

1408



Wissenschaftsmagazin der
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Forschung Frankfurt



**Osteuropa: Nationalismus und Demokratie ▶ Tatort
Backstube: Allergien am Arbeitsplatz ▶ Schrif-
terkennung: Das Handschrifterkennungssystem AQUIRE
▶ Überdruckmedizin: Die Sauerstoffüberdruckthera-
pie ▶ Bienenkunde: Von einer polygamen Königin
und vielen monogamen Drohnen ▶ Wirtschaftssyste-
me im historischen Vergleich: Bodennutzung und
Bevölkerungsentwicklung**

2

1993

Springer-Lehrbücher

R. Rojas

Theorie der neuronalen Netze

Eine systematische Einführung

1993. XVIII, 466 S. 300 Abb. (Springer-Lehrbuch)
Brosch. DM 48,- ISBN 3-540-56353-9

In diesem Buch wird die moderne Theorie der künstlichen neuronalen Netze umfassend dargestellt. Dabei werden theoretische Ansätze und Modelle, die in der Literatur als unzusammenhängende Teile vorliegen, zu einer modellübergreifenden Theorie zusammengefügt. Angefangen mit der einfachsten Art von Netzen, wird Schritt für Schritt gezeigt, wie sich die Eigenschaften der Modelle verändern, wenn allgemeinere Berechnungselemente und Netztopologien eingeführt werden. Die Verbindung zur Biologie bleibt durch besondere Abschnitte immer präsent. Das Buch ist als Grundlage für Neuroinformatik-Vorlesungen an deutschsprachigen Universitäten geeignet und richtet sich an Leser, die sich auf dem Gebiet der neuronalen Netze einen Überblick verschaffen oder vorhandene Kenntnisse vertiefen wollen.

F. L. Bauer

Kryptologie

Methoden und Maximen

1993. XII, 357 S. 149 Abb. 3 Tab. (Springer-Lehrbuch)
Brosch. DM 48,- ISBN 3-540-56356-3

Das Buch setzt nur elementare mathematische Kenntnisse voraus. Der erste Teil handelt von den Geheimschriften und ihrem Gebrauch – der Kryptographie. Im zweiten Teil wird das Vorgehen zum unbefugten Entziffern einer Geheimschrift – die Kryptanalyse – besprochen, wobei sich insbesondere Hinweise für die Verfahrensbeurteilung ergeben.

Mit spannenden, lustigen und bisweilen anzüglichen Geschichten aus der historischen Kryptologie gewürzt, ist es selbst für den Laien reizvoll zu lesen.

M. Schader, S. Kuhlins

Programmieren in C++

Einführung in den Sprachstandard C++ Version 3.0

1993. X, 310 S. 25 Abb. 7 Tab. (Springer-Lehrbuch)
Brosch. DM 39,80 ISBN 3-540-56524-8

Das vorliegende Buch ist eine Einführung und als Nachschlagewerk zur Programmiersprache C++ in der Version 3.0 geeignet. Nach den ersten Kapiteln, die den „C-Teil“ von C++ behandeln, steht in der zweiten Hälfte das C++-Klassenkonzept im Vordergrund. Im einzelnen werden hier Klassen und abgeleitete Klassen, spezielle Konstruktoren, überladene Operatoren sowie parametrisierte Funktionen und Klassen besprochen. An die Kapitel schließt sich jeweils eine Reihe von Übungsaufgaben an, deren Lösungen gegen Einsendung einer Diskette vom Autor kostenlos erhältlich sind.

R. G. Henzler

Information und Dokumentation

Sammeln, Speichern und Wiedergewinnen von Fachinformation in Datenbanken

1992. XII, 322 S. 44 Abb. 50 Tab.
(Springer-Lehrbuch) Brosch. DM 48,-
ISBN 3-540-55703-2

Dieses Lehrbuch behandelt traditionelle und moderne Formen der Informationsaufbereitung für Datenbanken und Wissenspeicher, die alle Aspekte der Dokumentationspraxis umfassen. Es gibt eine aktuelle Darstellung der für Recherchen und Informationsvermittlung wichtigen Dokumentationsszene und -technik.

Das Buch ist ein Leitfaden für Studenten aller mit Dokumentation befaßten Fachrichtungen sowie aller Fachrichtungen, in denen Datenbankrecherchen durchgeführt werden. Es vermittelt dokumentarische Methoden, Fachbegriffe und Zusammenhänge.

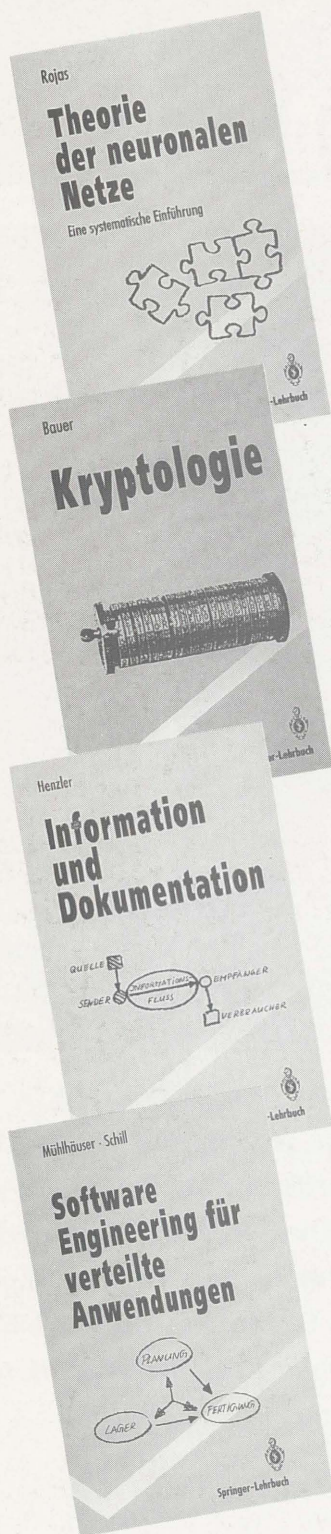
M. Mühlhäuser, A. Schill,

Software Engineering für verteilte Anwendungen

Mechanismen und Werkzeuge

1992. XVIII, 402 S. 80 Abb. (Springer-Lehrbuch)
Brosch. DM 78,- ISBN 3-540-55412-2

Gegenstand dieses Buches ist die Entwicklung komplexer verteilter Anwendungsprogramme. Thema ist nicht, wie in den traditionellen Büchern über verteilte DV-Systeme, die Entwicklung oder der Betrieb von Rechnernetzen, sondern deren Einsatz bei der Entwicklung verteilter Anwendungen. Das Buch richtet sich in erster Linie an Dozenten, Studenten und Wissenschaftler im Bereich des Software Engineering sowie an Softwareentwickler in der Praxis.



Springer

Preisänderungen vorbehalten.

Springer-Verlag □ Heidelberger Platz 3, D-14197 Berlin, F.R. Germany □ 175 Fifth Ave., New York, NY 10010, USA □ 8 Alexandra Rd., London SW19 7JZ, England □ 26, rue des Carmes, F-75005 Paris, France □ 37-3, Hongo 3-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan □ Room 701, Mirror Tower, 61 Mody Road, Tsimshatsui, Kowloon, Hong Kong □ Avinguda Diagonal, 468-4°C, E-08006 Barcelona, Spain □ Wesselényi u. 28, H-1075 Budapest, Hungary

rb.678/MNT/A/1

Seite 2: Osteuropa

Nationalismus und Demokratie

Der wiederauflebende Nationalismus äußert sich in West- und Osteuropa unterschiedlich: In Ländern wie Frankreich oder Deutschland fallen Nation und Staatsvolk weitgehend zusammen und bestärken sich so gegenseitig. In Osteuropa zerfallen dagegen die früheren multinationalen Staaten wie die Sowjetunion, die Tschechoslowakei oder Jugoslawien. *Egbert Jahn* beschreibt die Demokratisierung in Osteuropa als staatsprengende Kraft.

Seite 12: Tatort Backstube

Allergien am Arbeitsplatz

Allergien liegen im Trend der Zeit – nicht nur bei den Patienten. Tatsache ist, daß die Zahl der Allergiker steigt. Das berufliche Asthma bronchiale ist eine der häufigen Berufskrankheiten. *Rainer Wiewrodt, Heiko Frühauf, Rolf Merget* und *Gerhard Schultze-Werninghaus* finden das Berufsasthma auch wissenschaftlich interessant, denn nur bei wenigen Allergien kennt man die Schadstoffe so gut und weiß, wie lange und stark die Allergiker ihnen ausgesetzt waren.

Seite 20: Schriffterkennung

Das Handschriffterkennungssystem AQUIRE

Handschriftliche Notizen und Skizzen bereiten dem Computer immer noch Schwierigkeiten: sei es die Unterschrift oder das Gekritzelt auf dem Bankbeleg oder Briefumschlag. Aber auch gedruckte Dokumente werden elektronisch weiterverarbeitet und archiviert. Um dieses Gebiet für die elektronische Datenverarbeitung zu erschließen, sind hochwertige Erkennungs- und Interpretationssysteme notwendig. In der Professur für Technische Informatik versuchen *Bernd Klauer* und *Klaus Waldschmidt*, dem Computer Lesehilfen zu geben.

Seite 28: Überdruckmedizin

Die Sauerstoffüberdrucktherapie

Aus der Tauch- und Überdruckmedizin stammt ein Behandlungsverfahren, das in Deutschland bisher kaum verbreitet ist: In einer Überdruckkammer atmet der Patient reinen Sauerstoff unter erhöhtem Druck ein. Weil das Gewebe besser mit Sauerstoff versorgt wird, heilen chronische Wunden ab, schlecht durchblutete Beine erholen sich; selbst nach einem Schlaganfall oder bei Ohrgeräuschen kann sich der Einsatz lohnen. In der Druckkammer des Sportmedizinischen Instituts werden von *Dieter Böhmer* und *Gerd Hoffmann* „sanfte“ Druckformen bei Sportlern und Patienten angewendet.



Abzug der Kernwaffen aus der Ukraine: Ein Atomsprengkopf wird in den Container gelegt.

Seite 40: Bienenkunde

Von einer polygamen Königin und vielen monogamen Drohnen

Die Bienen scheinen doch nicht das geeignete Beispiel für die menschliche Sexualaufklärung zu sein: Eine Bienenkönigin wird von zahlreichen Drohnen umworben, die die Kopulation nur um wenige Stunden überleben. Die Königin führt das Sperma ihrer Gatten als lebenden Vorrat während ihres gesamten Lebens mit sich. Einsichten in das Liebesleben der Bienen geben *Gudrun* und *Nikolaus Koeniger* sowie *Stefan Fuchs*.

S. 58: Wirtschaftssysteme im historischen Vergleich

Bodennutzung und Bevölkerungsentwicklung

Wildbeutergesellschaften galten lange Zeit als „primitiv“, weil sie nicht unseren Güterüberfluß produzierten. Dabei schaffen sie es, ohne Bevölkerungsexplosion und ohne die Ressourcen zu übernutzen ihre Bedürfnisse zu befriedigen. Beim Vergleich eines solchen Wirtschaftssystems mit denen der Antike oder des Mittelalters verwenden *Bertram Schefold*, *Helge Peukert* und *Oliver Volckart* einen Begriff, der aus der Kunstwissenschaft stammt: den Stil. Er erlaubt es, auch in der Wirtschaftsgeschichte eine Epoche als „Einheit des Ausdrucks und der Haltung“ zu betrachten.

Seite 64: Impressum/Bildnachweis



Demokratie und Nationalismus in Osteuropa

Von Egbert Jahn



Die meisten Westeuropäer blicken mit Verwunderung und Unverständnis, ja mit Besorgnis auf die unerwartete, neue Blüte des „Nationalismus“ in Osteuropa, die von den Nationalbewegungen selbst oft als „nationale Wiedergeburt“ gefeiert wird. Sie sehen Osteuropa im Prozeß der mühsamen und immer wieder durch Euroskleusen unterbrochenen supranationalen Integration und verstehen nicht, weshalb Osteuropa dem umgekehrten Prozeß der Desintegration in Nationalstaaten und nationaethnische Organisationen unterliegt.

Nichts spricht dafür, daß die angestrebte politische Einigung Europas zur Abschaffung der Nationalstaaten führt; sie werden allenfalls durch einige supranationale Institutionen überwölbt und geben manche Souveränitätskompetenzen an diese ab. Osteuropa muß offenbar erst die im Westen früher vollzogene Nationalstaatsbildung nachholen beziehungsweise vollenden, denn die kommunistischen nationalen Teilrepubliken waren ja bereits ein Tribut an die Kraft des Nationalismus in der sich modernisierenden Gesellschaft der sich auflösenden dynastischen Vielvölkerreiche des östlichen Europas.

Demokratisierung als staatsensprengende Kraft

Der empirische Befund ist klar und eindeutig: Von den kommunistischen Staaten Osteuropas haben nur die Nationalstaaten überlebt. Der teilnationale Staat DDR ist ebenso verschwunden wie die nominell multinationalen Staaten Sowjetunion, Jugoslawien und selbst die binationale Tschechoslowakei.

Die Kommunisten glaubten, historisch den Nationalismus und seine Bedingungen überwunden zu haben. Tatsächlich hat jedoch die kommunistische Parteiherrschaft die gesellschaftlichen Voraussetzungen eines modernen Massennationalismus verstärkt oder vielfach erst geschaffen, der sämtliche sozialen Schichten und Berufsgruppen ergreift. Diese sind allgemein ausgedrückt: Beseitigung ständischer Strukturen, Vernichtung dynastischer Staatslegitimation, Industrialisierung, Urbanisierung und vor allem Alphabetisierung der Gesellschaft.

