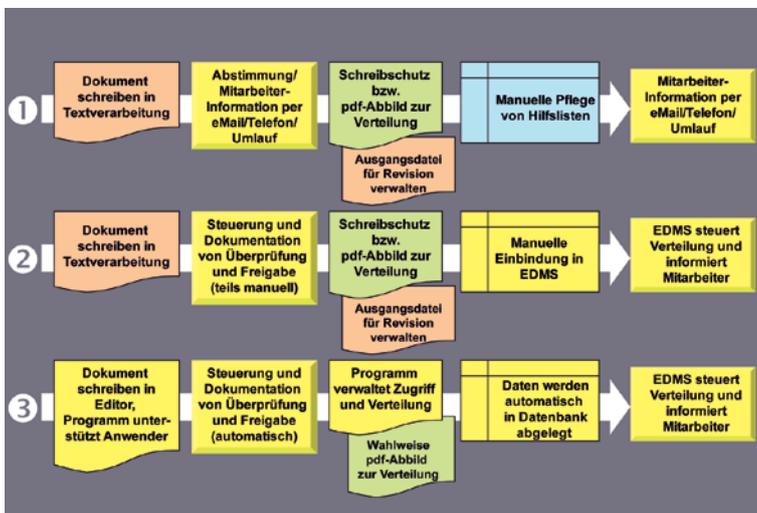
Abhängig von der Personalkapazität eines Betriebs, dem „Leidensdruck“ der Mitarbeiter und den Anforderungen des relevanten Normsystems (Zertifizierung, Akkreditierung, zusätzliche behördliche Vorgaben) werden reine Papiersysteme zunehmend durch papierarme oder rein elektronische Lösungen zur QM-Dokumentation ersetzt. Mit Blick auf die langfristige Datenarchivierung sind hierbei die gleichen Kriterien zu berücksichtigen, die auch für die Archivierung von Rohdaten in elektronischer Form gelten (langfristige Datenintegrität bzw. Rekonvertierbarkeit).

Lösungen mit vielen Systembrüchen (Programm- bzw. Plattformwechsel) bieten nur eingeschränkten Funktionsumfang und Informationsgehalt, gleichzeitig steigen die Abhängigkeit von update-Zyklen der Fremdprogramme (MS-Office, Adobe Acrobat), der Validierungsbedarf und teilweise auch der Aufwand für die Authentifizierung von Teilschritten des Workflows (z. B. bei der elektronischen Unterschrift für Überprüfung und Freigabe). Dieser Mehraufwand ist beim Preisvergleich der unterschiedlichen Systeme zu berücksichtigen.

Unter dem Aspekt des Qualitätsmanagements gilt es vor allem, die Mitarbeiterakzeptanz zu erhöhen. Dies gelingt durch komfortable Bereitstellung elektronischer Dokumente in geeignetem Layout, vor allem aber auch durch die Einbindung möglichst vieler Mitarbeiter bereits in den Entstehungsprozess der Dokumente und ihrer Revisionen. Solche Delegationsmöglichkeiten, zum Beispiel durch Programm-Assistenten und Auftrags- und Wiedervorlageliste entlasten zugleich den QMB. Sie beschleunigen die Vorarbeiten für Revisionszyklen und Audits und wandeln das Image der QM-Dokumentation von der lästigen Bürokratie zum hilfreichen Arbeitsmittel.

CLB

Abbildung 4: Unterschiedliche Programmphilosophien zur elektronischen Dokumentenverwaltung. Die Ziffern entsprechen denen in Tab. 1. Jeder Farbwechsel bezeichnet einen Systembruch, d.h. den Wechsel auf ein anderes EDV-Programm. Eigenlösungen sind oft am stärksten heterogen – damit steigen der Validierungsbedarf und der Pflegeaufwand.

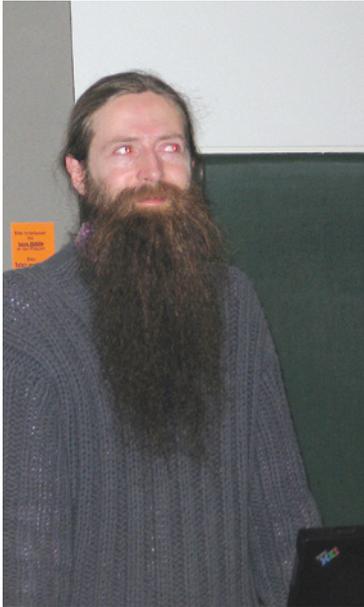


### Literatur

- [1] Daten vorgestellt von Dr. Steinhorst, DACH GmbH, Frankfurt, auf der AAL-Tagung 2006, mit freundlicher Genehmigung
- [2] Schmitz S, Heider R, Retzko I: Labo 1:2007 S. 22–26
- [3] www.sop-speed.de
- [4] Fünning T: Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, persönliche Mitteilung. SOP-Speed-Anwender Seminar, Berlin 2006
- [5] ISO 19005:2005

Tabelle: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Lösungsansätze.

	Lösungsweg	Workflow	Vorteile	Nachteile	Bemerkungen
1	Eigenlösung	QM-Dokumente werden mit Textverarbeitung erstellt und schreibgeschützt oder als pdf-Abbild elektronisch verteilt.	Kostenneutral, da benötigte Software meist vorhanden. Kaum Einarbeitung nötig, da Grundfunktionen von z. B. MS-Word und Acrobat-Reader bekannt sind.	Für Revisionspflege müssen immer 2 Dateien sicher verwaltet werden: Die Textverarbeitungsdatei (Mutterdatei) und das pdf-Abbild. Für die sichere Archivierung problematische Textverarbeitungsfunktionen werden ggf. mitgeschleppt (Feldfunktionen, Objekt-Einbettung usw.)	Vorgaben für Archivierung im Acrobat-Format beachten [5], z. B. nur pdf/A-1-Format verwenden. Versionskompatibilität der verwendeten Einzelprogramme muss überprüft werden.
		Zur Verwaltung des Dokumentenbestandes werden anschließend Listen (z. B. in MS-Excel) händisch gepflegt.	Kostenneutral, da benötigte Software meist vorhanden.	Zeitaufwändig und fehleranfällig, aus diesem Grund werden meist nur unbedingt benötigte Informationen zu den Dokumenten verwaltet. Recherchemöglichkeiten im Dokumentenbestand eingeschränkt. Kaum/keine Funktionen zur Steuerung neuer Dokumentaufträge oder zur Verwaltung von Änderungsvorschlägen.	
2	EDMS ohne Dokumenteditor	Wie 1, jedoch werden erstellte Dokumente in die Verwaltungsmasken des EDMS eingepflegt. Dokumentenfluss wird entweder vom Anwender (QMB) für jedes Dokument gesteuert oder die Software übernimmt dies.	Vorhandener Dokumentenbestand kann teilweise ohne Nacharbeiten übernommen werden. Hilfe bei der Strukturierung der Dokumentation und des Dokumentenbestandes.	Investitions- und Pflegekosten der Software, zusätzlicher Schulungsbedarf. Teilweise wie bei 1. Fehlende Unterstützung bei der Dokumenterstellung erhöht die Fehlerwahrscheinlichkeit und den Zeitaufwand für Korrekturen. Teilweise werden Inkonsistenzen (Doubletten, uneinheitlicher Schlüssel, blinde Querverweise) im Dokumentenbestand nicht erkannt, da lediglich vorhandene Dokumente eingepflegt werden. Dann müssen Altdokumente doch nachgearbeitet werden.	Teilweise höhere Akzeptanz bei Auditoren/Inspektoren bei bekannter Software im Vergleich zu „Eigenlösungen“
		Manuelles Einpflegen von Dokumentinformationen in Listen zur Verwaltung.		Fehleranfällige und zeitaufwändige Doppelparbeit. Fehlerhafte oder verbesserungswürdige Strukturen der Dokumentation werden ggf. übernommen	
3	EDMS mit Dokumenteditor	Struktur der Dokumentation wird in Konfigurationseinstellungen festgelegt. Zugleich werden wichtige Dokumenteigenschaften (Inhaltsvorgaben, Dokumentenfluss) definiert. Eigene Dokumente werden im Editor des EDMS geschrieben, dabei wird der Anwender von der Software anhand der Konfigurationseinstellungen geführt (Assistentenfunktion). Dokumentenfluss (Entwurf, Überprüfung, Freigabe etc.) wird vom Programm gesteuert und protokolliert. Dokumentenfluss kann vom QMB beeinflusst werden.	Unterstützung bereits in der Entwurfsphase verringert Fehlerzahl in den Dokumenten und spart Zeit für Korrekturläufe. Gelenkte Erstellung führt zu größerer Einheitlichkeit der Dokumente und logischer Struktur der Dokumentation. Dokumentinformationen stehen ab Beginn des Entwurfs in der Datenbank zur Verfügung (Vermeidung von Doppelparbeit)	Investitions- und Pflegekosten der Software, zusätzlicher Schulungsbedarf. Einschränkungen des Dokument-Editors gegenüber Möglichkeiten einer Textverarbeitung (es müssen die Spielregeln der Dokumentation und für eine langfristige sichere Archivierung befolgt werden). Konvertierung vorhandener Altdokumente ist nötig, um vollen Informationsgehalt der Datenbank sicherzustellen.	Teilweise höhere Akzeptanz bei Auditoren/Inspektoren bei bekannter Software im Vergleich zu „Eigenlösungen“. Audit-Trail, Systemstatusbericht, Dokumentenprotokoll und Checksummenprüfung aller Dateien sind wichtige Akzeptanzkriterien für Behörden, Kunden und Auditoren
		Die strukturiert erfassten Inhalte der Dokumente werden automatisch in der Datenbank des EDMS abgelegt. Steuerung der Erstellung und anderer Tätigkeiten durch automatische Auftragslisten.	Umfangreiche Recherchemöglichkeiten ohne Zeitaufwand, da alle Informationen automatisch vorliegen. Guter Informationsfluss. Audit-Trail- bzw. Systemstatusbericht bereits ab der Entwurfsphase der Dokumente.	Die jeweils gewählten Sicherheitseinstellungen werden vom Programm überwacht und können von Anwendern als „Zwangsjacke“ empfunden werden.	
		Eigenes Dokumentenformat in Verbindung mit Möglichkeit zur html-/pdf-Ausgabe und Checksummenprüfung	Größtmögliche Sicherheit vor unbeabsichtigter Manipulation der Daten. Frei wählbare Möglichkeiten der Dokumentenlenkung (über eigenes Format in Client-Server-Umgebung und/oder Übergabe an Intranet-Lösungen).		



Der 43-jährige Aubrey de Grey bei seinem Vortrag in Heidelberg.

## Aubrey de Grey in Heidelberg:

# Leben ohne Ende für heute 55-jährige

**A**uch wenn man jetzt schon 55 Jahre alt ist hat man nach der Auffassung von Dr. Aubrey de Grey aus Cambridge/Großbritannien die Chance, hunderte von Jahren alt zu werden – wenn nicht gar unsterblich. Das

klings absurd, und wer so etwas behauptet, wird eher der Scharlatanerie denn der Wissenschaft zugeordnet. In Heidelberg zeigte der streitbare Bioinformatiker Ende Januar jedoch auf, dass seine Überlegungen zwar revolutionär, nicht jedoch haltlos sind.

Das Grundprinzip seiner Überlegungen teilt Ansichten des US-Informatikers Ray Kurzweil, der das baldige Auftreten der technischen Singularität postuliert: Der technische Fortschritt läuft so schnell ab, dass der Mensch ihn ohne Hilfsmittel

nicht mehr begreifen kann. Es gibt konvergierende Entwicklungen, die zu Systemen weit intelligenter als Menschen führen. De Grey bezieht in seine Überlegungen jedoch nur – wie er der CLB gegenüber bestätigte – den biotechnologischen Fortschritt ein. Seiner Meinung nach erzielt man mit Mitteln, die Biologie-immanente Strukturen und Funktionen nutzt, in etwa 30 Jahren die Fortschritte zur nahezu unbegrenzten Lebensfähigkeit. Den technischen Fortschritt etwa in der Verbindung von Gehirn und Computer hält er für langsamer; salopp gesagt den menschlichen Geist in Technik zu transferieren benötigt laut Grey eher hundert Jahre. „Wenn's schneller geht freut es mich“, ergänzt er.

Der Vortrag von de Grey war zweigeteilt. Im ersten Teil zeigte er mit verschiedenen Statistiken und Vergleichen auf: Wenn die Biotechnik und Pharmazie diese und jene Fortschritte macht, dann hat man die Möglichkeit, den Alterungsprozess aufzuhalten. Stufenweises Anwenden der nach dann wiederum einigen Jahrzehnten neuesten Behandlungs-

möglichkeiten sollen dann sogar in der Lage sein, Alterungserscheinungen rückgängig zu machen – in Sagen und Märchen spricht man da von Jungbrunnen...

Der zweite Teil des Vortrags ging etwas auf die Biochemie ein, die de Grey für notwendig und möglich hält, solche Effekte zu erzielen. Allerdings blieb de Grey hier etwas an der Oberfläche, jedoch

mit dem Hinweis, vor Spezialisten könne er das erheblich detaillierter erläutern.

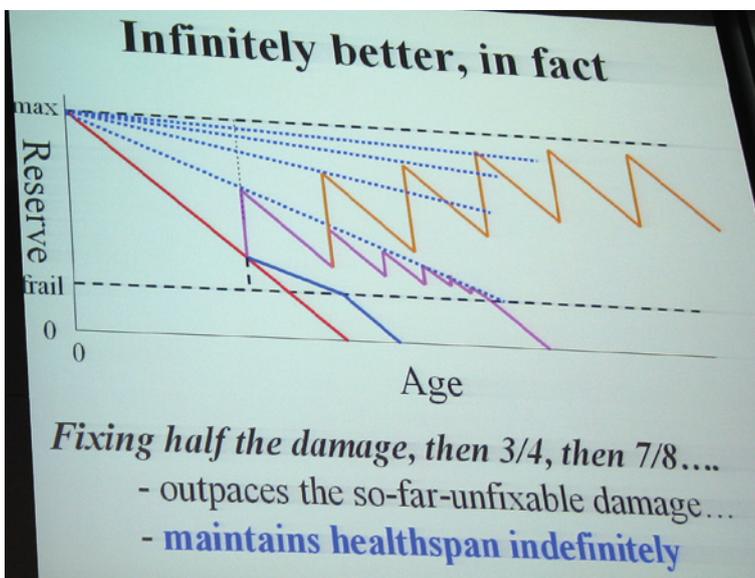
Die wesentliche Idee seiner biochemischen Begründung für eine relative Unsterblichkeit (d.h. ein Unfall kann den Menschen nach wie vor töten; daher sieht de Grey auch ein starkes sicherheitsorientiertes Verhalten seiner hundert- oder tausendjährigen Menschen voraus) sind erheblich verbesserte Reparaturmechanismen im menschlichen Körper. Seine Vergleichen dazu – es gäbe etwa auch heute Oldtimer-Autos, die eben immer wieder repariert würden – klangen ähnlich absurd wie das Hauptthema Unsterblichkeit, aber entbehrten ebenso nicht der Logik, als er fortfuhr: Der menschliche Körper ist nur sehr viel komplexer, aber die Reparaturfähigkeit kann man sehr viel verbessern.

Der 43-jährige britische Wissenschaftler betonte, man kenne nur sieben biochemische Schadensprozesse, die zum Tode eines Organismus führen. Seit 1982 sei keiner dazugekommen. Für alle diese Prozesse seien Verfahren denkbar, um den Schadenseffekt auszuschalten (siehe nebenstehendes Bild). De Grey bezifferte die Zeitdauer, um die jetzt noch verfügbare Lebensspanne von 55-jährigen zu verdoppeln, auf 25 Jahre – mit 50 prozentiger Wahrscheinlichkeit, bei einem jährlichen Forschungsbudget von 100 Millionen Dollar, zunächst absehbar für die Forschung an Mäusen für die nächsten zehn Jahre.

Mäuse scheinen sowieso de Greys Lieblings-Forschungsorganismen zu sein, insbesondere auch, weil sie mit ihrem anheimelnden Fell seine Forschungen zur Langlebigkeit emotional bei vielen Menschen positiv besetzen.

2003 begründete de Grey den „Methuselah Mouse Prize“, mit dem Forschungen zur Lebensverlängerung ausgezeichnet werden. Es werden Geldbeträge an Labore vergeben, die es schaffen, die Lebensspanne von

Eine Schlüsselgrafik aus dem Statistik-Teil des Vortrags: Zwischen unserer maximalen Lebensfähigkeit, die de Grey etwa bei elf Jahren sieht, und der Zerbrechlichkeit des Alters (frail) haben wir eine Reserve zur Verlängerung der Lebensspanne. Nutzt man immer wieder die neuesten Reparaturmechanismen kann man das Leben nahezu unendlich weiterführen (Fotos: RK).



Mäusen deutlich zu verlängern. Das Preisgeld betrug im Dezember 2006 vier Millionen Dollar. Hintergedanke: Fortschritte bei Mäusen führen zu großen Investitionen in die Erforschung der menschlichen Lebensverlängerung.

De Grey ist sich natürlich der Anfeindung seiner Thesen bei anderen Wissenschaftlern bewusst. Er zitiert in diesem Zusammenhang gerne Arthur C. Clark, der postulierte, neue Ideen durchliefen immer drei Akzeptanz-Stadien: „1. Das kann man nicht machen; 2. Es kann gemacht werden, aber es lohnt sich nicht; 3. Ich wusste schon immer, dass es eine gute Idee war.“ Oder er zitiert Ghandi: „Zuerst ignorieren sie dich, dann lachen sie über dich, dann bekämpfen sie dich, und schließlich sagen sie, sie waren immer deiner Meinung“.

2005 erschien in dem MIT-Magazin „Technology Review“ ein kritischer Artikel zu den Thesen de Greys, und es wurde ein Preisgeld von 20 000 Dollar ausgelobt, wenn diese widerlegt werden. Dies war jedoch – auch nach Meinung der hochkarätigen Jury, zu der u.a. DNA-Sequenzier-Rekordmeister Craig Venter sowie Ex-Mikrosoft-Technikvorstand Nathan Myrvald gehörten – nicht der Fall.