Die wachsende Bedeutung von Sprache in der immer komplexeren, arbeitsteiligen und höhere Qualifikationen fordernden modernen Gesellschaft konstituiert ein wachsendes Interesse daran, die eigene Muttersprache zur herrschenden Verkehrssprache in der Wirtschaft und im Staat zu machen. Statt acht werden



Krim-Tataren wollen Unabhängigkeit: Für einen unabhängigen Staat demonstrieren am 19. März 1992 einige tausend Krim-Tataren in Kiew.



Bürgerkrieg in Tadschikistan: Mehr als 320.000 Menschen wurden bisher aus ihren Häusern vertrieben.

in Zukunft vierundzwanzig Sprachen in den Büros und Fabriken, Schulen und Gerichten, Zeitungen und Funksendungen Osteuropas vorherrschen. Die wachsende Bedeutung der Sprache für die sozialökonomische Situation der Menschen begründet die hervorragende Bedeutung des Nationalismus, der sich auf die Sprachnation bezieht. Nur in wenigen Fällen wirken andere Faktoren wie regionalgeschichtliche Traditionen (Montenegro) oder religiöse Traditionen nationsbildend, wie insbesondere innerhalb der serbokroatischen Sprachgemeinschaft (Serben, Kroaten, muslimische Bosnier).

Bei aller Unterdrückung zahlreicher nationaler (insbesondere der religiösen und als feudal, bürgerlich oder großbäuerlich verurteilten) Traditionen hat die kommunistische Parteiherrschaft zusätzlich weitere Voraussetzungen für die gegenwärtige „nationale Wiedergeburt“ geschaffen, indem sie manches für den Erhalt nationaler Sprachen und Kulturen tat, die andernfalls einer naturwüchsigen Assimilation durch stärkere nationale Sprachen und Kulturen unterlegen wären. Das wurde vielfach durch nationalterritoriale Einheiten abgesichert, die die Entstehung einer nationalen Intelligenz und nationaler Bürokratien institutionell gewährleisteten und damit den beabsichtigten oder unbeabsichtigten Assimilationstendenzen entzogen.

In keinem der nominell multinationalen, faktisch jedoch stark von einer hegemonialen bis imperialen Nation dominierten Staaten entstand eine relevante demokratische, gesamtstaatliche Bewegung, um von einer Parteibildung ganz zu schweigen, die Menschen aller oder

mehrerer Völker vereinigen konnte. Alle einflußreichen demokratischen, liberalen, verfassungsstaatlichen Bestrebungen waren gleichermaßen wie die undemokratischen oder offen diktatorischen politischen Organisationen national (auch wenn sie vereinzelt Menschen anderer Ethnizität einbezogen) und wirkten letztlich bei der Zerstörung der multinationalen Staaten mit. Innerhalb weniger Monate schrumpfte die Verteidigung oder auch Wiederherstellung der Sowjetunion zur Angelegenheit von Russen (in ihrer Minderheit), die Verteidigung Jugoslawiens oder die Wiederherstellung Kleinjugoslawiens zur Sache von Serben (in ihrer Mehrheit). Nur in der Tschechoslowakei erwies sich das imperial-tschechische Interesse als außergewöhnlich schwach; entsprechend unsicher ist auch der slowakische Nationalismus. Vom Nationalismus der schwachen Natio-



Die Opfer: Trauer über ein getötetes Kind im aserbaidzhanischen Grenzort Agdam nahe Berg-Karabach.



Nach dem Sturz des Präsidenten Rachmon Nabijew demonstrieren am 7. Mai 1992 Anhänger der islamischen Opposition für die neuen Machthaber, einen Obersten Konsultativrat aus verschiedenen Oppositionsparteien der früheren Sowjetrepublik Tadschikistan.



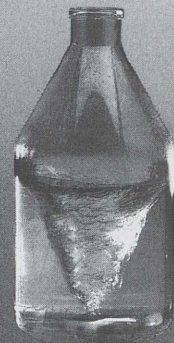
Extrem niedrige Beschickungshöhe. Vollautomatische Sterilisation.

Die vollautomatischen Laborautoklaven Typ VARIOKLAV bieten eine bislang einmalige Synthese aus Bedienkomfort, Sicherheitskonstruktion und anwendungsorientiertem Zubehör. Die innovative Konzeption „Rühren während der Sterilisation“ verkürzt zusätzlich die Zykluszeiten und selbst problembeladene Sterilisationsgüter werden sicher autoklaviert.

20 l-Gefäß, gerührt.
Für VARIOKLAV 400 EV.

VARIOKLAV®

Dampfsterilisatoren



nen (Litauer, Kasachen, Slowenen, Slowaken etc.) sollte man schweigen, wenn man nicht über den Imperialismus und die Hegemonie der starken Nationen (Russen, Serben, Tschechen) reden will.

Zum Verhältnis von Nationalismus und Demokratie

Demokratie und Nationalstaat, und zwar ethnisch geprägter, tendenziell einsprachiger Nationalstaat, hängen offenbar in Osteuropa viel enger zusammen als vielfach vermutet.

In der Umgangssprache – vor allem in Deutschland und in den kommunistischen Staaten – wurde der Terminus Nationalismus vielfach nur für die intoleranten, aggressiven, gewalttätigen und imperialen Formen des Nationalismus

gebraucht. Für die weithin allgemein gebilligte Form des Nationalismus, der auf die emotionale und rationale Wertschätzung und die politische Wahrnehmung der Interessen der eigenen Nation in einem System friedlich konkurrierender Nationen in und zwischen den Staaten ausgerichtet ist, wählt man heute gern andere Termini wie „Patriotismus“, „gesundes“ oder „normales Nationalbewusstsein“. In der Nationalismusforschung hingegen werden meist die gemäßigten wie die übersteigerten, die liberalen und demokratischen wie die totalitären und populistischen oder die bürgerlichen und proletarischen sowie viele andere Formen desselben Phänomens des Zusammengehörigkeitsgefühls von spezifischen menschlichen Großgruppen (Stämmen, Völkern, Nationen, Landsmann-

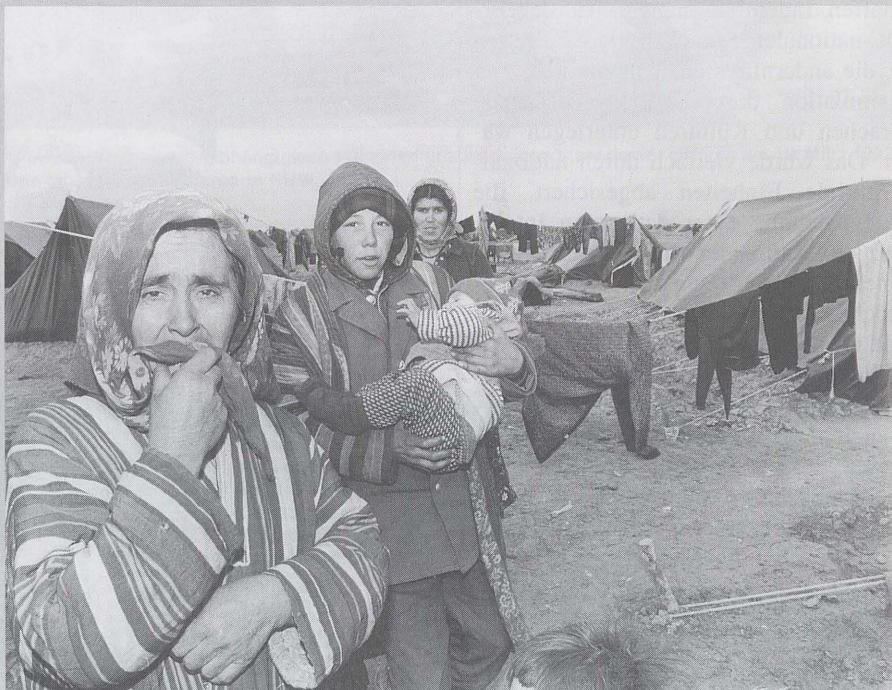
schaften und Staatsbürgerschaften) unter dem allgemeinen Terminus „Nationalismus“ zusammengefaßt, in Typen untergliedert und oft vergleichend analysiert.

Der Begriff der Demokratie ist gleichgültig gegenüber der Zusammensetzung des Demos, des Volkes oder der Bürgerschaft. Er ist im Prinzip universal, d.h. er beansprucht weltweite Geltung. Insofern er jedoch nicht mit dem Gedanken des Weltstaates verknüpft ist, bedarf jede partikuläre Demokratie einer zusätzlichen Legitimation, wodurch ein Demos (populus, Staatsvolk) von einem anderen Demos getrennt sein soll. Diese Legitimation übernimmt der Nationalismus. Keine Demokratie kann ohne eine Abgrenzung nach außen und ohne einen minimalen Konsens und Zu-

Typen des Nationalismus

Zu den Typen des „Nationalismus“ in Osteuropa gehören beispielsweise:

- ▶ das Mißtrauen und die Ablehnung von jeglichen zwischenstaatlichen Bindungen und Bündnissen, die die mühsam errungene nationale Unabhängigkeit einschränken;
- ▶ das Streben nach einem unabhängigen Nationalstaat und nach dessen Erringung seine Verteidigung gegenüber imperialen Bestrebungen anderer Nationen;
- ▶ das Streben kleinerer Nationen oder nationaler Gruppen nach national-territorialer Autonomie innerhalb eines nominellen Nationalstaates mit größeren nationalen Minderheiten;
- ▶ das Streben nach privilegiertem Minderheitenschutz ethnischer Interessen und Bedürfnisse, die bei der bloßen Wahrnehmung individueller Menschenrechte unterzugehen drohen;
- ▶ die Durchsetzung der Nationalsprache als Staatssprache und als vorherrschende gesellschaftliche Sprache;
- ▶ die Herrschaft oder Vorherrschaft der Titularnation im Staat und in vielen wesentlichen gesellschaftlichen Bereichen;



Tadschikische Flüchtlinge in Afghanistan: Mehr als 100.000 Menschen sind bis zum Januar 1993 vor den Kämpfen zwischen moslemischen und kommunistischen Truppen nach Afghanistan geflüchtet.

- ▶ die Ausweitung der Staatsgrenzen bis an die Nationalgrenzen oder umgekehrt
- ▶ die Ausweitung der Nationalgrenzen an die Staatsgrenzen;
- ▶ die Expansion des nationalen Siedlungsgebiets durch Privilegien oder Zwang;
- ▶ das Aufzwingen und Aufdrängen der Staatssprache als allgemeine Muttersprache und damit die Assimilation von ethnischen und nationalen Minderheiten;
- ▶ die staatliche und gesellschaftliche, wirtschaftliche, soziale und politische Benachteiligung ethnischer und nationaler Minderheiten;
- ▶ die Erringung und Ausübung von imperialer Fremdherrschaft über andere Nationen oder nationale Gruppen;
- ▶ die Verminderung der eingesessenen Bevölkerung durch terroristische Provokation von Flucht oder durch Vertreibung und
- ▶ die Verminderung oder Auslöschung der eingesessenen Bevölkerung durch staatlich organisierte Geburtenbeschränkung oder durch Massenmord.

Zeitgewinn durch Flexibilität

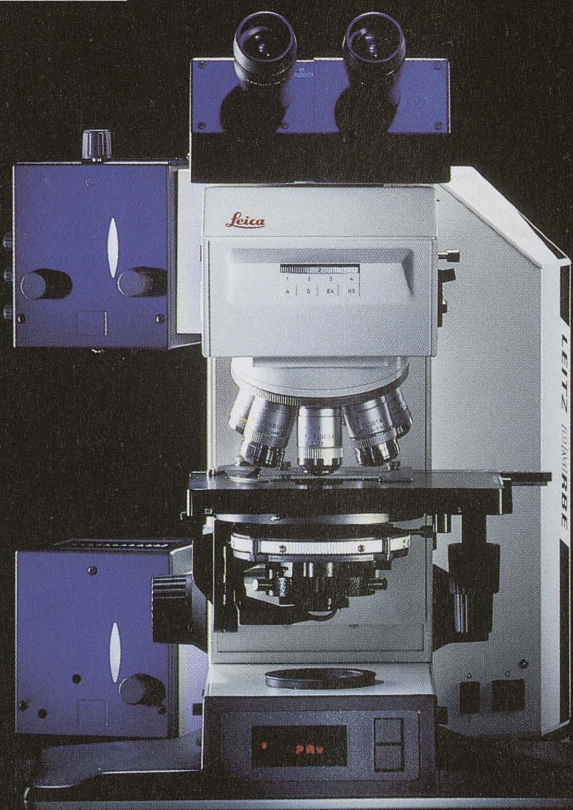
Mit dem neuen LEITZ DMRB/E entscheiden Sie sich als Biologe oder Mediziner für eine absolute Novität in der modernen Mikroskopie. DAS Mikroskop LEITZ DMRB/E ist durch seine neue Unendlichoptik für alle Kontrastverfahren vorbereitet.

Aufgrund der integrierten Modulbauweise kann es mit entsprechenden Komponenten ganz einfach nach Ihren persönlichen Kriterien ausgerüstet werden.

Der einzigartige Motor-Fokus mit kodiertem 7fach Objektivrevolver ermöglicht ein effizientes Arbeiten und damit eine enorme Zeiterparnis.