Offenbar erhält de Grey immer mehr Zuspruch: Im September vergangenen Jahres spendete Peter Thiel, Mitbegründer und früherer Geschäftsführer von PayPal, 3,5 Millionen Dollar an de Greys Methuselah Foundation. Er wolle damit „die Forschung zur Linderung und den eventuellen Sieg über die Gebrechlichkeit“ unterstützen. Und der 39jährige, deutschstämmige Thiel

**We know how to fix all of them  
(in mice, in principle...)  
Strategies for Engineered Negligible Senescence (SENS)**

<i>Damage rising with age</i>	<i>It or its effects reversible by</i>
Cell loss, cell atrophy	Cell therapy, mainly
Extracellular junk	Phagocytosis by immune stimulation
Extracellular crosslinks	AGE-breaking molecules/enzymes
Cell senescence	Ablation of senescent cells
* Mitochondrial mutations	Allotopic expression of 13 proteins
* Lysosomal junk	Transgenic microbial hydrolases
* Nuclear [epi]mutations (only cancer matters)	Telomerase/ALT gene deletion plus periodic stem cell reseedung

Der Biochemie-Teil des Vortrags hatte diese Schlüsselgrafik: Man könne sieben tödliche Schadensprozesse; seit 1982 hätte man keinen weiteren gefunden, so de Grey. Für alle gäbe es Lösungsansätze. Diese zu entwickeln sei die SENSE-Herausforderung.

setzte bisher selbst immer auf das richtige Pferd: Er studierte in Stanford Philosophie und Jura, gründete 1987 eine konservative Studenten-Wochenzeitung, lernte 1998 den Informatiker Levchin kennen und investierte 280 000 Dollar in dessen Start-Up für sichere Bezahlung im Internet, wurde auch CEO. 2002 ging die Firma an die Börse – und wenig später für viel Geld an Ebay. Mit dem Geld gründete Thiel den Hedge-Fond Clarium Capital Management; dieser verwaltete im Januar 2007 rund 2,1 Milliarden US-Dollar...

Zurück zu de Grey: Er nennt sieben Schritte hin zur Bekämpfung degenerativer Effekte des Alterns (siehe

Kasten). Insbesondere gelte es, Enzyme zu finden, die schädliche Ablagerungen in den Zellen entfernen.

Dafür sieht er schon erste Möglichkeiten. Details darüber gibt er auf seiner umfangreichen Webseite [www.sens.org/index-de.htm](http://www.sens.org/index-de.htm) (auf deutsch!) bekannt. Deutlich wird dabei – wie de Grey es auch in Heidelberg betonte: Er forscht nicht in einem eigenen Labor, sondern sieht sich als „Erschnüffler“ geeigneter Forschungsansätze in der Welt, als Katalysator, diese verstärkt fortzuführen, und als „Brennglas“, verschiedene Forschungsaktivitäten auf die Erforschung der Lebensspanne hin zu fokussieren. *Rolf Kickuth*

Mäuse (hier eine Woche alt) als de Greys Forschungs-Zugpferde – weil sie so schön kuschelig sind – und kurz genug leben, um Lebensverlängerung gut zeigen zu können.

## Steps to biomedical application

(de Grey NBA04)

- 1) Isolate competent strains; select by starvation
- 2) Identify the enzymes (mutagenesis, chemistry, genomics)
- 3) Make lysosome-targeted transgenes, assay cell toxicity
- 4) Assay competence in vitro (more mutagenesis/selection)
- 5) Construct transgenic mice, assay toxicity in vivo
- 6) Assay competence in disease mouse models
- 7) Test in humans as for lysosomal storage diseases



## Unsterbliche Mythen

Hans-Günter Gassen, Sabine Minol: *Die Menschen Macher – Sehnsucht nach Unsterblichkeit*. 342 Seiten; Wiley-VCH, Weinheim 2006; ISBN 978-3-527-31640-3; 24,90 Euro.



Gassen und Minol beklagen in der Einleitung Technik- und Innovationsfeindlichkeit in Deutschland, bemängeln aber auch die Wissenschaftskommunikation, weil etwa Gefahren aus der Entwicklung von Ingenieuren hinsichtlich Cyborgs bislang kaum diskutiert würden. Sie sagen ebenfalls in der Einleitung über ihre Motivation, das Buch zu schreiben: „Wir haben uns nun die Frage gestellt, ob es Themen gibt, die zum einen viele Menschen interessieren und zum anderen als „Trojanisches Pferd“ dienen können, um naturwissenschaft-

liche Fakten und ihre sozialen Konsequenzen zu vermitteln. Letztlich gilt es dann, das Für und Wider der Fakten auf dem Hintergrund ihres historischen Werdegangs zu einer gut lesbaren Geschichte zu verarbeiten.“

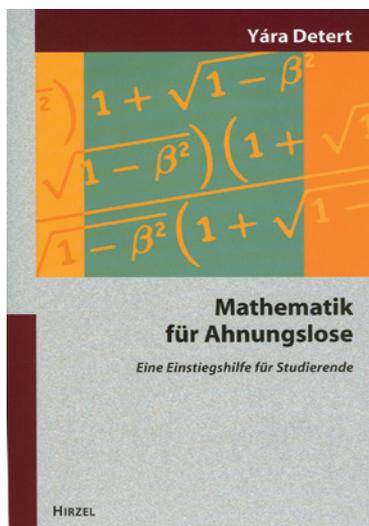
Leider gelingt es den Autoren kaum, ihr Anliegen umzusetzen – was nicht heißt, das das Buch nicht lesenswert wäre. Es ist eine hervor-

ragende, recht umfassende und leicht zu lesende Zusammenstellung aller möglicher Menschenformungs-Geschichten, von den Schöpfungsmythen der verschiedenen Religionen über Alraune und Frankenstein hin zu Robotern. Im letzten Viertel des Buches gehen die beiden Biochemiker auch auf das Klonen ein. Ausführliche Ausführungen über Cyborgs, die Verbindung von Menschen mit Computern, von Nervenzellen und Chips fehlen jedoch. Gerade vier Seiten eher geschichtlicher Ausführung und zwei Seiten über Ansätze zur Verbesserung der Hirnleistung lehnen an diese Thematik an. Die Folgen ingenieurwissenschaftlicher Entwicklungsmöglichkeiten werden also wiederum nur wenig diskutiert. Es fehlen Hinweise auf das bereits technisch Mögliche ebenso wie deutliche Abgrenzungen zur Fantasie.

Wenigstens kommt das Nachwort in einer kurzen, aber prägnanten Zusammenfassung nochmals dem Anspruch nach, aufzuzeigen, wohin sich die Menschheit entwickeln könnte. Diese zusammenfassende Betrachtung der verschiedenen Entwicklungsbereiche – soziologische wie technische – macht den wesentlichen Wert des Buches als ein Hilfsmittel zur Einschätzung der technischen Entwicklung aus. Der andere wesentliche Wert liegt einfach in Lesespaß, wenn man Interesse an dem Thema „künstliche Menschen“ oder auch Lebensverlängerung hat – und daran sind sicher viele potentielle Leser interessiert. In den Worten der Autoren ist das Buch also ein Trojanisches Pferd, dessen Wirk-Inhalt eher etwas im Hintergrund bleibt. *RK*

## Ahnungslose bleiben ahnungslos

Yara Detert: *Mathematik für Ahnungslose. Eine Einstiegshilfe für Studierende*. 227 Seiten; S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2007; ISBN 978-3-7776-1386-4; 28,00 Euro.



Lösen von Gleichungen höherer Ordnung, Eulersche Formel, Multiplikation von Matrizen – wie war denn das noch?

Das Buch soll Oberstufenschülern die Grundlagen der Mathematik (wieder-)vermitteln und ihnen die Möglichkeit geben, Versäumtes und in Vergessenheit geratenes nachzuarbeiten, indem sie sich mit den Rechenbeispielen beschäftigen und die Rechenwege nachvollziehen. Auch für Studienanfänger deckt das Buch den Stoff der ersten Semester mit Ma-

thematik als Nebenfach ab. Kein Platz blieb für die Stochastik, da dies den Rahmen des Buchs gesprengt hätte.

Die Autorin ist Lehrkraft mit eigener Nachhilfschule. Sie hat eigene leidvolle Erfahrungen mit Mathematik gemacht und möchte denjenigen helfen, denen es ähnlich geht.

Beim Durchblättern der Seiten des Buchs fällt die sehr gleichförmige beziehungsweise eintönige Gestaltung auf, die mehr an eine Formelsammlung als an ein Lehrbuch erinnert; keine Bilder oder Grafiken, keine Farben, keine Tabellen. Sehr wenig erklärender Text. Zu wenig für jemanden, der sich erstmalig mit der Materie beschäftigt; bestenfalls geeignet für diejenigen, die schon Verstandenes kurz repetieren wollen. Der Wunsch, den die Autorin im Vorwort äußert, in den Lesern Freude an der Welt der Zahlen, Symbolen, Funktionen und Gleichungen zu erwecken, wird mit diesem Buch so sicherlich nicht erfüllt. *CS*



## Bessere Prozesskontrolle und Reproduzierbarkeit für eine sichere und rasche Gefriertrocknung



Die Firma MARTIN CHRIST fertigt als führender Hersteller mit über 50jähriger Erfahrung nicht nur erstklassige Geräte für Standardanwendungen, sondern auch eine fein abgestufte Serie von Anlagen für produktspezifische Trocknungsvorgänge mit weitreichenden Optimierungsmöglichkeiten. Diese Serie zeichnet sich aus durch ihre innovative Anlagensteuerung LSC (Lyo-Screen-Control), ihr herausragendes Design sowie im Detail weiter verbesserte Kälte- und Vakuumtechnik. Es sind Laborgefrierd Trockner mit zylinderförmiger Trocknungskammer sowie Pilotanlagen mit einem Rechteck-Querschnitt des Produktraums erhältlich. Das vielfältige und praxisorientierte Zubehörprogramm ermöglicht die Modifikation der passenden Grundanlage für die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen des Anwenders.

Die schon sprichwörtliche Qualität von CHRIST-Gefrierd Trocknern haben wir mit einer modernen, intuitiv erfassbaren Bedienoberfläche LSC verknüpft. Diese Anlagensteuerung „Lyo-Screen-Control“ wird durchgängig in den Labor- und Pilotgefrierd Trocknern eingesetzt und ermöglicht bereits bei den kleinsten Geräten die Eingabe von bis zu 30 Trocknungsprogrammen („Rezepte“) und den Anschluss eines PCs zur Prozessdokumentation und/oder Prozesssteuerung.

Zunehmend werden bereits an Gefrierd Trockner für kleine Chargen Knowhow-intensive Anforderungen wie die Erstellung von Validierungsdokumenten („IQ/OQ-Dokumentation“) und die Bereitstellung von Monitoring-Tools zur

Sicherstellung einer einwandfreien Qualität des im Trockner befindlichen Produktes verlangt. Hierzu setzen wir nicht nur die weit verbreitete Messung der Produkttemperatur und Druckverlaufs („Druckanstiegstest“) ein, sondern auch die Messung des elektrischen Widerstands („Lyo-Control“)

und der Gewichtsabnahme der Probe („Wägezelle“) während des Prozesses. Somit garantieren unsere Anlagen einen optimalen Produktschutz. Unzulässige Strukturveränderungen bis hin zum Kollabieren der Matrix bzw. Auftauen mit möglicher Cross-Kontamination werden mit Sicherheit vermieden.

Martin Christ Gefrierd Trocknungsanlagen  
GmbH  
Postfach 17 13  
D-37507 Osterode am Harz  
Tel. +49 (0) 55 22 / 50 07-0  
Fax +49 (0) 55 22 / 50 07-12  
e-mail: info@martinchrist.de  
Website: www.martinchrist.de



## Solvotrode – die ideale Elektrode für nichtwässrige Säure-Base-Titrations

Die neue Metrosensor-Solvotrode 6.0229.100 mit individuellem Qualitätszertifikat ist eine kombinierte pH-Glaselektrode («pH-Einstabmesskette»), die speziell für nichtwässrige Säure-Base-Titrations entwickelt wurde. Sie kann in vielen Fällen dort verwendet werden, wo bisher getrennte Messanordnungen mit zwei oder gar drei Elektroden zum Einsatz kamen. Bei der Qualitätskontrolle in der Pharmazie, der Erdölindustrie, bei Kunststoffen und Lebensmitteln (Fette/Öle) spielen nichtwässrige Titrations eine bedeutende Rolle.

Die pH-Glasmembran der Solvotrode ist aus niederohmigem Glas gefertigt und als grossflächige Kugel ausgebildet. Diese trägt dazu bei, dass selbst

in schlecht leitenden Lösungen wie z.B. nichtwässrigen Medien stabile Messwerte erhalten werden.

Selbstverständlich enthält die integrierte Bezugslektrode das bewährte «Long Life»-Bezugssystem mit Ag/AgCl-Kartusche und Diffusionsbarriere für Ag<sup>+</sup>-Ionen. Die Solvotrode ist mit einem Schliiffdiaphragma aus PCTFE (Polychlorotrifluorethylen) versehen. Dieses ist leicht zu reinigen und zudem gegen Verschmutzungen/Verstopfungen wenig empfindlich.

Die Solvotrode ist standardmässig mit LiCl gesättigt in Ethanol gefüllt und sofort einsatzbereit. Bei Titrations mit KOH oder TBAOH ist es jedoch empfehlenswert, als Bezugslektrolyten

Tetraethylammoniumbromid (TEABr) in Ethylenglycol (Best.-Nr. 6.2320.000) zu verwenden. Das Innenrohr der Solvotrode ist mit einem speziellen Leiter beschichtet, was unabhängig vom Elektrolytniveau eine optimale Abschirmung gewährleistet. Diese zusätzliche Abschirmung ist bei Messungen in nichtwässrigen Medien besonders wichtig, da sie Störungen durch statische Elektrizität weitgehend verhindert.

Deutsche METROHM GmbH & Co. KG  
In den Birken 3  
70794 Filderstadt  
Telefon: (0711) 7 70 88-0  
Telefax: (0711) 7 70 88-55  
Email: info@metrohm.de

### Die Stellenbörse für Wissenschaftler und Techniker im Labor.

- 150.000 Seitenabrufe monatlich
- kostenloser wöchentlicher E-Mail-Newsletter mit 2.200 Abonnenten
- kostenlose Veröffentlichung von Stellengesuchen
- kostenlose Veröffentlichung von Stellenangeboten an Universitäten und gemeinnützigen Forschungseinrichtungen
- Unternehmen inserieren Ihre offenen Stellen schon ab **99,- Euro**

Weitere Informationen und zahlreiche aktuelle Ausschreibungen finden Sie online unter <http://www.analytik-news.de>

**“Zeigen Sie mir ein Labor, das hohe Produktivität fordert, und ich zeige Ihnen ein Labor mit einer innovativen Lösung von Dionex.”**

Sie brauchen täglich nicht nur gute Ergebnisse, sondern auch viele davon! Die Chromatographie-Leidenschaft von Dionex hat die Entwicklung innovativer Lösungen für höhere Produktivität inspiriert. Ganz gleich auf welchem Gebiet Sie arbeiten, von der Pharma-HPLC bis zur Ionenchromatographie im Umweltbereich – Dionex entwickelt Trennsäulen, Systeme und Software für höchste Produktivität. In der HPLC bieten wir Ihnen **LCi™** (Intelligent LC) mit den UltiMate™ 3000 Systemen zusammen mit einem umfangreichen Angebot an Silica- und monolithischen Säulen. In der IC bieten wir Ihnen **RFIC™** (Reagent-Free™ IC - Ionenchromatographie ohne manuelles Ansetzen der Eluenten) zusammen mit der ICS-Familie und dem weltweit umfassendsten Angebot unterschiedlicher IC-Säulen. Diese innovativen Lösungen verbindet Chromeleon®, die heutzutage fortschrittlichste Chromatographie Management Software auf dem Markt.

Besuchen Sie uns an der InCom, Stand 14-16, Ebene U1 und informieren Sie sich über die neuen Möglichkeiten, mit denen wir Ihnen zu größerer Produktivität verhelfen.



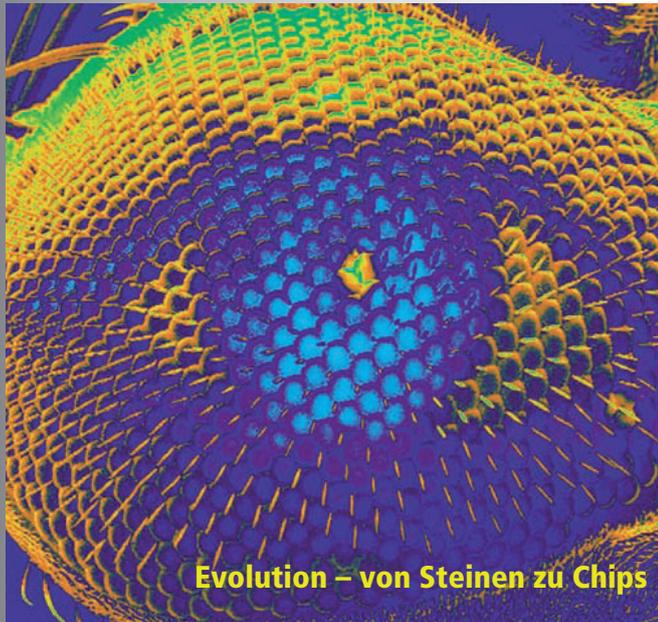
Informationen erhalten Sie auch unter [www.dionex.com](http://www.dionex.com).