DAS Mikroskop LEITZ DMRB/E steht für:

- ▶ Beste Ergebnisse auch im spektralen Grenzbereich
- ▶ Optimaler Kontrast bei höchster Auflösung



DMR 2

Leica Vertrieb GmbH
Lilienthalstrasse 39 - 45
W-6140 Bensheim
Tel.: 06251 136 0
Fax: 06251 136 155

Verkaufsniederlassungen:
Berlin · Bensheim
Hamburg · Stuttgart
Köln · München

Leica

Osteuropawissenschaft vor neuen Aufgaben

Der politische und sozioökonomische Umbruch in Osteuropa zwingt die westliche Osteuropawissenschaft zur vollständigen Neuorientierung. Die zeitgeschichtliche und gegenwartsbezogene Osteuropaforschung stand jahrzehntelang im Zeichen der geistigen Auseinandersetzung mit dem Kommunismus und der Gefahr eines nuklearen Weltkrieges. Nicht nur die kommunistische Parteierrschaft und die zentrale Planwirtschaft, sondern auch das von der Sowjetunion beherrschte bürokratisch-sozialistische Staatensystem sind inzwischen zerfallen.

Sieht man von der Angliederung der DDR an die Bundesrepublik Deutschland ab, so zerbrach die Welt der acht kommunistisch beherrschten Staaten Osteuropas und Sowjetasiens in zur Zeit 27 Staaten, die sich mit Ausnahme Bosnien-Herzegowinas und teilweise auch der Rußländischen Föderation als Nationalstaaten mit einem ausgeprägten ethnischen Charakter verstehen.

Die Gesellschaft öffnet sich in den meisten Fällen nach außen und pluralisiert sich sozial, ethnisch, religiös und politisch zunächst außerordentlich rasch. Fast jeder Staat geht einen anderen ökonomischen und sozialen Entwicklungsweg und erhebt zugleich einen demokratischen Anspruch nach der Ära des „Totalitarismus“. Allerdings ist die Demokratie bisher in den meisten Ländern institutionell noch wenig gesichert und in den Verhaltens- und Denkweisen der Menschen verankert. Zwischen authentischer Demokratie und massenmobilisierendem Populismus, der sich auch in Wahlen und Plebisziten zu behaupten vermag, gibt es zahlreiche Übergangsformen. Mit der Öffnung und Pluralisierung der Gesellschaft wird jedoch das Forschungsfeld für alle Gesellschaftswissenschaften im weitesten Sinne (einschließlich Rechts-, Wirtschafts-, Religions- und Literaturwissenschaften) außerordentlich vielgestaltig. Zahlreiche sozialwissenschaftliche Methoden werden erstmals anwendbar – zum Beispiel Meinungsbefragung, Interviewtechniken der oral history, zeitgeschichtliche Archivauswertung –

oder erhalten überhaupt erst einen neuen Forschungsgegenstand: zum Beispiel konkurrierende Parteien, Medien, Verbände, Arbeitslosigkeit, wirtschaftliches Vertragsrecht und Verwaltungsgerichtsbarkeit.

Während in einigen anderen Ländern (USA, Kanada, Japan, Südkorea) die Möglichkeiten neuer Forschung und wissenschaftlich beratender Einflußnahme auf die politischen und ökonomischen Verhältnisse im Osten hoch eingeschätzt und demzufolge verstärkt gefördert werden, ist in Deutschland eine umgekehrte Entwicklung feststellbar: Die Osteuropawissenschaften werden eher institutionell und personell beschnitten.

Um diesem Trend entgegenzuwirken und vor allem den sozialwissenschaftlichen Nachwuchs für die Erforschung der neuen Staaten und ihrer gesellschaftlichen Verhältnisse fachlich, landeskundlich und sprachlich heranzubilden, wurde am Fachbereich Gesellschaftswissenschaften der Frankfurter Universität im Mai 1992 die Forschungsstelle Konflikt- und Kooperationsstrukturen in Ostmitteleuropa, Südosteuropa und Eurasien (FKKS) gegründet und im Dezember 1992 der Öffentlichkeit vorgestellt. Sie erfährt eine tatkräftige Unterstützung durch die Vereinigung der Freunde und Förderer der Johann Wolfgang Goethe-Universität und sucht die Zusammenarbeit mit Wirtschaft, Verwaltung, Medien und Politik. Forschungsprojekte werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und die Stiftung Volkswagenwerk finanziert.

Die Hauptarbeitsgebiete der Forschungsstelle sind:

- die Nationalitätenpolitik einzelner Staaten und im Vergleich;
- die Sicherheitspolitik einzelner Staaten und im Gesamttraum des ehemaligen Osteuropas;
- die staatliche und sozioökonomische Ordnungspolitik im Transformationsprozeß der politischen und wirtschaftlichen Systeme;
- die Umweltpolitik als Reaktion auf Ökokatastrophen internationaler Auswirkung und als Bedingung nationaler und internationaler umweltfreundlicher Planungen.

sammenhalt im Innern der staatskonstituierenden Großgruppe existieren. Insofern kann es keine Demokratie ohne Nationalismus geben, wohl aber einen Nationalismus ohne Demokratie, weil es auch undemokratische Formen des staatlichen Zusammengehörigkeitsbewußtseins gibt.

Staatsnationalismus und Ethnonationalismus

Die Entstehung eines nationalen Zusammengehörigkeitsbewußtseins kann sich auf die dauerhaft ansässige Bevölkerung eines Staates beziehen, die das Staatsbürgerrecht erhalten oder erworben hat, aber auch auf staatsunabhängige



Keine Hoffnung auf Frieden: Zivilisten fliehen aus dem umkämpften Tiflis, der Hauptstadt Georgiens.

ge Großgruppen, die auf einen gesellschaftlichen Zusammenhalt innerhalb eines größeren Staates und oft auch über die bestehenden Staatsgrenzen hinweg bestehen. Die erste Form des Nationalismus, den man Staatsnationalismus (Sowjetpatriotismus, Jugoslawismus, rußländischer, estländischer Nationalismus) nennen kann, konkurriert häufig mit der anderen Form des Nationalismus, den man Ethnonationalismus nennen kann und der höchst unterschiedliche Ausprägungen und Schwerpunkte hat. Die Gemeinsamkeit kann insbesondere in der Abstammung (Juden, Deutsche, Roma), in der Sprache, in der Religion (Juden), in einer sprachunabhängigen Kultur (Kosaken), in einer landschaftlichen Verbun-

denheit (Sibiriaken), in einer untergegangenen Staatlichkeit gesehen werden oder aber in vielfältigen Verknüpfungen von derartigen Zusammengehörigkeitsgefühlen (bei den meisten Nationen Osteuropas). Sie haben eines gemeinsam: die Berufung auf eine historisch ältere Zusammengehörigkeit als die der gegenwärtigen Staatlichkeit. Die Zeiten, in denen auch Nationen auf kolonialem Boden (Nordamerika, Australien) nicht mit Vergangenheitsbildern, sondern mit Zukunftsvisionen (Sowjetvolk) neu geschaffen werden konnten, dürften vorbei sein.

Fallen Staatsnationalismus und Ethnonationalismus annähernd zusammen, so verstärken sie sich wechselseitig enorm (Frankreich, das heutige Polen,



Soldaten der Spetsnaz-Einheit des sowjetischen Innenministeriums haben bei einer Razzia in der Nähe von Zchinwali in der sowjetischen Kaukasusregion Süd-Ossetien im April 1991 Waffen von ossetischen und georgischen Rebellen entdeckt.

**Wir haben uns
viel vorgenommen –
sind Sie dabei?**

- **Wirtschaftswissenschaftler/-innen**
- **Wirtschaftsinformatiker/-innen**
- **Wirtschaftsingenieure/-innen**
- **Mathematiker/-innen**
- **Juristen/-innen**

Fordern Sie uns heraus!

Als Mitglied von Coopers & Lybrand (International) wollen wir, partnerschaftlich mit Ihnen und Ihren zukünftigen 2500 Kolleginnen und Kollegen, führend sein. National und international. Als eines der größten Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsunternehmen. Unsere Unabhängigkeit, Qualität und unser wirtschaftlicher Erfolg sind die Basis dieses Anspruchs. Und der beste Start für Ihre Karriere in einem der interessantesten Berufe der Wirtschaft. Wir werden Sie fördern und Ihre Erfahrungen entwickeln. Denn Karriere bei uns bedeutet, daß Sie nie ausgelern haben. Kein Jahr ist wie das andere. Die Aufgaben werden von Team zu Team interessanter. Unsere ca. 6000 Mandanten lassen an Branchenvielfalt keinen Ihrer Wünsche offen, auch grenzüberschreitend!

Stimmt Ihr Anspruch an Arbeitsqualität mit unserem Angebot überein?

Dann sind Sie unsere Frau und unser Mann. Schreiben Sie uns, wer Sie sind, was Sie können und ob Sie bei uns in der Wirtschaftsprüfung, Steuerberatung oder Unternehmensberatung starten wollen. Oder rufen Sie uns einfach an, in der Stadt Ihres zukünftigen C&L TREUARBEIT DEUTSCHE REVISION-Standorts. Ihre schriftliche Bewerbung senden Sie bitte unter Kenn-Nr. 129 an: C&L TREUARBEIT DEUTSCHE REVISION Aktiengesellschaft, Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Steuerberatungsgesellschaft, Bockenheimer Anlage 15, 6000 Frankfurt/Main 1, Telefon-Nummer: 0 69/71 23-0.

Wir freuen uns auf Hochschulabsolventen mit einem guten Examen!

C&L TREUARBEIT DEUTSCHE REVISION Aktiengesellschaft, Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Steuerberatungsgesellschaft: Berlin 0 30/88 58 40 · Bonn 02 28/21 20 21 Bremen 04 21/30 89 90 · Brüssel 0032/2-7 74 41 71 · Chemnitz 03 71/5 90 44 10 · Dresden 03 51/2 24 84 50 · Düsseldorf 02 11/3 39 40 · Erfurt 03 61/6 43 12 65 · Frankfurt am Main 0 69/7 12 30 · Halle 03 45/23 72 · Hamburg 0 40/6 37 80 · Hannover 05 11/53 57-0 · Kassel 05 61/1 41 07 · Kiel 04 31/9 58 54/9 14 51 · Leipzig 03 41/7 13 76 00 · Luxembourg 003 52/4 09 56 06 00 · Magdeburg 03 91/37 21 64 · München 0 89/1 79 00 40 · Potsdam 03 31/6 45 68 10 · Rostock 03 85/81 22 16 · Saarbrücken 06 81/68 79 40 · Schwerin 03 85/52 61/App. 744 · Stuttgart 07 11/29 94 12

C&L Unternehmensberatung GmbH: Berlin 0 30/39 98 32 50 · Essen 02 01/81 08 50 Frankfurt am Main 0 69/71 23 800 · Hamburg 0 40/6 37 80 · Leipzig 03 41/7 13 76 00 Saarbrücken 06 81/95 44 40

Mitglied von
**Coopers
& Lybrand**
(International)

**C&L TREUARBEIT
DEUTSCHE REVISION**

Deutschland). Die meisten Staaten und Nationen sind aber nicht so glücklich, von einer weitgehenden Übereinstimmung von Nation und Staatsvolk ausgehen zu können. Dann treten Staatsnationalismus und Ethnonationalismus in eine manchmal unheilvolle Konkurrenz um die emotionale und rationale Loyalität der Menschen in dem betroffenen Gebiet (Rumänien, Slowakei, Lettland, Kasachstan). Wie schwach letztlich selbst ein totales staatliches Erziehungs- und Informationsmonopol sein kann, das auf die Erzeugung eines bloß politischen Staatsnationalismus oder durch eine bestimmte Gesellschaftsverfassung begründeten Patriotismus gerichtet ist, zeigt der Untergang der Sowjetunion, Jugoslawiens, der Tschechoslowakei und der DDR, das Scheitern der Konzeption eines Sowjetvolkes, einer DDR-Nation, einer jugoslawischen und tschechoslowakischen Nation.

Ethnonationalismus bezieht sich meist auf Ethnien, die räumlich verstreut und nur in bestimmten geschlossenen Gebieten eine Bevölkerungsmehrheit darstellen. Jeder Ethnos, der zum Demos werden will, fordert in der Regel vor allem die sprachliche Vorherrschaft über Menschen anderer Ethnizität und die Unterordnung von Menschen gleicher Ethnizität unter die Vorherrschaft einer anderen Ethnonation. Dieser Sachverhalt provoziert die unvermeidlichen Grenzstreitigkeiten, die mit der Demokratisierung autoritär-diktatorischer Staaten verbunden sind, weil Demokratie



Menschenkette für die Armee: Russische Frauen von Grigoriopol, einer Stadt im umstrittenen Dnestr-Gebiet in Moldawien, bildeten am 07. April 1992 um Fahrzeuge der 14. Russischen Ar-

mee- Einheit eine Menschenkette, mit der sie für die Unterstützung ihres Kampfes um Unabhängigkeit von Moldawien durch die russische Armee protestieren wollten.

auch die Möglichkeit enthält, die Anpassung der Staatsgrenzen an den Volkswillen zu artikulieren. Wird Demokratie nicht nur als Herrschaftsform innerhalb existierender Staaten akzeptiert, sondern auch als Recht zur Selbstkonstitution ei-

nes Volkes, so werden Grenzveränderungen oder weitreichende Autonomien durch Plebiszite (Schleswig 1920, Saarland 1955) und Verhandlungen (Südtirol 1969, 1992) möglich. Wo dies nicht der Fall ist (zum Beispiel Bergkarabach,

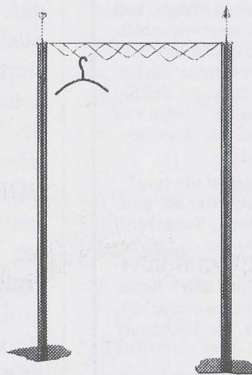
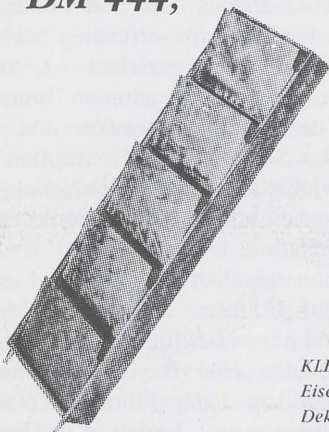
Südossetien, Krajina, Abchasien, Transnistrien, Bosnien-Herzegowina) oder wo Minderheiten nicht den Mehrheitswillen akzeptieren wollen oder können (Nordirland), wird Krieg oft unvermeidlich.

In der Regel besteht kein Konsens, selbst nicht in Westeuropa, Staatsgrenzen demokratisch artikuliertem Volkswillen auszusetzen. Von den prinzipiellen Schwierigkeiten einer demokratischen Grenzziehung in multinationalen Misch- und Gemengelagen abgesehen, die in Osteuropa die Regel, nicht die Ausnahme sind, begründen die meisten Nationalisten die angestrebte Staatsgrenze nicht durch den tatsächlich artikulierten Willen der betroffenen Bevölkerung. Sie erkennen oft auch nicht das Recht eines jeden Individuums an, seine Nationalität selbst zu bestimmen, sondern fordern eine Pflicht, sogenannte objektive nationalbestimmende Merkmale anzuerkennen. Sie leiten also entweder unbefragt die Nationalität aus irgendeiner behaupteten Ethnizität her oder begründen die neuen Staatsgrenzen aus geschichtlichen Staatsgrenzen, wirtschaftlichen „Notwendigkeiten“, „natürlichen“ Grenzen oder gar aus der ethnischen Zugehörigkeit der Vorfahren von Menschen, die sich selbst heute einer ganz anderen Eth-

HIN UND WEG!

SCHUHSCHRANK „PADOVA“
Metall geflext, Sockel/Griffe Messing,
H 176 cm, B 50 cm, T 14 cm

DM 444,-



KLEIDERSTÄNDER „FUN“
Eisen rob, lackiert,
Dekoelemente Messing, B 100 cm

DM 249,-

MAGAZIN

MÖBEL · LEUCHTEN · ACCESSOIRES

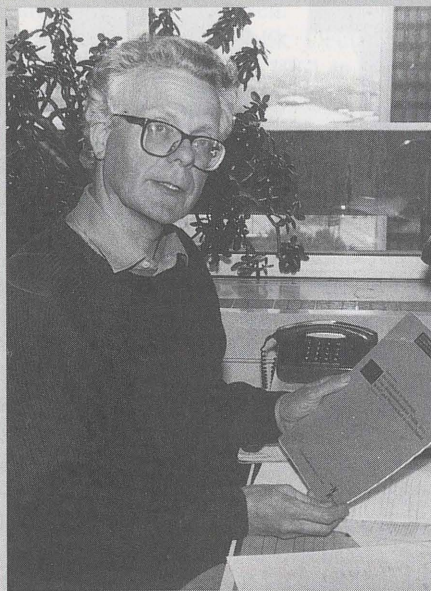
6 Frankfurt/Main 1, Hanauer Landstraße 161-173,
Tel. 069/496 00 23, Parkplätze im Hof.



Blockade für den Frieden: Frauen aus Tiraspol, der Hauptstadt der Dnestr-Republik, besetzen im April 1992 einen Schützengraben. Sie demonstrieren an der Front für eine Feuerpause zwischen den bewaffneten Gruppen der Dnestr-Republik und Moldawiens. Trotz immer wieder ausgehandelten Waffenruhen dauern die Gefechte in verschiedenen Regionen des Grenzgebietes weiter an.

nie und Nation zugehörig fühlen. Dabei herrscht meist eine Tendenz zur Ausdehnung, selten zur Schrumpfung des eigenen territorialen Anspruchs vor.

Auf diese Weise wird „Nationalismus“ zu einem Sammelnamen für höchst unterschiedliche politische Bestrebungen und Verhaltensweisen, von denen einige durchaus mit Demokratie vereinbar sind, andere zweifellos nicht, bei dritten hingegen ist auch unter westlichen Demokraten höchst umstritten, ob sie demokratisch sind. Zu den umstrittenen Fragen gehört insbesondere, ob die Anerkennung einer Staatszugehörigkeit auch die Pflicht zur ethnischen Assimilation beinhaltet oder mit dem Recht auf ethnonationale Kollektivrechte vereinbar ist. Dürfen eingebürgerte Türken, Araber, Juden in Deutschland Moscheen und Synagogen bauen, Schulen mit nichtdeutscher Unterrichtssprache einrichten, dürfen sie Turk-Deutsche oder arabische Deutsche werden, oder sollen sie sich möglichst vollständig germanisieren wie zuvor die Polen im Ruhrgebiet? Manche Nationalismen sind auch völlig neuartig, sie lassen sich nur aus der Geschichte der kommunistischen Parteiherrschaft (bosnische Moslems) erklären.



Professor Dr. Egbert Jahn (52) studierte Geschichte, Geographie, Politikwissenschaft und Pädagogik in Marburg, Berlin und Bratislava. Nach dem Staatsexamen (1968) promovierte er 1969 in Marburg in Osteuropäischer Geschichte. Von 1969 bis 1970 war er wissenschaftlicher Assistent am Institut für Politikwissenschaft in Marburg. Von 1970 bis 1973 arbeitete er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Forschungsgruppenleiter für die „Sozialistischen Länder“ an der Hessischen Stiftung Friedens- und Konfliktforschung in Frankfurt am Main. Seit 1975 ist er Professor für Politikwissenschaft und Politische Soziologie im Fachbereich Gesellschaftswissenschaften in Frankfurt. Als Gastprofessor lehrte er 1986/87 in Kopenhagen und 1988 in Irvine, Kalifornien. Seit 1992 leitet er die Forschungsstelle Konflikt- und Kooperationsstrukturen in Ostmitteleuropa, Südosteuropa und Eurasien.

Literatur aus der Forschungsstelle

Egbert Jahn: Der Umbruch in Osteuropa. Eine Herausforderung an Politik, Wirtschaft und Wissenschaft; 1/1992, Frankfurt am Main 1992, 25 S.
 Manfred Sapper: Das sowjetische Militär und die Nationalitätenkonflikte; 2/1992, Frankfurt am Main 1992, 20 S.
 Arvydas Juozaitis: The Lithuanian Independence Movement and National Minorities; 3/1992, Frankfurt am Main 1992, 32 S.

Egbert Jahn: Nationalismus und Demokratie - Einheit oder Widerspruch?; 4/1992, Frankfurt am Main 1992, 25 S.

Astrid Sahm: Die Auswirkungen der Reaktorkatastrophe von Cernobyl in der Republik Belarus, der Russischen Föderation und der Ukraine. Eine Orientierungshilfe; 5/1993, Frankfurt am Main 1993, 40 S.

Die Schriften sind über das Sekretariat der Forschungsstelle zu beziehen, Tel. 069/798-2059, Fax 069/798-8460



Deutsches Reisebüro

Wir bringen Sie gut ans Ziel!



Unsere Reiseexperten verwirklichen Ihre Urlaubsträume. Vielseitig, kompetent und schnell - als Partner vieler deutscher Reisveranstalter.

Gerne helfen wir Ihnen bei Ihrer Reiseplanung und buchen Urlaubsreisen, Hotels, Flugscheine, Bahnfahrkarten, Schiffspassagen, etc. - natürlich alles zu Originalpreisen.

**Wir freuen uns auf Ihren Anruf oder Ihren Besuch im
 Mensgebäude/Erdgeschoß neben der Studienberatung.**

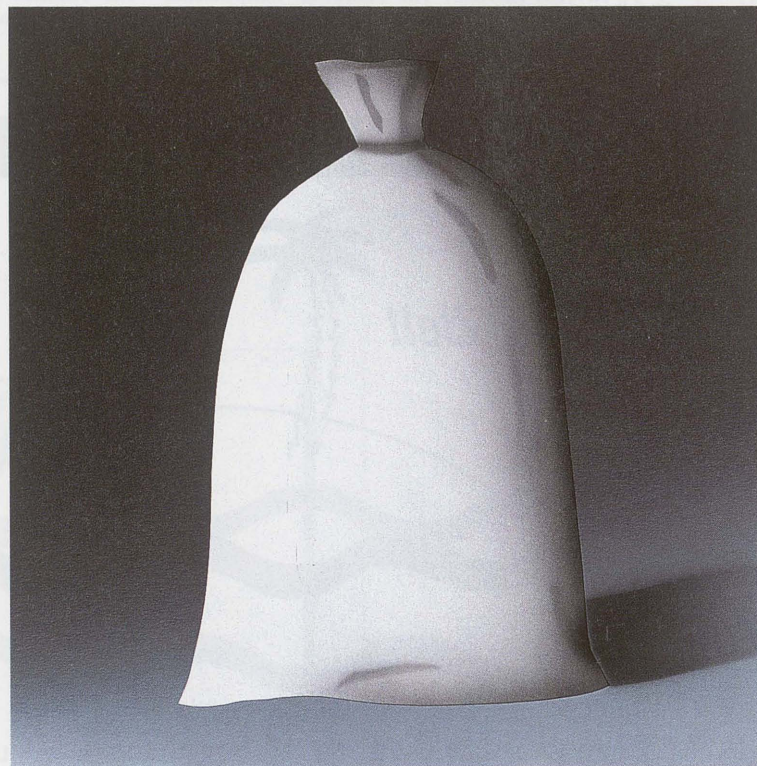
Telefon Hausanschluß 1 43 34 und 1 43 35

Postanschluß 707 49 10 • Telefax 707 48 67

TATORT BACKSTUBE

Allergien am Arbeitsplatz

Von Rainer Wiewrodt, Heiko Frühauf, Rolf Merget, Gerhard Schultze-Werninghaus



Allergien liegen im Trend der Zeit – jedenfalls bei den Patienten. Über Allergien wird sehr kontrovers diskutiert. Tatsache ist, daß die Zahl der Allergiker ansteigt. Die Menschen, die an allergischen Erkrankungen leiden, wissen sehr wohl, wovon sie sprechen: zum Beispiel von einem Asthmaanfall in einer feuchten, modrigen Wohnung. Allergien können auch durch Stoffe am Arbeitsplatz hervorgerufen werden, zum Beispiel kann der Umgang mit Nickel unangenehme Kontaktallergien – insbesondere an exponierten Hautarealen – hervorrufen. Viele Frauen und Männer, die Schmuck tragen, kennen dieses Problem ebenfalls und müssen beim Kauf des zierenden (Edel-)Metalls auf dessen Legierung achten.

Das berufliche Asthma bronchiale mit den Begleitsymptomen Rhinitis (Nasenschleimhautentzündung) und Konjunktivitis (Bindehautentzündung) ist eine der häufigsten Berufskrankheiten und besitzt daher eine erhebliche volkswirtschaftliche Bedeutung. Berufsasthma ist außerdem von wissenschaftlichem Interesse, kann es doch als Paradigma einer exogenen obstruktiven

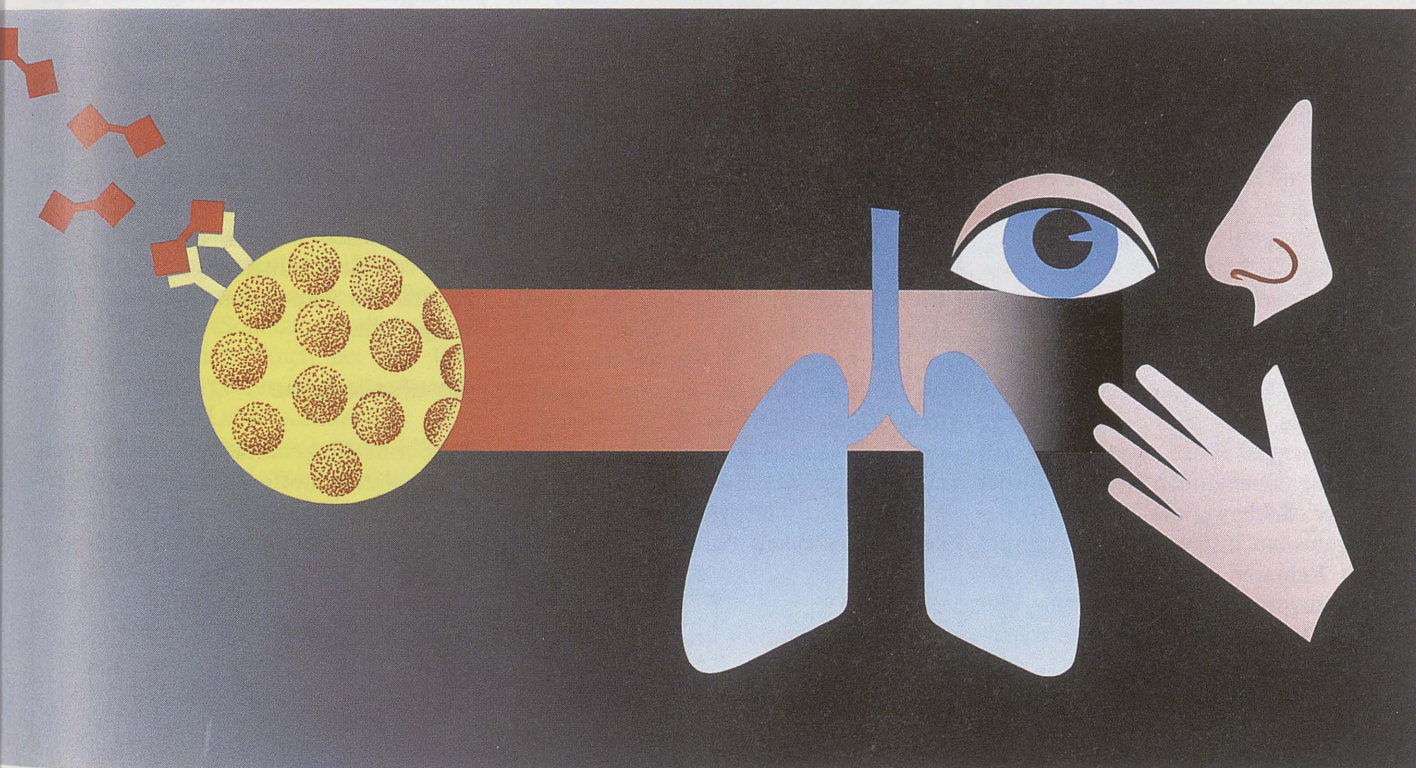
menhänge zwischen Ursachen und Erkrankung exakter erfassen.