# Junge Wissenschaft

D 2046 E Ausgabe 76  
22. Jahrgang • 01 / 2007

Young Researcher  
The Journal of Science and Technology

Jugend forscht in Natur und Technik



## Evolution – von Steinen zu Chips

### Im Wissenschaftsteil: Sieben Beiträge junger Forscher

- Wie man einen Bücherscanner baut
- Pseudoprimezahlen sorgen für Sicherheit
- Ein Holzvergaser hilft beim Rasen mähen
- Ob der Aralsee austrocknet
- Entwicklung eines Refraktometers
- Ein Büchereiprogramm für Schulen
- Seifenblasen – mathematisch schön

**FAX-Hotline:**  
**06223-9707-41**

Für 30 Euro pro Jahr (incl. 7 % MWSt., zzgl. Versandkosten) erhalten Sie als persönlicher Abonnent vierteljährlich die „Junge Wissenschaft“.

**Dazu als Abogeschenk das CLB-Buch Alles Repetitio...**



... das Buch gibt es natürlich auch bei einem Abo der CLB ;-)

## Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die „Junge Wissenschaft“ abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die Zeitschrift zunächst für ein Jahr (=4 Ausgaben) zum Preis von 30,00 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 4,80 Euro, Ausland: 8,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

Widerrufsrecht: Diese Vereinbarung kann ich innerhalb von 20 Tagen beim Agentur und Verlag Rubikon Rolf Kickuth, Bammentaler Straße 6–8, 69251 Gaiberg, schriftlich widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Gesehen, gelesen, unterschrieben. Ich bestätige die Kenntnisnahme des Widerrufsrechts durch meine 2. Unterschrift.

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

## Abo-Bestellcoupon

- JA, ich möchte die CLB abonnieren. Ich erhalte als persönlicher Abonnent die CLB zunächst für ein Jahr (=12 Ausgaben) zum Preis von 91,35 Euro zzgl. Versandkosten (Inland: 12,80 Euro, Ausland: 23,20 Euro). Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht bis acht Wochen vor Ende des Bezugsjahres gekündigt wird.

Datum / 1. Unterschrift

Name / Vorname

Widerrufsrecht: Diese Vereinbarung kann ich innerhalb von 20 Tagen beim Agentur und Verlag Rubikon Rolf Kickuth, Bammentaler Straße 6–8, 69251 Gaiberg, schriftlich widerrufen. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs. Gesehen, gelesen, unterschrieben. Ich bestätige die Kenntnisnahme des Widerrufsrechts durch meine 2. Unterschrift.

Straße / Postfach

Land / PLZ / Ort

Datum / 2. Unterschrift

Telefon oder e-Mail

# Bezugsquellenverzeichnis

## ANALYSEN

Analytische Laboratorien  
Prof. Dr. H. Malissa u. G. Reuter GmbH  
Postfach 1106, D-51779 LINDLAR  
Tel. 02266 4745-0, Fax 02266 4745-19

Ilse Beetz  
Mikroanalytisches Laboratorium  
Postfach 1164, D-96301 Kronach  
Industriestr. 10, D-96317 Kronach  
Tel. 09261 2426, Fax 09261 92376

## ARBEITSSCHUTZARTIKEL



Roth GmbH + Co. KG  
Postfach 10 01 21  
D-76231 Karlsruhe  
Tel. 0721 56060

## CHEMIKALIEN



Roth GmbH + Co. KG  
Postfach 10 01 21  
D-76231 Karlsruhe  
Tel. 0721 56060

**GERBU** Biotechnik GmbH  
Am Kirchwald 6, D-69251 Gaiberg  
Tel. 06223 9513 0, Fax: 06223 9513 19  
www.gerbu.de, E-mail: gerbu@t-online.de

## DEUTERIUMLAMPEN



0 61 51/88 06 - 0  
Fax 0 61 51/89 66 67  
www.LOT-Oriel.com

## DICHTUNGSSCHEIBEN AUS GUMMI MIT AUFVULKANISIERTER PTFE-FOLIE

GUMMI WÖHLEKE GmbH  
Siemensstr. 25, D-31135 Hildesheim  
Teletex 5 121 845 GUMWOE  
Tel. 05121 7825-0

## FTIR-SPEKTROMETER-ZUBEHÖR



0 61 51/88 06 - 0  
Fax 0 61 51/89 66 67  
www.LOT-Oriel.com

## GEFRIERTROCKNER

Zirbus technology  
D-37539 Bad Grund  
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 8380-80  
Internet: <http://www.zirbus.de>

## GEFRIERTROCKNUNGSANLAGEN



Martin Christ GmbH  
Postfach 1713  
D-37507 Osterode/Harz  
Tel. 05522 5007-0  
Fax 05522 5007-12



Steris GmbH  
Kalscheurener Str. 92  
D-50354 Hürth/Germany  
Tel. 02233 6999-0  
Fax 02233 6999-10

## HOHLKATHODENLAMPEN



0 61 51/88 06 - 0  
Fax 0 61 51/89 66 67  
www.LOT-Oriel.com

## KÜHL- UND TIEFKÜHLGERÄTE



Föhrenstr. 12  
D-78532 Tuttlingen  
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125  
www.hettichlab.com  
info@hettichlab.com



Kendro Laboratory Products GmbH  
Herausstr. 12-14, D-63450 Hanau  
Tel. 01805 536376 Fax 01805 112114  
www.kendro.de, info@kendro.de

## KÜVETTEN

Hellma GmbH & Co. KG  
Postfach 1163  
D-79371 Müllheim  
Tel. 07631 182-0  
Fax 07631 135-46  
www.hellma-worldwide.com  
aus Glas, Spezialgläser, Quarzgläser

## LABORCHEMIKALIEN



Roth GmbH + Co. KG  
Postfach 10 01 21  
D-76231 Karlsruhe  
Tel. 0721 56060

## LABOREINRICHTUNGEN



**Köttermann**  
Systemlabor

Köttermann GmbH & Co KG  
Tel. 05147 976-0 Fax 05147 976-844  
www.koettermann.de,  
systemlabor@koettermann.de

## LABORHILFSMITTEL



Roth GmbH + Co. KG  
Postfach 10 01 21  
D-76231 Karlsruhe  
Tel. 0721 56060

## LABOR-SCHLÄUCHE UND -STOPFEN AUS GUMMI

GUMMI WÖHLEKE GmbH  
Siemensstr. 25, D-31135 Hildesheim  
TeleTex 5121845 GUMWOE  
Tel. 05121 7825-0

## LABORZENTRIFUGEN, KÜHLZENTRIFUGEN



Föhrenstr. 12  
D-78532 Tuttlingen  
Tel. 07461 705-0, Fax 07461 705-125  
www.hettichlab.com  
info@hettichlab.com



Kendro Laboratory Products GmbH  
Herausstr. 12-14, D-63450 Hanau  
Tel. 01805 536376 Fax 01805 112114  
info@kendro.de, www.kendro.de



Sigma Laborzentrifugen GmbH  
Postfach 1713  
D-37507 Osterode/Harz  
Tel. 05522 5007-0  
Fax 05522 5007-12

## LEITFÄHIGKEITS-MESSGERÄTE



HANNA Instruments  
Deutschland GmbH  
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6  
D-77694 Kehl am Rhein  
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

Große  
Anzeigen zu  
teuer? Hier  
kostet ein  
Eintrag nur  
6 Euro pro  
Zeile, ein  
Millimeter  
pro Spalte  
3 Euro!

## MIKROSKOPE

**hund**  
**WETZLAR**

**Labor- und Routine-  
Mikroskope  
Stereolupen und  
Stereomikroskope**

Helmut Hund GmbH  
Postfach 1669 · 35526 Wetzlar  
Telefon: (0 64 41) 20 04-0  
Telefax: (0 64 41) 20 04-44

OLYMPUS OPTICAL CO.  
(EUROPA) GMBH  
Produktgruppe Mikroskope  
Wendenstr. 14-18  
D-20097 Hamburg  
Tel. 040 237730  
Fax 040 230817  
email: microscopy@olympus-europa.com

## OPTISCHE TAUCHSONDEN

Hellma GmbH & Co. KG  
Postfach 1163  
D-79371 Müllheim  
Tel. 07631 182-0  
Fax 07631 135-46  
www.hellma-worldwide.com  
aus Glas, Spezialgläser, Quarzgläser

## PARTIKELANALYSE

**LOT** 0 61 51/88 06 - 0  
Fax 0 61 51/89 66 67  
www.LOT-Oriel.com

## PH-MESSGERÄTE

**HANNA**  
instruments  
Deutschland GmbH

HANNA Instruments  
Deutschland GmbH  
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6  
D-77694 Kehl am Rhein  
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

## REINIGUNGSMITTEL FÜR LABORGLAS

**ROTH** Roth GmbH + Co. KG  
Postfach 10 01 21  
D-76231 Karlsruhe  
Tel. 0721 56060

## SAUERSTOFF-MESSGERÄTE

**HANNA**  
instruments  
Deutschland GmbH

HANNA Instruments  
Deutschland GmbH  
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6  
D-77694 Kehl am Rhein  
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

## STERILISATOREN

Zirbus technology  
D-37539 Bad Grund  
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 838080  
Internet: <http://www.zirbus.de>

## TEMPERATUR-MESSGERÄTE

Amarell GmbH & Co KG  
D-97889 Kreuzwertheim  
Postfach 1280  
Tel. 09342 9283-0  
Fax 99342 39860



## TEMPERATUR-MESSGERÄTE

**HANNA**  
instruments  
Deutschland GmbH

HANNA Instruments  
Deutschland GmbH  
Lazarus-Mannheimer-Straße 2-6  
D-77694 Kehl am Rhein  
Tel. 07851 9129-0 Fax 07851 9129-99

## THERMOMETER

Amarell GmbH & Co KG  
D-97889 Kreuzwertheim  
Postfach 1280  
Tel. 09342 9283-0  
Fax 99342 39860



## VAKUUMKONZENTRATOREN

Zirbus technology  
D-37539 Bad Grund  
Tel. 05327 8380-0, Fax 05327 838080  
Internet: <http://www.zirbus.de>

## CLB-Geschichte Fortsetzung von Umschlagseite 2

298

**Elektrophorese**

Abb. 3. Küvette in:  
Füllstellung Meßstellung

hängen jeweils in ein Schälchen mit Pufferlösung, in die die Elektroden eintauchen. In der Mitte des Streifens wurde zuvor die zu untersuchende Substanz mit einer Kapillare strichförmig aufgetragen. Legt man nun an das System eine Spannung von 110 Volt Gleichstrom, so wandern die einzelnen Komponenten je nach ihrer Ladung zur positiven oder negativen Elektrode.

Auf diese Weise wurden zunächst Aminosäuren nach ihrer verschiedenen Ladung oder Wanderungsgeschwindigkeit getrennt und analysiert. Weiterhin konnten die Fruchtsäuren (Äpfel-, Wein-, Zitronensäure) auseinandergezogen und bestimmt werden. Das gleiche gilt für gewisse Nucleotide (Bestandteile der im Zellkern befindlichen Nucleinsäuren) oder biogene Amine und Alkaloide. Auch bei Peptiden und nicht zuletzt bei Proteinen (*Turba*) leistet diese Methode gute Dienste.

Besonders für die Proteine wurde eine Nachweismethode entwickelt, die auch dem Kliniker die Trennung der Eiweißteile des Serums (Albumin, Globulin) auf einfache, schnelle und billige Art gestattet. Mit sauren Farbstoffen (Azocarmarin nach *Turba*, AmidoSchwarz nach *Grassmann*, Bromphenolblau nach *Tiselius* und *Cremer*) lassen sich die einzelnen Komponenten nach der elektrophoretischen Trennung auf dem Papier anfärben. Die Bestimmung der Farbintensität der einzelnen Streifen gestattet eine Aussage über die Mengen der einzelnen Bestandteile. Arbeiten, die die Ergebnisse dieser Methode mit denen der früher beschriebenen (*Tiselius*, *Antweiler*) vergleichen, ergeben eine gute Übereinstimmung. Für die klinischen Untersuchungen liegt der Vorteil der Papierelektrophorese eindeutig auf der Hand. Geringer Anschaffungspreis — man kann sich die Apparatur (s. Abb. 4) sehr gut selbst basteln — Verbrauch nur kleiner Mengen Materials und die Möglichkeit vieler gleichzeitiger Parallelversuche. Die Elektrophorese ermöglichte in manchen Fällen überhaupt erst die genaue Charakterisierung bisher unbekannter Krankheitsbilder.

Abb. 4. Apparat von Th. Wieland und Fischer zur Papier-  
elektrophorese.

Große  
Anzeigen zu  
teuer? Hier  
kostet ein  
Eintrag nur  
6 Euro pro  
Zeile, ein  
Millimeter  
pro Spalte  
3 Euro!

## Genetik/Proteomik/Nanotech in Lifesciences

10.00-10.15: Prof. Beate Resner (Universität Dusseldorf: „The Frontier of science“, Entwicklung der Life Sciences in den kommenden 10 Jahren)  
10.15-10.45: Dr. Martin Weber (Director Corporate Research, Qiagen: „Nanotechnologische Ansätze in der Life Science Forschung: Neue Materialeigenschaften und wie sie genutzt werden können“)  
10.45-11.00: Diskussion  
14.00-14.30: Dr. Dirk Löffler (Director R&D Modification and Amplification, Qiagen: „Expanding functional genomics: New technologies drive standardization from sample to assay“)  
14.30-15.00: Dr. Dirk Löffler (Director R&D Modification and Amplification, Qiagen: „Epigenetics: Deciphering the genetic imprint of our environment“)  
15.00-15.30: Dr. Ulrich von Groll (Sr. Scientist R&D, Qiagen: „Zellfreie Proteinbiosynthese: der einfachste Weg von der DNA zum Protein“)  
15.30-16.00: Dr. Christoph Menzel (Global Product Manager Mass Spec., Qiagen: „Novel sample preparation methods in mass spectrometry for functional proteomics“)

## AGEE-Symposium Elektrochemie

9.35: Dr. Bjoern Luerßen (Gießen, „Elektrochemische Kontrolle von Oberflächeneigenschaften“)  
10.15: Dr. Peter Broecker (Bonn, „Festflüssige Grenzflächenstrukturen unter reaktiven Bedingungen“)  
10.45: Dr. Zuzanna Zawzwa (Oldenburg, „Infrared reflection absorption spectroscopy of molecular layers at the electrode surface“)  
11.25: Dr. Ludwig Kibler (Ulm, „Elektrochemie und Elektroanalyse mit Modellextragen“)  
14.00: Dr. Julia Kurze (Erlangen, „10D Nanotubes-Formation and Growth: Tailoring the Wettability by Functionalisation with Organic Molecules“)  
14.40: Arhim Walter Haseel (MPI Eisenforschung, Dusseldorf, „Elektrochemische Aspekte gerichteter erstarrter Nanostrukturen“)  
15.40: Dr. Andreas Bund (Dresden, „Elektrochemische Anwendungen der Schwingungsmethode“)  
16.20: Dr. Uwe Schröder (Greifswald, Mikrobiopolver-Strom aus mikrobiellen Kräfteverker“)

## WMC-Meeting Stammzellen

9.00: Welcome note – Guido Reifenhäuser, Dusseldorf  
9.10: Human ES cells as source of somatic stem cells – Oliver Biehl, Bonn  
9.30: Identification and functional analysis of novel pluripotency genes in human embryonic stem cells – Markus Miesinger, Dusseldorf / Los Angeles, USA  
10.10: ES cell-derived neurons as a model to study synapse formation and plasticity – Kurt Gotthardt, Dusseldorf  
Session II: Germ Cells and Somatic Stem Cells  
11.00: Germ cells as a new and promising source of stem cells for regenerative medicine – Kaim Noveria, Newcastle, UK  
11.40: Stem cells and cardiovascular repair – Jürgen Hescheler, Cologne  
12.20: Hepatic stellate cells: novel progenitor cells of the liver – Claus Kordeck, Dusseldorf  
12.40: Presentation of the Ulrich-Haddling Research Award 2007 – Jürgen Schneider, Prorektor für Forschung, Dusseldorf  
14.15: Ex vivo production of human red blood cells from hematopoietic stem cells: What future in transfusion? – Luc Douay, Paris, France  
14.55: The biology of human cord blood stem cells – Peter Werner, Dusseldorf  
15.15: Unrestricted somatic stem cells from human umbilical cord blood can be differentiated into a dopaminergic neuronal phenotype – Hans Werner Müller, Dusseldorf  
16.00: Myeloid transcription factors and leukemic stem cells – Dan G. Ijzen, Boston, USA  
16.40: The molecular signature of chronic myeloid leukemia – Rainer Haas, Dusseldorf  
17.00: AEs Wilfms tumor cells with VTI1 and B-catenin mutations similar to human mesenchymal stem cells?  
Brightie Royce-Pokora, Dusseldorf  
17.20: Closing remarks – Rainer Haas, Dusseldorf

## Laserspektroskopie

10.30 Prof. Peter Herzig: Begrüßung und Einführung  
10.40 Prof. Katarina Svanberg and Prof. Steve Stranberg (Lund, Schweden): „Laser spectroscopy applied to environmental and medical research“  
11.20: Dr. Thorsten Feuerhahn (Inst. Energie- und spectroscopy of biomolecules“)  
12.00 Prof. Wolfgang Schade (Clausthal, „Novel Photonic Sensors for Gas Detection“)  
14.00: Dr. Carmen Garcia Perez (IAS, Dortmund, „Fundamentals, applications and future perspectives of laser induced breakdown spectroscopy“)  
14.40 PD Dr. Manfred Wirtz (Dusseldorf, „Breath Diagnostics using Laser Spectroscopy“)  
15.40 Prof. Filipp Oesterhelt (Dusseldorf, „Single molecule spectroscopy and microscopy“)  
16.30 Prof. Cornelia Benz (Münster, „Non-linear optics in microscopy for analysis of cell dynamics and micro fluid flows“)