In der Bundesrepublik Deutschland wurde das Berufsasthma 1961 in die Berufskrankheitenverordnung (BeKV) aufgenommen: es werden zwei verschiedene Unterformen des Asthma bronchiale definiert: „Durch allergisierende Stoffe (Nr. 4301) ...“ bzw. „durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“. Nr. 4301 schließt seit 1.4.1988 die allergische Rhinopathie (Nasenerkrankung) als Berufskrankheit ein. Es besteht für Ärzte die gesetzliche Pflicht zur Meldung des Verdachtalles einer Berufskrankheit an die zuständige Berufsgenossenschaft oder den Landesgewerbearzt.

In der Bundesrepublik Deutschland lag 1991 das Berufsasthma unter den erstmals anerkannten Berufskrankheiten mit 1332 Fällen an dritter Stelle, hinter der Lärmschwerhörigkeit mit 3093 Fällen und Hauterkrankungen mit 2322 Fäl-

schwerhörigkeit 9494, Silikose einschließlich Silikotuberkulose 2798, sämtliche Asbest-bedingten Erkrankungen 3456, sämtliche Erkrankungen des Bewegungsapparates durch mechanische Schäden 4503) (Abb. 3). Diese Zahlen belegen die in den letzten Jahren immer größer werdende Bedeutung des durch die berufliche Tätigkeit erworbenen Asthmas. Die 6529 Anzeigen beim Berufsasthma teilen sich auf in das wesentlich häufigere allergische Asthma (1991: 4789 Meldungen, Nr. 4301) und das chemisch-induzierte Asthma (1991: 1740 Meldungen, Nr. 4302) (Abb. 2).

Unter den allergischen Asthmaformen überwiegt das Bäckerasthma durch (Mehl)-Stäube mit circa 80 Prozent aller Fälle bei weitem. Unter den restlichen 20 Prozent sind am häufigsten Asthma durch Tierepithelien, Holzstäube, Isozyanate (Anwendung zur Synthese von Kunststoffen, Lacken und Klebstoffen; zum Beispiel bei Textilien, Schuhsohlen, Sportartikeln und Polstern), Proteasen (vorwiegend in Waschmittel-, Lebensmittel- und Pharmaindustrie) und pflanzliche Allergene oder Arzneimittelstäube.



Atemwegserkrankung (von äußeren Einflüssen hervorgerufenen, die Atemwege verschließenden Erkrankung der Atemwege) gelten, da – besser als bei nicht-beruflichen Formen dieser Erkrankung – oft sowohl Noxen (schädigende Stoffe) als auch Expositionsbedingungen (Ort, Dauer, Intensität) bekannt sind. Auf diese Weise lassen sich die Zusam-

menhänge zwischen Ursachen und Erkrankung exakter erfassen. In der Bundesrepublik Deutschland wurde das Berufsasthma 1961 in die Berufskrankheitenverordnung (BeKV) aufgenommen: es werden zwei verschiedene Unterformen des Asthma bronchiale definiert: „Durch allergisierende Stoffe (Nr. 4301) ...“ bzw. „durch chemisch-irritativ oder toxisch wirkende Stoffe verursachte obstruktive Atemwegserkrankungen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können“. Nr. 4301 schließt seit 1.4.1988 die allergische Rhinopathie (Nasenerkrankung) als Berufskrankheit ein. Es besteht für Ärzte die gesetzliche Pflicht zur Meldung des Verdachtalles einer Berufskrankheit an die zuständige Berufsgenossenschaft oder den Landesgewerbearzt. In der Bundesrepublik Deutschland lag 1991 das Berufsasthma unter den erstmals anerkannten Berufskrankheiten mit 1332 Fällen an dritter Stelle, hinter der Lärmschwerhörigkeit mit 3093 Fällen und Hauterkrankungen mit 2322 Fäl-

Die Symptomatik der beruflichen Soforttypallergien entspricht der anderer allergischer Atemwegserkrankungen; Soforttypallergie bedeutet das Einsetzen der Symptome Atemnot beziehungsweise deren Vorstufen Atembeklemmungen, Husten und/oder Auswurf unmittelbar nach Allergenkontakt innerhalb weniger Minuten. Charakteristisch sind die

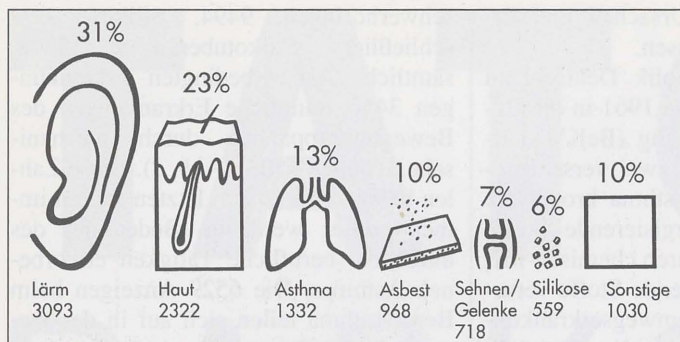


Abb. 1: Erst-Anerkennungen auf Berufskrankheiten (alte Bundesländer) 1991, insgesamt 10022 Fälle. Quelle: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaft (HVBG).

zeitlich vorangehenden Symptome Fließschnupfen, Niesanfalle, Augenreizung und eventuell Kontakturtikaria (Nesselausschlag, d.h. stark juckende Quaddeln bei Kontakt des Allergens mit den Körperhäuten). Der Zusammenhang mit dem Arbeitsplatz ist häufig eindeutig, gekennzeichnet durch akute Arbeitsplatzsymptome und Wochenendpausen, bei länger bestehender Erkrankung oft jedoch erst erkennbar an allmählich eintretender Besserung im Urlaub. Asthmatische Symptome können – im Sinne einer Spätreaktion – verzögert nach Feierabend auftreten, insbesondere in den Nachtstunden, während Fließschnupfen und Niesreiz oft unmittelbar am Arbeitsplatz beobachtet werden. Bäcker entwickeln ihr Asthma durchschnittlich nach sieben bis neun Berufsjahren. Nach drei Jahren, häufig auch früher, sind schon allergische Symptome an Nase oder Augen möglich. Frühsymptome, wie Kontakturtikaria an der Haut, sind oft schon nach ein bis zwei Jahren möglich.

Pathogenese

Clemens von Pirquet schöpfte 1906 den Begriff Allergie und definierte ihn zunächst als veränderte Reaktionslage des Organismus. Heute wird der Begriff benutzt für entzündliche Reaktionen der Haut, der Schleimhäute oder des Gesamtorganismus infolge einer immunologischen Reaktion auf ein Antigen, gegen das zuvor eine Sensibilisierung eingetreten ist (vorwiegend bei Soforttypallergien angewendet).

Berufliche Soforttypallergien beruhen auf Immunglobulin E (IgE)-vermittelten Sensibilisierungen gegenüber Allergenen, die als Antigen wirken. IgE ist ein Antikörper der spezifischen körpereigenen Abwehr, der unter anderem speziell bei allergischen Erkrankungen auftritt. Für die Vorgänge auf molekularer Ebene wird derzeit folgende Hypothese favorisiert: Das Antigen, zum Beispiel Mehlstaub, bindet beim sogenannten „cross-linking“ spezifisch an zwei nebeneinanderliegende, zellgebundene

IgE-Antikörper; diese wurden zu einem früheren Zeitpunkt vom Körper gebildet, als er gegenüber diesem Antigen sensibilisiert wurde. Dieses „Andocken“ geht mit der Freisetzung von Histamin und der Entstehung anderer Mediatoren (unter anderem Leukotriene) aus Mastzellen einher. Folgen sind:

- ▶ Erschlaffung der Gefäßmuskulatur führt lokal, zum Beispiel an der Augenbindehaut, zur Rötung; der Körper kann mit Blutdruckabfall reagieren, bis hin zum (anaphylaktischen) Schock.
- ▶ Erhöhung der Gefäßpermeabilität mit Flüssigkeitsaustritt in das Gewebe: Schwellung von Bindehaut, Nasen- („Heuschnupfen“) oder Bronchialschleimhaut, Quaddelbildung an der Haut.
- ▶ Kontraktion der Bronchialmuskulatur mit Asthma bronchiale. (Titelbild auf Seite 12 und 13)

Mit neueren Untersuchungsverfahren (zum Beispiel Immunoblot, Histaminfreisetzung aus „basophilen“ weißen Blutkörperchen) hat sich zeigen lassen, daß immunologische Reaktionen auf Allergene für jeden Probanden charakteristische Unterschiede der Antikörperbildung (Immunglobulin E, G₁₋₄) aufweisen, was auch wir in eigenen Untersuchungen für das Bäckerasthma feststellen konnten. Für zahlreiche Berufsnoxen, insbesondere für – chemisch gese-

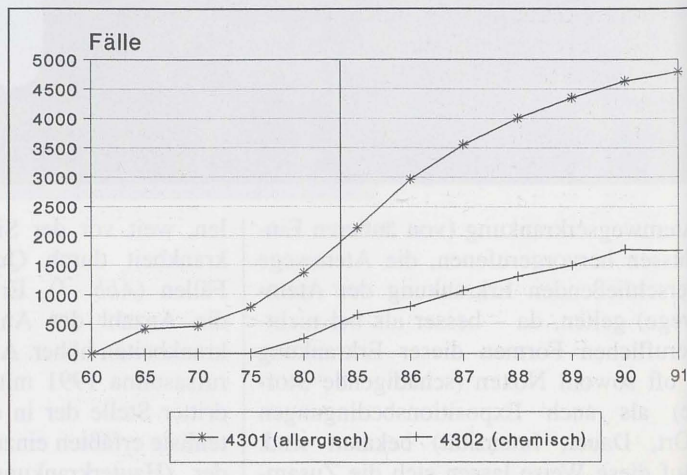
hen – kleine und leichte Verbindungen (mit einem Molekulargewicht von wenigen Kilodalton, kurz kD), sind die Wirkungsmechanismen noch unklar; manche dieser Substanzen scheinen unmittelbar beim ersten Kontakt Asthma auslösen zu können, ohne daß eine Sensibilisierung vorausgegangen wäre. Bei manchen Berufsnoxen sind mehrere Pathomechanismen beschrieben, so für Isozyanate, Proteasen beziehungsweise Holzstäube.

Die Häufigkeit arbeitsplatzbezogener Beschwerden ist von der Art des Berufsstoffes und den Arbeitsbedingungen abhängig. Bei bestimmten Berufsallergenen sind Sensibilisierungsindices (= Prozentsatz der sensibilisierten Individuen bezogen auf sämtliche Exponierte) von 50 Prozent und darüber beschrieben, so zum Beispiel bei Proteasen, Insektenallergenen und Platinsalzen (unter anderem bei der Katalysatorenherstellung). Dies macht deutlich, daß keineswegs nur Atopiker, d.h. Personen mit erhöhtem Allergierisiko, erkranken. Infolge der Aggressivität mancher Allergene und der Intensität der Exposition erkranken häufig auch Nichtatopiker („aufgezwungene“ Sensibilisierung). Bei Exposition gegenüber Platinsalzen erkranken Nichtatopiker fast gleichhäufig wie Atopiker. Eine vorbestehende Atopie erhöht das Erkrankungsrisiko nur in geringem Maße. Hingegen besitzt der expositionelle Faktor eine dominierende Rolle: Für eine Reihe von Berufsallergenen ist nachgewiesen worden, daß die Häufigkeit von Sensibilisierungen mit der Intensität der Exposition in enger Beziehung steht.

Berufsallergene

Berufsallergene lassen sich in hochmolekulare Stoffe vorwiegend tierischer, pflanzlicher und mikrobieller Herkunft sowie niedermolekulare Stoffe vor

Abb. 2: Anzeigen wegen des Verdachts auf ein Berufsasthma (alte Bundesländer), 1991 betrug die Gesamtzahl der Anzeigen für ein sowohl allergisch als chemisch-toxisch bedingtes berufliches Asthma 6529. Quelle: HVBG.



allen Dingen chemischer Herkunft einteilen; es sind mehrere hundert Berufsalergene beschrieben (Abb. 4).

► Hochmolekulare Allergene: Als eigentliches hochmolekulares Allergen wirkt zum Beispiel beim Mehl nicht der Mehlstaub als Ganzes, sondern bestimmte darin enthaltene Proteine (Eiweiße) und Glykoproteine (kohlenhydrathaltige Eiweiße), die überwiegend ein Molekulargewicht zwischen 10 und 100 kD („hochmolekular“) besitzen. Die üblicherweise als „Berufsalergene“ bezeichneten Substanzen wären somit korrekt als „Allergenträger“ zu bezeichnen. Mit physikochemischen und immunchemischen Verfahren sind in den vergangenen Jahren eine Reihe wichtiger Allergene hochgereinigt und gut charakterisiert worden, unter anderem für Allergene von Mehlen, Milben, Pollen sowie einigen Tierspezies.

Pflanzliche und tierische Allergene: Allergische Reaktionen sind gegen Bestandteile zahlreicher Pflanzen nachgewiesen worden, zum Beispiel gegen Allergene aus Mehlstäuben, Pollen von Korbblütlern, Narzissen- und Tulpenzwiebeln, Holzstäube (vor allem von Nadelhölzern und tropischen Harthölzern), Enzyme aus Ananas (Bromelain) sowie Papayaf Frucht (Papain). Bekannt geworden sind in den letzten Jahren unter anderem Kontakt- und Inhalationsallergien gegen Latex aus Hevea brasiliensis, die insbesondere im Gesundheitswesen (Schutzhandschuhe) auftreten können. Auch bei den tierischen Allergenen ist die Liste umfangreich. Laboratoriumstiere (Ratte, Maus, Meerschweinchen und andere) führen häufig zu beruflichen Allergien; Sensibilisierungen gegen Großtiere sind in der Landwirtschaft, bei Tierärzten und in Zoologischen Gärten häufig. Käfer kommen als Ursache beruflicher Allergien bei Landwirten und in Mehlberufen vor. Mikrobielle Allergene: Insbesondere die mikrobiell hergestellten Enzyme sind von Bedeutung, weil ihre Nutzung in der chemischen Industrie und Nahrungsmittelindustrie steigt. Häufig verwendet werden Enzyme aus Aspergillus-Schimmelpilzen (Amylasen, Proteasen) als auch aus dem Bakterium B. subtilis (Proteasen etc.). Neben zahlreichen Anwendungen in der chemischen Industrie werden Aspergillus-Amylasen in der Backstube verwendet.

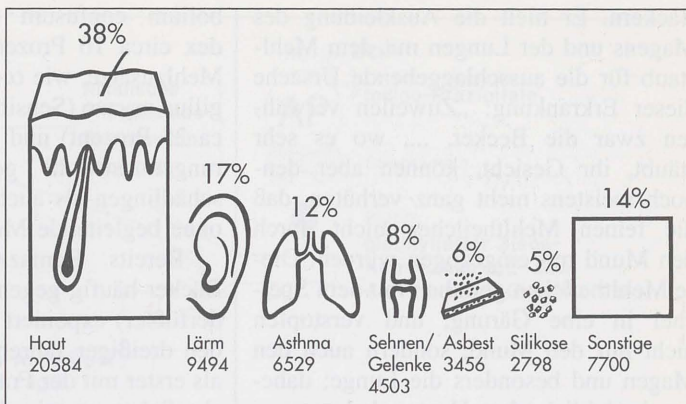


Abb. 3: Anzeigen auf Berufskrankheiten (alte Bundesländer) 1991. Gesamtzahl der Anzeigen : 55176. Quelle: HVBG.

► Niedermolekulare Stoffe: Sie können zu Atemwegs- und Hautsymptomen führen, die denen bei Soforttypallergien gegen Proteine gleichen. Dies gilt unter anderem für Isozyanate, Antibiotikastäube, Plicatinsäure aus Nadelholz, Anhydride von zum Beispiel Trimellitin- und Phthalsäure und Platinsalze. Als Arbeitshypothese wird angenommen, daß diese Substanzen als Haptene wirken. Haptene (Halbantigene) werden erst nach Bindung an körpereigene Trägerproteine („Carrier“) zu Vollantigenen. IgE-Antikörper gegen an Proteine gekoppelte Säureanhydride, Isozyanate, Plicatinsäure und Platinsalze sind nachgewiesen worden, jedoch bestehen bezüglich der Spezifität dieser Befunde noch Unsicherheiten. Zusätzlich zu den toxischen Effekten bei Substanzen, für die gleichzeitig auch Im-

munglobulin E nachgewiesen werden kann, wirken einige niedermolekulare Berufsnoxen wahrscheinlich ausschließlich auf nicht-allergischem, eventuell pseudoallergischem Wege.

Bäckerasthma

Das Bäckerasthma wird im wesentlichen durch Mehlstäube verursacht; es besteht eine Abhängigkeit der Erkrankungshäufigkeit von der Intensität der Mehlstaubbelastung. Mehlstaub scheint schon seit langer Zeit eine häufige Krankheitsursache zu sein, doch bis zu Beginn dieses Jahrhunderts war die eigentliche Ätiologie des Bäckerasthmas nicht bekannt. Bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts berichtete Ramazzini, der als Begründer der Arbeitsmedizin gilt (Abb. 6), über die Mehlstauballergie bei

Abbildung 4: Allergene bzw. chemisch-toxisch oder irritativ wirksame Ursachen des Berufsasthmas (Auswahl).

Herkunft der Allergene/Noxe	Vorkommen/Beruf
A. Allergene tierischer Herkunft	
Säuger Pferd, Rind, Schaf, Katze, Hund Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus Elefant, Löwe Nerz, Marder	Landwirtschaft, Tierärzte Laboranten, Wissenschaftler Zoo, Tierwärter Kürschner, Pelznäher
Vögel Hühner, Gänse, Ziervögel	Tierhandel, Geflügelzucht
Insekten Käfer, Motten Zuckmücken, Wasserflöhe Spinnmilben, Vorratsmilben	Mehlberufe, Zoologen Zierfischzüchter Landwirte
B. Allergene pflanzlicher und mikrobieller Herkunft	
Mehle (Roggen, Weizen, Soja) Getreidestäube Holzstäube (insbesondere tropische Hölzer) Kaffeestaub Rizinusbohnen Zwiebelpflanzen Pollen (u.a. Korbblütler) Pilzsporen Latex Pflanzliche Enzyme (u.a. Proteasen) Pilzenzyme (u.a. Amylasen, Cellulasen) Bakterielle Enzyme (v.a. Proteasen)	Bäcker, Müller Landwirte Schreiner Kaffeeindustrie, Verladearbeiter Ölmüller, Verladearbeiter Gärtner Gärtner Landwirte, Müller, Gärtner, Abbrucharbeiter Ärzte, Pflegepersonal Chemische Industrie Chemische Industrie, Bäcker Chemische Industrie
C. Allergene chemischer Herkunft	
Säureanhydride Isozyanate Antibiotikastäube Platinsalze	Chemische Industrie Chemische Industrie, Spritzlackierer, Maler Chemische Industrie, Krankenhauspersonal Platinscheidereien, Katalysatorenfertigung

Bäckern. Er hielt die Auskleidung des Magens und der Lungen mit dem Mehlstaub für die ausschlaggebende Ursache dieser Erkrankung: „Zuweilen verwähren zwar die Becker, ..., wo es sehr stäubt, ihr Gesicht, können aber dennoch meistens nicht ganz verhüten, daß die feinen Mehltheilchen nicht durch den Mund mit eingezogen würden. Diese Mehltheilchen gerathen mit dem Speichel in eine Gärung, und verstopfen nicht nur den Mund, sondern auch den Magen und besonders die Lunge; daher sie leitlich den Husten bekommen, schwer athmen, heiser und endlich engbrüstig werden, da ihnen die Luftröhre und die innere Oberfläche der Lungen bekleistert und der Luft ein freier Zugang verwehrt werde. Man hat sogar gemerkt, daß Arbeiter dieser Art häufig in Lungenschwindsuchten verfallen sind. Auch den Augen ist dieser Mehlstaub sehr schädlich, und er verursacht, wenn er sich in denselben anlegt, eine langwierige, und wegen der beständigen Fortdauer neuer Ursachen, unheilbare Entzündung der Augen...“ (Ramazzini 1633- 1714)

Ramazzini führt die Entstehung des Bäckerasthmas auf physikalische Reize zurück. Ähnliche Erklärungsversuche wurden noch in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts vertreten, obwohl schon Cole in einer Arbeit von 1909 einen Fall von Buchweizen-Allergie mit positivem Scratchtest (Einritzen der Haut durch einen Allergen-Tropfen hindurch; positiv bei nachfolgender Quaddelbildung) veröffentlichte, was auf eine immunologische Grundlage des Geschehens hinwies. Mit den fortschreitenden Erkenntnissen in der allergologischen Forschung etablierten dann Schloss und Cooke die allergologische Ätiologie des „Bäckerasthmas“. Sie erzielten bei Bäckern mit Mehl asthma mittels Weizenextrakten positive Sofortreaktionen der Haut. Wiederum einige Jahre später (1929) konnte von De Besche bei mehlallergischen Bäckern und Getreidearbeitern gezeigt werden, daß im Blut spezifische zirkulierende Antikörper existieren und für die Auslösung von Respirationsallergien verantwortlich sind. Allergien gegenüber Roggen, Weizen, Gerste und Hafer wurden in neuerer Zeit von verschiedenen Autoren eingehend beschrieben. Sie berichteten insbesondere neue Erkenntnisse über die Struktur und den Charakter der Allergene.

Im Mehl sind weitere wichtige Allergene enthalten, die in der Diagnostik berücksichtigt werden müssen, insbesondere Insektenallergene durch Getreideschädlinge wie *Tenebrio molitor* und *Tri-*

bolium confusum (Sensibilisierungsindex circa 10 Prozent) und Enzyme als Mehlzusätze, wie α -Amylase aus *Aspergillus oryzae* (Sensibilisierungsindex circa 25 Prozent) und andere. Sensibilisierungen sowohl gegenüber Getreideschädlingen als auch Enzymen kommen ohne begleitende Mehlallergie vor.

Bereits Ramazzini berichtet, daß Bäcker häufig gegen Arthropoden (Gliederfüßler) exponiert waren („Läuse“). In den dreißiger Jahren setzte sich Baggio als erster mit der Frage auseinander, welche Substanzen im Mehlstaub allergisierend wirken: das Mehl selbst, Mehlverunreinigungen (zum Beispiel Milben) oder Mehlzusätze. Er kam zu dem



Abb. 5: Mehlkäfer *Tenebrio molitor* (Arthropode, Klasse: Insecta-Hexopoda, Ordnung: Coleoptera). Larven und Käfer (12 – 18 mm lang, frischgeschlüpft braun, später schwarz) fressen und verschmutzen Mehlabfälle, auch Teig- und Backwaren. Das Mehl wird klumpig und riecht muffig. Der Befall geht meist von unbeachteten Mehl- und Getreideabfällen aus.

Schluß, daß das Mehl das primär allergisierende Agens darstellt, schloß aber nicht aus, daß Mehlverunreinigungen, zum Beispiel Milben oder andere Arthropoden, allergisierend wirken können. Letzteren wurde jedoch eine untergeordnete Rolle zugeschrieben und das Auftreten von Getreideschädlingen wurde mit einer schlechten Betriebshygiene in Zusammenhang gebracht. Ancona berichtete 1925 über eine Mehl asthmaepidemie bei Müllern mit der Milbe *Pediculus ventricosus*, die als Parasit der Mehlwürmer im Getreide lebt. Andere Autoren beschrieben etwa zur gleichen Zeit das Auftreten von Asthmaanfällen nach Kontakt mit milbeninfiziertem Hafer. In den fünfziger Jahren wurde über eine isolierte Mehlmilbenallergie als Ursache des Asthmas bei einem Müllergesellen berichtet. Auch wurden bei Bäckern von denselben Autoren positive Hautreaktio-

nen auf Mehlwürmer beschrieben. Weitere Studien belegen, daß Sensibilisierungen durch eine Vielzahl von Getreideschädlingen, ubiquitär vorkommenden (Schimmel-)Pilzen, Bakterien sowie diversen Backzusatzstoffen hervorgerufen werden können. Sojamehl ist gleichfalls ein häufiges Berufsalergen.

Dies alles macht deutlich, wie vielfältig sich das Sensibilisierungsspektrum der Bäcker oder Mehlstaubexponierten darstellt, schien es doch zunächst, daß es sich hier nur um eine Sensibilisierung gegenüber Mehlstäuben handeln würde.

Arthropoden im Mehl

Bei eigenen Untersuchungen von Bäckerkollektiven fiel auf, daß ein hoher Prozentsatz der Patienten gegenüber Mehlkäfern und seinen Entwicklungsvorstufen wie Mehlkäferlarven und -puppen sensibilisiert war. Wir wählten den Mehlkäfer *Tenebrio molitor* (Abb. 5) aus und untersuchten, welche Bedeutung diesem Käfer als sensibilisierendes Agens in mehlverarbeitenden Berufen zukommt. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurde Serum von 125 Bäckern beziehungsweise Beschäftigten in mehlverarbeitenden Berufen enzymimmunologisch (ELISA) auf *Tenebrio molitor*-spezifische IgE-Antikörper untersucht. Weiterhin wurden die Mehlkäferextrakte durch SDS-Gelelektrophorese aufgetrennt und mittels Immunoblot auf die IgE-bindenden Proteinfractionen untersucht. Das Prinzip des Immunoblot zeigt Abbildung 7.