## Biomolekulare NMR-Spektroskopie

14.30-14.35 Prof. Dieter Willbold: Begrüßung und Einführung  
14.35-14.55 Prof. Dieter Willbold, Dusseldorf, „Structure based prediction of the SARS-CoV protein 7a function“  
14.55-15.20 PD Dr. Matthias Geyer, Dortmund, „Structural insights into the regulation of transcription elongation“  
15.20-15.45 Jun.-Prof. Raphael Seil, Bochum, „NMR studies on the MIA protein-implications for malignant melanoma“  
16.05-16.35 Prof. Marc Baldus, Göttingen: „Studying Structure and Function of protein complexes by solid-state NMR spectroscopy“  
16.35-17.00 Prof. Peter Berger, Duisburg-Essen: „Parvulins Structure and function of small Phases“  
17.00-17.20 PD Dr. Bernd König, Jülich: „Interaction of membrane proteins with soluble peptides“  
17.20-17.30 Kickoff von bio-NMR (Dieter Willbold)

## Massenspektrometrie

10.00-12.00 und 14.00-16.00: Die wohl mitgliederssten Vortragenden im deutschsprachigen Raum über das Thema Massenspektrometrie. Prof. Dirk Foltmann von der Hochschule Aalen und Dr. Wolfgang Jung von dem Zweckerband Landeswissenschaftsjung führen von Grundgeden der MS über Details der Gerätechnik hin zu Anwendungen. Ihre Vorträge sind bekannt von den geschätzten Veranstaltungen des Zweckerbandes Landeswissenschaftsjung UV, den langjährigen Wasserforen. Mehrere hundert Zuhörer verfolgen in den vergangenen Jahren den unterhaltsamen und lehrreichen Vorträgen von „Pat und Patatchon“ der MS.

## HPIC

10.30: Klaus Bischoff (Bischoff Analysetechnik, Leobnigh: Begrüßung, edakt., Phase-Optimized liquid Chromatography: Ein effizientes und einfaches Mittel zur Methodenentwicklung und Optimierung in der HPIC“)  
11.20: Dr. Thorsten Feuerhahn (Inst. Energie- und Umwelttechnik, Duisburg: „Potenziale und Anwendung der Hochtemperatur-Säulensichtchromatographie“)  
12.00: Dr. Frank Michel (Sigma-Aldrich Chemie GmbH: „HPIC mit Fused-core-Partikeln: Hohe Geschwindigkeit und hohe Trennleistung mit niedrigem Rückdruck“)  
14.00: Dr. Helko Hayer (SAS Dortmund, „Metabolitenprofile durch HPIC-MS“)  
14.40: Dipl.-Chem. Mils Helge Scheib (Universität Münster: „Bioaktivitätsdetektion mit Massenspektrometrie“)  
15.40: Lebensmittelchemkin Manuela Hügel (Universität Saarlandes, „Mehrdimensionale chromatographische Trenntechniken in der Proteomik“)  
16.30: Dr. Frank Michel (Sigma-Aldrich Chemie GmbH: „Hochselektive SPE für die Spurenanalytik in komplexen Matrices mit Molecularly Imprinted Polymers“)  
17.10 Bischoff (Abschlussbemerkungen)

## Optical High-Resolution Microscopy

10.00: Dr. Christian Eggeling (Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie, Göttingen: „Far-field fluorescence microscopy at the nanoscale“)  
10.50 Prof. Jeter Woldengen (Experimental Biomolecular Physics, Dept. Applied Physics, Alhambra Univ., Genoa, Royal Institute of technology: „Analysis of fluorescence fluctuations for biomolecular monitoring and imaging“)  
11.30: Dr. Jörg Endlein (Forschungszentrum Jülich: „2-focus fluorescence correlation spectroscopy (2FCS): Monitoring small conformational changes of biomolecules“)  
12.00: Dr. Claus Seidel et. al. (Heinrich-Heime-Universität Dusseldorf: „Molecular Angstrom Optics“)  
14.50: Dr. Klaus Weisheit (Carl Zeiss Microimaging GmbH: „Improving on speed and sensitivity in confocal microscopy“)  
15.30: Dr. Wolfgang Becker (Becker & Hickl GmbH, Berlin: „Fluorescence lifetime imaging in cells and tissue by multidimensional photon counting“)  
Weitere Vorträge folgen

## Neuro-Chip-Verbindungen (BCI)

9.30: Dr. Bernhard Gramann (Graz, Übersicht über BCI)  
10.30 Prof. Peter Fromberger (München, „Hallelektrochips mit Hirn“)  
11.15 Prof. Alfons Schnitzler (Dusseldorf, „Hirnschnittm-cher: technische Eingriffe in Netzwerke des menschlichen Gehirns“)  
12.00 Prof. Peter Tass (Jülich, einer der vier Nominieren für den Zukunftspreis des Bundespräsidenten in diesem Jahr, „Hirnschnittmcher mit Wirkstoffen durch Ausnutzung von Schlüsselgenexpressionswegen“)  
14.00 Prof. Hermann Haken (Stuttgart, Vater der Syngenetik, „Sibisorganisation allgemein und speziell von Nervenzellen“)  
15.15 Prof. Rolf Eckmiller (Bonn, „Lernfähige Retina Implants in Kontakt mit dem Sehsystem im Gehirn“)  
16.15 Prof. Dieter G. Weiss (Rostock, „Neurons-on-chip: Analyse der elektrischen Signalmuster als neues Tool in der Azneinheitsentwicklung“)

# Detailprogramm der InCom/LifeCom

= Montag, 12. März

= Dienstag, 13. März

= Mittwoch, 14. März

## GC / Umwelanalytik

10.00 Prof. Dr. Jürgen Schram (Hochschule Niederrhein: „Umweltsubstanzanalytik – Notwendiges Überl.“, „Recht aus wilden Zellen“ oder „Hoffnung für die Zukunft“)  
10.25 Dipl.-Ing. Sascha Gispold (M&S): „Institute of Energy and Environmental Technology e.V. (UVA) Duisburg: „High temperature liquid chromatography an emerging technology for environmental (thermal) separations“)  
11.15: Dr. Michael Heuel (Siemens AG, Köln: „Emissionsmessungen in Kraftwerken und Verbrennungsmotoren“)  
14.00: Dr. Volker Piegge (Christoph-Prormer-Heard Erl: „Dr. Volker Piegge (UVA)“, „Mikrokoralle in Innenräume – frische Ergebnisse aus Hausstaubuntersuchungen“)  
12.05: Arndt, Pflanzon, U. Netisch, O. Schulz (Spectro Analytical Instruments GmbH & Co. KG, Klev: „Beidseitige und Korrektur von variierenden oder strukturierten Untergrund sowie spektralen Störungen in der CP-OS mittels einer Peakintensitäts-verdunnungsgleichungen Beziehung“)  
13.30: Dr. Claus Bornemann (Entwicklung Sonderanalytik, eurofins ANALYTIS Gesellschaft für Laboruntersuchungen, Wessling bei Köln: „Schadstoffanalytik mit physikologischen Bezug – Wirkungspfad Boden – Mensch, Respirationserhebung nach DIN 19738:2004-07“)  
13.55 Prof. Dr. Harald Weber (Hochschule Niederrhein: „Ermittlung des Brandverhalten spezieller Stoffe, die der Stoffalterung unterliegen“)  
14.30: Guido Kleefisch (Shimadzu: „10°C-V-CM-Multielement-Tink- und Abwasseranalytik mit nur einem System“)  
15.00: Dr. The Polka (Shimadzu, Duisburg: „Moderne Methoden in der Restizanalytik“)  
15.25 Ulrich Servo, Mils GmbH/ode (Shimadzu, Duisburg: „Qualitätskontrolle in der Biodesel-Produktion: Teil I: Qualitätskontrolle von Biodesel mittels GC, Teil 2: Qualitätskontrolle von Biodesel mittels AAS und CP“)  
15.50 Mils GmbH/ode (Shimadzu, Duisburg: „Bestimmung von Schwefelanteilen in Trinkwasser mittels CP-OS“)  
16.15 Dr. Peter-Henr. Ebelien (Shimadzu, Duisburg: „Schmelze HPIC: hochauflösende HPIC – Möglichkeiten zur Optimierung bestehender HPIC-Systeme und Applikationen“)

## Bioquality (mit Newlab Bioquality AG)

10.00 Melanie Dippe (Newlab BioQuality AG: „Einführung: Qualitätskontrolle bei biopharmazeutischen Produkten“)  
10.45 Melanie Dippe (Newlab BioQuality AG: „Qualitätsicherung: Zulassung von biopharmazeutischen Produkten in internationalen Umfeld, Anforderungen an die Qualitätsicherung“)  
11.30 Olaf Stamm (Newlab BioQuality AG: „Die Zellbank: Die prokaryotische Zellbank: die eukaryotische Zellbank: Charakterisierung und Überprüfung auf Sicherheit“)  
14.00 Andreas Richter (Newlab BioQuality AG: „Nachweis von Kontaminationen und Verunreinigungen: Kontaminationen durch die Wirtszelle, Abreicherung durch den Hestelplazprozess“)  
15.00 Klaus Kellings (Newlab BioQuality AG: „Sicherheitsstudien: Nachweis der Virusfreiheit, Untersuchung der ISE Sicherheit bei Blut- und Plasmaerprodukten“)  
16.00 Beitha Katerle (Newlab BioQuality AG: „Biopharmazeutische Methoden: Charakterisierung des Zielproteins, Nachweis von Verunreinigungen“)