Die Allergenextrakte aus *Tenebrio molitor*-Larven und -Puppen sowie aus adulten Käfern werden in Gegenwart von Natriumdodecylsulfat (SDS) auf einem Polyacrylamid-Gradienten-Gel elektrophoretisch aufgetrennt. Durch Zusatz von SDS im Überschuß werden die Proteine aus ihrem Nativzustand in anionische SDS-Protein-Mizellen überführt. Durch Zugabe eines die Disulfidbrücken der Proteine spaltenden Reduktionsmittels wird eine vollständige Streckung der Polypeptidketten erreicht und damit die Auftrennung nach dem Molekulargewicht möglich. Bei der Elektrophorese wandern die Proteine durch die angelegte Spannung mit einer dem Molekulargewicht antiproportionalen Geschwindigkeit durch das Gel zur Anode (positiv geladen); leichte Proteine wandern schneller als schwere. Durch den Vergleich der Laufstrecken von Proteinen mit bekannten Molekulargewichten kann das Molekulargewicht der jeweiligen Proteinprobe bestimmt werden. Die Proteine wurden mittels Semi-dry-blotting auf eine

Nitrocellulosefolie (NC-Membran) transfertiert und somit immobilisiert (fest gebunden). Die auf der NC-Membran immobilisierten Antigene werden mit verdünntem Patientenserum inkubiert. Der Nachweis spezifisch gebundener Antikörper erfolgte mit zum visuellen Nachweis präparierten Antikörpern, die die menschlichen Antikörper erkennen. Durch Einwirken einer Färbelösung zeigen sich an den Bindungsstellen Farbpräzipitate. Im Fall des Arthropoden *Tenebrio molitor* richten sich die Serumantikörper vor allem gegen drei den Puppen und adulten Käfern gemeinsame Proteinfraktionen (Molekulargewicht 67,0, 85,8 und 132,5 KD). Die in vitro-Sensibilisierungsrate beträgt 7,2 Prozent der untersuchten Personen und zeigt, daß *Tenebrio molitor* – neben anderen Käfern – als wichtiges Allergen in mehlverarbeitenden Berufen beachtet werden muß.

Enzyme

In einigen neueren Untersuchungen ist bekannt geworden, daß Backhilfsmittel, insbesondere Enzympräparate mikrobieller Herkunft, eine nicht unerhebliche allergene Potenz besitzen. Als Backmittel werden vorwiegend kohlenhydratspaltende Enzyme (Fermente) verwendet, die aus Pilzkulturen mit *Aspergillus*-spezies stammen. Bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts wurde, ebenfalls von Ramazzini, ein Zusammenhang zwischen Schimmelpilzen und Atemwegsbeschwerden vermutet.

Die Enzyme dienen zum einen dazu, durch hydrolytische Spaltung aus Polysacchariden, vor allem Stärke, für die Hefe vergärbare niedermolekulare Zucker freizusetzen, und zum anderen, die

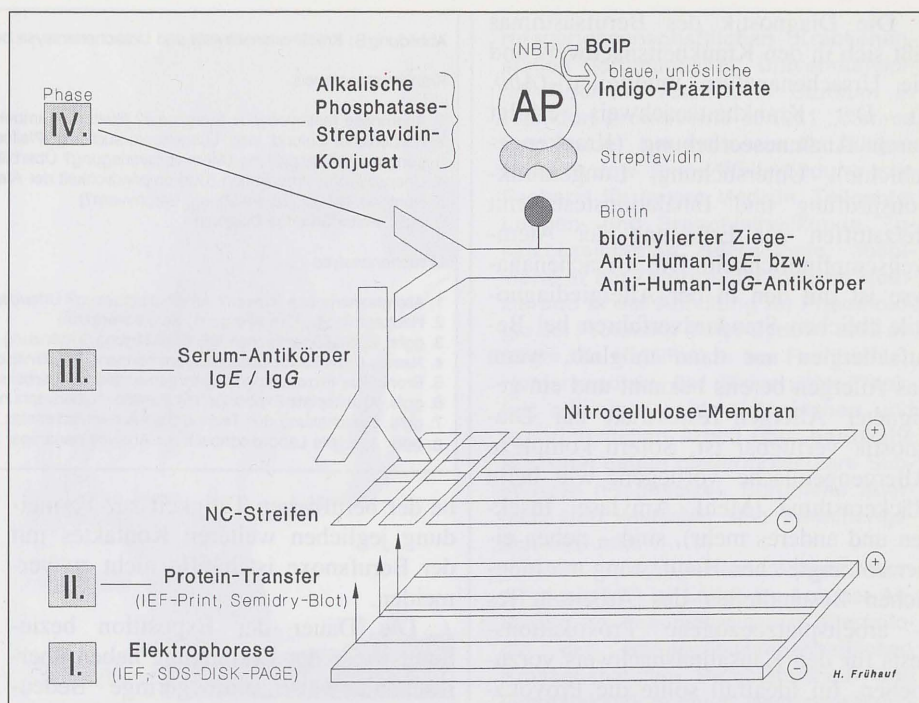


Abb. 7: Immunoblot. Dieses Nachweisverfahren für Antikörper im menschlichen Blut gliedert sich im wesentlichen in vier Arbeitsphasen. Phase 1 beschreibt die Auftrennung der zu testenden Allergene durch die Elektrophorese. Die isoelektrische Focussierung (IEF) trennt die Proteine gemäß ihres sauren oder basischen Charakters auf, bei der diskontinuierlichen Polyacrylamidgel-Elektrophorese mit Natriumdodecylsulfat (SDS-DISK-PAGE) wird nach dem Molekular-

gewicht getrennt. Phase 2 ist der Transfer dieser Proteine (Blot) auf Nitrocellulose (NC). Die NC-Membran wird versiegelt und in Streifen geschnitten. Mit jedem Streifen kann das Serum jeweils eines Patienten (Phase 3) untersucht werden. Nach erfolgter Inkubation wird der gewünschte Serumantikörper, sofern er tatsächlich im Blut vorhanden ist, durch spezielle Nachweisantikörper sowie Färbelösungen sichtbar gemacht (Phase 4).

rheologischen Eigenschaften (Rheologie: Fließlehre; Lehre von der Mechanik kontinuierlicher Stoffe) des Teiges zu verbessern und so die Teigbearbeitung zu erleichtern. In Deutschland wird das Enzym Alpha-1-Amylase aus dem Schimmelpilz *Aspergillus oryzae* häufig verwendet. Die bereits publizierten Arbeiten über Allergien gegenüber Amylastäuben zeigen, daß Bäcker und industriell Exponierte zu einem erheblichen Prozentsatz (20 bis 30 Prozent) sensibilisiert sind und mit den „klassischen“ Bäckerasthmasymptomen reagieren.

Dies konnten wir in umfangreichen Untersuchungen bestätigen und zudem neue Erkenntnisse über das Allergen Alpha-1-Amylase aus *Aspergillus oryzae* gewinnen, von denen zwei kurz erläutert werden sollen. Alpha-1-Amylase aus *Aspergillus oryzae* wirkt auch dann noch als Allergen, wenn es seine enzymatischen Fähigkeiten, die hydrolytische Spaltung von Polysacchariden, schon verloren hat. Das bedeutet für den Bäcker, daß dieser Backmittelzusatzstoff auch noch nach Ablauf des Haltbarkeitsdatums Asthma auslösen kann. Der Immunoblot ist eine hochempfindliche Nachweismethode für spezifische IgE-Antikörper. Wir konnten mit dieser Methode bei Exponierten eine in vitro-Sen-

sibilisierungsrate von über 60 Prozent feststellen (gegenüber 0 Prozent bei nicht exponierten Allergikern und Nicht-Allergikern). Dagegen zeigt nur ein kleinerer Teil der Sensibilisierten auch Symptome. Diese Daten lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

- ▶ Alpha-1-Amylase aus *Aspergillus oryzae* wirkt stark sensibilisierend, ohne jedoch unmittelbar krank zu machen.
- ▶ Die nachgewiesenen Sensibilisierungen mittels des sehr sensitiven Testverfahrens des Immunoblots lassen vermuten, daß sich der Organismus mit einem Allergen ähnlich wie mit einem Bakterium oder einem Virus in Form einer Abwehrreaktion auseinandersetzt. Die Mechanismen, wodurch bei Sensibilisierten die Krankheit auftritt oder nicht, bleiben weiterhin unklar.

In einigen wenigen Fällen konnten wir zeigen, daß der direkte Erstkontakt mit Amylasepulver (Schutzhandschuhe wurden hierbei nicht getragen) ekzemartige Hautveränderungen an den Händen hervorruft. Dies ist ein Hinweis dafür, daß Alpha-1-Amylase aus *Aspergillus oryzae* auch chemisch-toxisch wirken kann. Der Mechanismus hierfür ist noch nicht geklärt.



Abb. 6: Bernadino Ramazzini (1633 bis 1714), Rektor der Universität Padua, beschreibt das Bäckerasthma in seinem 1701 verfaßten arbeitsmedizinischen Buch „De morbis artificum diatriba“, deutsche Ausgabe aus dem Jahre 1780.

Die Diagnostik des Berufsasthmas läßt sich in den Krankheitsnachweis und die Ursachenanalyse unterteilen (Abb. 8). Der Krankheitsnachweis erfolgt durch Anamneseerhebung (Krankengeschichte), Untersuchung, Lungenfunktionsprüfung und Inhalationstests mit Reizstoffen zur Erfassung der Atemwegempfindlichkeit. Die Ursachenanalyse ist mit den in der Allergiediagnostik üblichen Standardverfahren bei Berufsallergien nur dann möglich, wenn das Allergen bereits bekannt und ein geeigneter Allergen-Testextrakt zur Diagnostik verfügbar ist. Sofern komplexe Allergengemische vorliegen, wie beim Bäckerasthma (Mehl, Amylase, Insekten und anderes mehr), sind – neben einer umfangreichen Hauttestung mit möglichen Bestandteilen des Arbeitsstoffes – arbeitsplatzbezogene Provokationstests für den Kausalitätsnachweis vorzuziehen. Im Idealfall sollte die Provokationsdosis der natürlichen Exposition entsprechen. Diese Forderung läßt sich unter Laborbedingungen kaum verwirklichen. Näherungsweise läßt sich dies durch Reproduktion von Arbeitsvorgängen erreichen.

Als Ergänzung zur Untersuchung des Probanden sollten möglichst exakte Angaben über den Arbeitsplatz verfügbar sein. Dies läßt sich manchmal erreichen durch Einschalten des Technischen Aufsichtsdienstes und Anforderung von Meßdaten über die Schadstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz.

Therapie

Bei nachgewiesenem Kausalzusammenhang zwischen Arbeitsstoff und Atemwegserkrankung gibt es aus medizinischer Sicht nur eine Konsequenz: Allergenkarrenz (Vermeidung der Noxe). Eine Krankschreibung ist als Sofortmaßnahme häufig erforderlich. Eine Aufga-

Abbildung 8: Krankheitsnachweis und Ursachenanalyse bei Berufsallergien.

Krankheitsnachweis

1. Anamnese (asthmatische Symptome? Husten, Atembeklemmungen?)
2. Körperlicher Befund, insb. Lungenuntersuchung (Pfeifen, Giemen, Brummen?)
3. Lungenfunktionsprüfung (Atemwegsverlegung? Überblähung?)
4. Unspezifische Provokation (Überempfindlichkeit der Atemwege?)
5. Röntgen Thorax (Überblähung, Emphysem?)
6. ggfs. weiterführende Diagnostik

Ursachenanalyse

1. Allergianamnese (Noxen? Arbeitsplatzbezug? Urlaubspause? Außerberufliche Allergien? Rauchgewohnheiten?)
2. Hauttest (Ubiquitäre Allergene, Berufsallergene)
3. ggfs. ELISA/Spezifisches IgE (Bestätigung/Ergänzung der Hauttestung)
4. Nasale Provokation (Kausalzusammenhang bei rhinitischer Symptomatik)
5. Bronchiale Provokation mit Allergenextrakt bzw. arbeitsplatzbezogenen (Kausalzusammenhang bei Asthma)
6. ggfs. Arbeitsplatz-Exposition mit Peakflow-Überwachung (Kausalzusammenhang Erkrankung - Arbeitsplatz)
7. ggfs. Einschaltung des Technischen Aufsichtsdienstes (Messung der Arbeitsplatz-Konzentration der Berufsnoxen)
8. ggfs. spezielle Labordiagnostik zur Analyse neuartiger bzw. wenig untersuchter Noxen (Immunoblot u.a.)

be der beruflichen Tätigkeit zur Vermeidung jeglichen weiteren Kontaktes mit der Berufsnoxe ist häufig nicht zu vermeiden.