## Neue Biokatalysatoren

9.30 Prof. Ulrich Schwanenberg (Bremen, „Gelenkte Evolution von Oxygenasen“)  
10.10: PD Dr. Martina Pohl (Dusseldorf, „Biokatalysatoren zur enantioselektiven Carbonylation“)  
10.45: Dr. Jürgen Eck (BRAN AG, Zwingenberg: „Neue Enzyme aus dem Metzgerroom“)  
11.20: Dr. Karl-Heinz Maurer (Heinkel K&A, Dusseldorf: „Enzyme in Waschmitteln“)  
12.00: Ende der Vortragsreihe

## Biochips

10.30 PD Dr. Robbe Wünschiers (Universität zu Köln: „DNA-Mikroarrays – Eine methodische Einführung“)  
11.20 Dr. Markus Beer (Rebit GmbH, Heideberg, „BioChips & Bioarrays“)  
12.00 Dr. Olaf Schröder (NeuroPort GmbH, Rostock: „Functional Screenings with Neuronal Network Cultures on Microelectrode Arrays – New Solutions for Neuropharmacology“)  
14.00 Susanne Morawany (Zentrum für Angewandte Informatik, Universität zu Köln, „Datenprozessierung“ detaillierter Titel folgt)  
14.40 Dr. Johannes Regenbogen (GATC Biotech AG, Konstanz: „Offene Systeme zur globalen Transkriptomanalyse: cDNA, 2-D Gele und Next Generation Sequenzierungs-Technologie“)  
15.40 Dr. Margit Stadler (Eppendorf Biochip Systems GmbH, Harburg: „A novel Alti-In One solution in Microarray technology“)  
16.30 Dr. Johannes Schuchhardt (MicroDiscovery GmbH, Berlin: „from data to models - a study in Systemsics“)

## Mikrowellensynthesen

14.30 Prof. Helmut Ritter (Dusseldorf: „Grundlagen der Mikrowellensynthesen und Beispiele aus der Polymerchemie“)  
15.30 Prof. Thomas J.1 Müller (Dusseldorf)  
16.30 NN

## Mikrofluidik

9.30: Prof. Heinz-Martin Küß (Begrüßung)  
9.40: Prof. Dr. Detlev Belder (Universität Regensburg, „Chip-Laboratorien für die Analytische Chemie“)  
10.25: Prof. Dr. Volker Hessel (Institut für Mikroelektronik MM, Mainz: „Mikroprozessentechnik und Chip-basierte Mikrofluidik: Analytik, Prozessentwicklung im Labor und chemische Produktion“)  
11.25: Dipl.-Chem. Peter Hoffmann (Universität Regensburg: „Chip-MS-Kopplung“)  
14.00: Prof. Dr. Dusan Kamenyky (Universität Bratislava „Enhanced analytical performance in electroseparations on a chip by using a column-coupling technique“)  
14.45: Dr. Marian Mästar (Universität Bratislava: „Some practical aspects of electroseparators on a column-coupling CE chip“)  
15.45: Dipl.-Chem. Jens Kümmevger (Universität Münster, Leimsuhl Prof. Uwe Karst, „Wellenlängenregiose Filter-grenzenndelektion in der Mikrochip-kapillarelektrophorese“)  
16.30: Dr. Dirk Janssek (SAS Dortmund, „Kontinuierliche elektrooptische Trennung im Miniaturnassstab“)

## LECO-Firmenseminar

1. Teil des ganztagigen LECO-Firmenseminars. Der zweite Teil findet am nächsten Tag auf dem Gelände der Firma LECO in Montedisonbadach statt.

## Praxisvorträge

9.30-10.00: Dr. Stefan Schomer (QMBalance, Saarbrücken, „Der „Rechtige Wert“, Ringversuche kritisch ausgewertet nach Normen und Richtlinien“)  
10.15-10.45: Dr. Stefan Schomer (QMBalance, Saarbrücken, „Systematische Fehler im analytischen Prüflabor: Suche nach einem Phantom?, ... oder dem praktischen Nutzen“)  
11.00-11.30: Dr. Stefan Schomer (QMBalance, Saarbrücken, „Validierung von Excel-Arbeitsblättern – Beispiele und bewährte Konzepte aus ProControl“)  
11.45-12.30: Dr. Udo Maid-Köhner (Impm-Fachmedien), Pöhlhorn, „Weg zur papierarmen QM-Dokumentation“)  
14.00-15.30: Linde Experimentalkontroll („Sicherer Umgang mit Gasen im Labor“)

## Praxisvorträge

10.00-10.30 Werner Mrogan (Stadtwerke Hannover, „Die chemische Analyse von Trinkwasser nach VO einschließlich der Spurenanalytik von HKW“, PA's und BSM mit Hilfe von GC und HPIC“)  
10.45-11.15 Dr. Alfred Preiss (FG ITEM, Hannover: „Charakterisierung polarer Schadstoffe im Grundwasser von Altlasten mit modernen Methoden der Non-target-Analytik“)  
\* 11.30-12.15 Dr. Udo Maid-Köhner (Impm-Fachmedien), Pöhlhorn, „Weg zur papierarmen QM-Dokumentation“)  
\* 14.00-14.30 Dr. Hansjörg Majer (Science Support, Burgwedel, „Installation und Wartung von Reinstgas-Versorgungsanlagen – Reichtlicher Stand“)  
14.45-15.15 Dr. Hansjörg Majer (Science Support, Burgwedel, „Reinstgas-Generatoren als kostensparende Alternative zur Gasversorgung“)  
15.30-16.15 Dipl.-Ing. Oliver Sieke („Automatisierte Fernbedienbarkeit externer Gasversorgungs- und Mess-Eintrichtungen- neue Sicherheits- und Kostenverdrungskonzepte“)

## CAMAG-Seminar / Linde / rpm

10.00- 12.30 CAMAG-Seminar (Dr. Konstantinos Nektas, CAMAG Berlin, „1. HPTLC/MS und weitere Kopplungstechniken / 2. Moderne Analytik von Pflanzenrogenen / 3. Wirkungsbezogene Analytik in der Pharmachromatographie zur Detektion und Identifikation tokiologischer relevanter Schadstoffe / 4. Neugewinnen in der Getränkeanalyse bei CAMAG“)  
14.00- 15.30 Linde Experimentalkontroll („Sicherer Umgang mit Gasen im Labor“)  
16.00- 16.45 Dr. Udo Maid-Köhner (Impm-Fachmedien), Pöhlhorn, „Weg zur papierarmen QM-Dokumentation“)

## WVR-Seminar

14.00: Dr. Wolf-Dieter Beinhart (WVR International, Darmstadt: „Schnelle Chromatographie mit einem Standard-HPIC-System und monolithischen Säulen“)  
14.40: Dr. Wolf-Dieter Beinhart (WVR International, Darmstadt: „Ein Software-System für die einfache und schnelle Bestimmung der Messunsicherheit von Analyseergebnissen“)  
15.20: Dr. Wolf-Dieter Beinhart (WVR International, Darmstadt: „Software-Werkzeuge für die professionelle automatische HPIC-Methodenentwicklung und Robustheitsprüfung“)

## IAS/GGA Seminar

Am allen drei Tagen findet Firmenseminar von IAS/GGA statt. Die Inhalte sind noch geheim -> Bitte ab 1.3.2007 auf [www.life.com.de](http://www.life.com.de) nachsehen!!!

*Sponsoring Partner*

HEINRICH HEINE  
UNIVERSITÄT  
DÜSSELDORF

**InCom 2007**

SYMPOSIUM & EXPOSITION

**LifeCom 2007**

SYMPOSIUM & EXPOSITION

**12. - 14. März**

**[www.lifecom.de](http://www.lifecom.de)**

- Einzelsymposien mit eingeladenen Vortragenden über Laserspektroskopie, Massenspektrometrie, Gaschromatographie, HPLC, NMR, Optische Mikroskopie, Bioquality, Mikrofluidik, Elektrochemie, Proteindesign, Funktionelle Genomik/Proteomik/Nanotech in Lifesciences, Stammzellen, Biochips, Brain-Computer-Interface, Mikrowellensynthesen.
- umfangreiche Industrieausstellung mit rund 60 ausstellenden oder repräsentierten Firmen
- mitreißende Experimentalvorträge von Prof. Dr. Viktor Obendrauf und Prof. Dr. Georg Schwedt
- Kabarett mit Vince Ebert; Wettbewerb Jugend lehrt; und und und...
- Praxisvorträge und Firmenseminare, u.a. von jas/GGA, CAMAG, Linde, Leco, WMR
- Jobbörse und Experimentalvortrag für den Unterricht
- Podiumsdiskussion „Zukunft der naturwissenschaftlich-technischen Berufe  
in Deutschland mit führenden Repräsentanten aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft



**Programmdetails innen**

**Jetzt registrieren für 25 €  
(incl. Abstracts-Booklet)  
unter [www.lifecom.de](http://www.lifecom.de)**