Die Dauer der Exposition beziehungsweise der Erkrankung haben überraschenderweise eine geringe Bedeutung für die Langzeitprognose; wir konnten in unserer Arbeitsgruppe für Platinallergiker zeigen, daß die bronchiale Hyperreagibilität (Eigenschaft der Lunge, bereits auf geringe, (un)spezifische Reize mit Asthma zu reagieren) bei den betroffenen Exponierten relativ rasch entstanden war und dann weiterhin bestehen blieb. Nur wenige entwickeln ein schweres Berufsasthma. Die Prognose hängt maßgeblich von der Allergenkarrenz ab, wobei trotz Karrenz nur ein kleiner Teil der Erkrankten die Beschwerden verliert. Dies haben Langzeitstudien zur Prognose nach Berufsaufgabe bei unterschiedlichen Formen des Berufsasthmas übereinstimmend gezeigt. Das bedeutet trotz Allergenkarrenz für einen Teil der Betroffenen eine vermutlich lebenslängliche konsequente medikamentöse Therapie. Eine Desensibilisierung, bei der Extrakte allergener Materialien in unerschwerlicher, allmählich ansteigender Dosierung mit dem Ziel verabreicht

werden, eine Toleranz gegen das Allergen hervorzurufen, kommt nur im Ausnahmefall infrage. Die Erfolgsrate ist unter anderem stark abhängig von der Exaktheit der Diagnose, dem Vorhandensein geeigneter Allergenextrakte, dem Krankheitsstadium und dem Alter des Patienten. Im Einzelfall kann eine konsequente Vermeidung der Noxen aus praktischen oder wirtschaftlichen Gründen sehr schwierig sein, zum Beispiel bei selbständigen Bäckermeistern in Kleinbetrieben. Hier ist die Umstrukturierung des Betriebes sowie das Tragen einer geeigneten Maske neben anderen Karenzmaßnahmen und Dauermedikation zwar hilfreich, jedoch kein Ersatz für die Berufsaufgabe.

Schlußfolgerungen

Die Diagnostik von beruflichen Allergien ist bisher keineswegs immer befriedigend, bedingt durch fehlende Kenntnisse über die Zusammensetzung zahlreicher Berufsstoffe, über deren Zusätze und gegebenenfalls über deren Verunreinigungen. Für viele neu entdeckte Allergene fehlen zuverlässige kommerzielle Testmaterialien für die in-vivo- und in-vitro-Diagnostik. Der Anamnese

Was passiert mit ausgemusterten medizinischen Geräten?

VEBEG Ihr Partner für Gebrauchtes

In ständigen Ausschreibungen bieten wir an:
Fahrzeuge (PKW, LKW, Kräder und Geländefahrzeuge, Baumaschinen und Hubfahrzeuge),
techn. Geräte aller Art, Bekleidung und Ausrüstung, Boote, Schiffe, Flugzeuge;
darüber hinaus

**Medizinische- und Dentalausstattungen,
Behandlungs- und Untersuchungsgeräte,
Laborgeräte.**

Ausführliche Unterlagen durch:

VEBEG

VEBEG GmbH • D-60054 Frankfurt am Main
Postfach 111953 • Günderrodestraße 21
Telefon (069) 238050 • Telefax 23805479

kommt daher unverändert der herausragende Stellenwert in der Begutachtungspraxis zu.

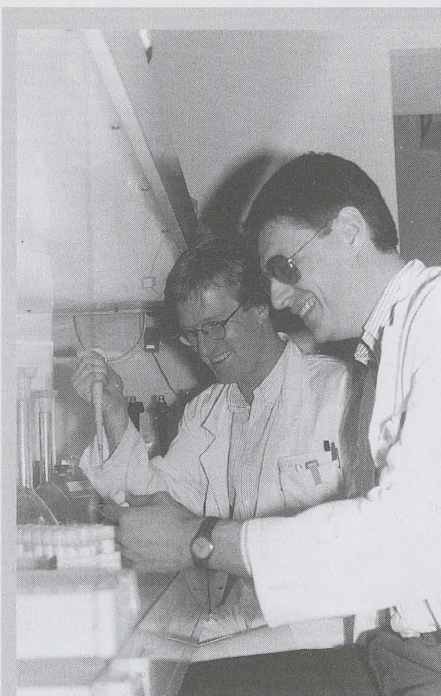
Die sozialen und beruflichen Probleme einer Berufskrankheit lassen sich nicht immer befriedigend lösen. Auch bei korrekter Diagnosestellung und konsequenter Therapie ist ein erheblicher Anteil der Erkrankten nicht völlig wiederherzustellen. Der große Forschungsbedarf auf dem Gebiet des Berufsasthmas muß betont werden.

Das Auftreten von allergischen Erkrankungen durch Inhalationsallergene kann nur durch Senkung der Expositionsquantität sowie Vermeidung nicht essentiell notwendiger Backzusatzstoffe zurückgehen. Gründliche arbeitsmedizinische Untersuchungen helfen bei der Früherkennung der Berufserkrankungen. Demgegenüber helfen präventive Untersuchungen von Berufsanfängern nicht, das Auftreten von beruflichen Soforttypallergien zu verhindern, da eine atopische Konstitution (erbliche, erhöhte Bereitschaft des Körpers, Allergien zu entwickeln) keine Voraussetzung für die Entstehung eines Berufsasthmas ist. Verbesserte Arbeitsschutzmaßnahmen und leistungsfähige Absauganlagen helfen sehr wirkungsvoll, die Staubbelastung zu senken. Aufwendige Technik jedoch ist teuer und schlägt sich im Verkaufspreis des leckeren Frühstücksbrötchens vom alteingessenen Bäcker nebenan nieder. Ob sich die Gaumenfreuden des Verbrauchers mit der Gesundheit der Bäcker vereinbaren lassen werden, darüber entscheidet letztlich der Kunde. Wir hoffen, daß dieser „Solidarpakt“ für die Bäcker zustandekommt, ganz im Stillen und ohne großes Gesetzeswerk.



Literatur

- [1] Schultze-Werninghaus, G., Debelic, M.: Asthma. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1988.
- [2] Gräfen, U.: Allergie und Atemwege. Ärzte Zeitung Verlagsgesellschaft, Neu-Isenburg, 1988.
- [3] Rotermund, H.: *Tenebrio molitor*. Inauguraldissertation, Frankfurt am Main, 1991.
- [4] Wolff, H.: Über das Sensibilisierungsspektrum der Mehlstaubexponierten. Inauguraldissertation, Frankfurt am Main, 1987.
- [5] Wiewrodt, R.G., Zachgo, W., Frühauf, H., Koch, U., Merget, R., Schultze-Werninghaus, G.: Verbesserter Nachweis von *Aspergillus*-Amylase-spezifischem IgE durch Avidin-Alkalische Phosphatase-Konjugate im Immunoblot. *Allergologie* 14 (1991) 76.
- [6] Merget, R., Stofffuss, J., Wiewrodt, R., Frühauf, H., Koch, U., Bolm-Audorff, U., Bienfait, H.G., Hitl, G., Schultze-Werninghaus, G.: Diagnostic tests in enzyme Allergy. *J. Allergy Clin. Immunol.* (im Druck).
- [7] Schultze-Werninghaus, G., Merget, R.: Berufsbedingte Atemwegsallergien vom Soforttyp. *Internist* 32 (1991) 587-595.



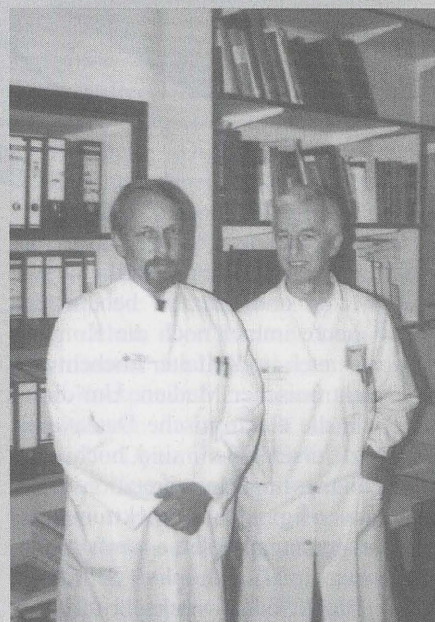
Rainer G. Wiewrodt (25) studierte von 1986 bis 1992 Humanmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt und an der University of Cincinnati/Ohio, USA. Die wissenschaftliche Ausbildung erhielt Wiewrodt bei Professor Dr. Schultze-Werninghaus in den Labors der Abteilung für Pneumologie und Allergologie sowie im Forschungsinstitut Borstel, Schleswig-Holstein. Leiter der Abteilung für Pneumologie und Allergologie der Universität Frankfurt ist Professor Dr. Jürgen Meier-Sydow. Wiewrodts Dissertation zum Thema „Immunelektrophoretische Untersuchungen zur Sensibilisierung gegenüber Alpha-1-Amylase aus *Aspergillus oryzae*“ ist abgeschlossen. Zur Zeit ist er als Arzt im Praktikum im Zentrum der Inneren Medizin der Universitätskliniken Frankfurt beschäftigt.

Heiko Frühauf (24) studiert seit 1987 Humanmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt. Frühauf erlernte die vielfältigen elektrophoretischen und biochemischen Untersuchungstechniken im Allergielabor der Universität Frankfurt und im Forschungsinstitut Borstel, Schleswig-Holstein. Er schrieb seine Dissertation über „Sensibilisierungen gegenüber proteasehaltigen Enzymstäuben“ und untersuchte dabei Enzymextrakte tierischer, pflanzlicher und mikrobieller Herkunft unter der Leitung von Professor Dr. Schultze-Werninghaus. Im Rahmen seiner Ausbildung absolviert er derzeit ein Tertial des Praktischen Jahrs im Regionalspital Lachen/Universität Zürich, Schweiz.

Privatdozent Dr. Rolf Merget (39) ist seit 1991 Oberarzt der Abteilung für Pneumologie und Allergologie der Be-

rufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten Bergmannsheil, Universitätsklinik Bochum. Nach dem Studium in Frankfurt promovierte er 1981 „summa cum laude“ bei Professor Dr. Jürgen Meier-Sydow. Seine Weiterbildung zum Facharzt für Innere Medizin, Teilgebiet Lungen- und Bronchialheilkunde, Zusatzbezeichnung Allergologie, absolvierte er am Zentrum der Inneren Medizin und in der Abteilung für Pneumologie bei Professor Meier-Sydow. 1992 erfolgte die Habilitation am Fachbereich Humanmedizin der Universität Frankfurt mit einer epidemiologischen und experimentellen Arbeit über berufliche Allergien gegen niedermolekulare Substanzen (Platinsalze). Berufliche Allergien sind weiterhin sein Forschungsschwerpunkt.

Professor Dr. Gerhard Schultze-Werninghaus (47) ist Leitender Arzt der Abteilung für Pneumologie und Allergologie der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten Bergmannsheil, Universitätsklinik Bochum. Nach dem Studium in Freiburg/Breisgau und Promotion über ein sportphysiologisches Thema war er seit 1973 am Zentrum der Inneren Medizin, Abteilung für Pneumologie, bei Professor Dr. Meier-Sydow. Er ist Facharzt für Innere Medizin, Teilgebiet Lungen- und Bronchialheilkunde, Zusatzbezeichnung Allergologie. Habilitation erfolgte 1984 mit einer Arbeit über klinisch-experimentelle Untersuchungen bei Asthma bronchiale. 1989 wurde er Geschäftsführender Oberarzt des Zentrums der Inneren Medizin. 1991 folgte die Berufung nach Bochum. Schultze-Werninghaus ist Mitglied zahlreicher staatlicher und berufsgenossenschaftlicher Gremien, Vorstandsmitglied nationaler und internationaler allergologischer und pneumologischer Gesellschaften.



Das Handschrift- erkennungssystem AQUIRE



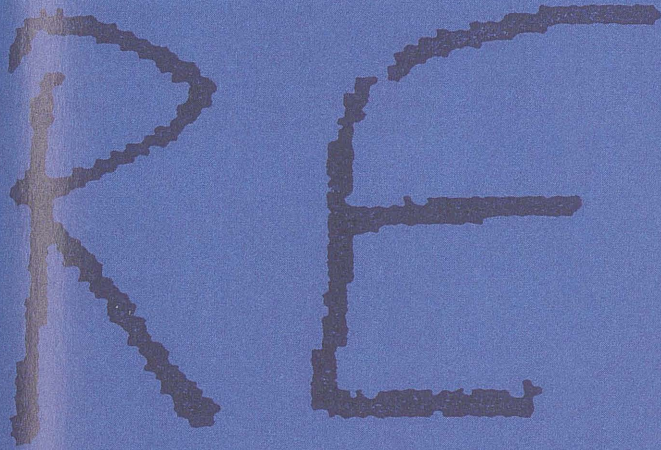
Gedrucktes, handschriftliche Notizen und Skizzen beherrschen heute immer noch die Kommunikation – auch im Zeitalter hochentwickelter elektronischer Medien. Um dieses Gebiet für die elektronische Datenverarbeitung zu erschließen, sind hochwertige Erkennungs- und Interpretationssysteme notwendig: Das Spektrum der Schrifterkennungsprobleme umfaßt einzelne maschinell gedruckte Schriftzeichen in Block- oder Druckschrift, handschriftliche Blockschrift, aber auch hand-

schriftliche Symbolik, kontinuierliche Schreifschrift sowie die Identifikation und Verifikation von Unterschriften. Seit etwa zwei Jahren bildet die automatische Erkennung handschriftlicher Muster und die Beschleunigung der Lösungsmethoden durch assoziative Hardware einen Forschungsschwerpunkt an der Professur für Technische Informatik der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt. Die Anwendungsmöglichkeiten von Schrifterkennungssystemen erstrecken sich von der Erfassung

gedruckter Dokumente zur elektronischen Weiterverarbeitung oder Archivierung über die Erkennung handschriftlicher Zeichen und Symbole im Bereich der mobilen Datenverarbeitung mit Pen-Computern bis zur Erfassung von handschriftlichen Belegen, zum Beispiel im Bankbereich. Dabei spielt neben der reinen Erkennung handschriftlicher Zeichen die sichere Zuordnung einer Unterschrift zum Schreiber eine bedeutende Rolle (Verifikation).

Erkennungssysteme

Mustererkennungssysteme unterscheiden sich in der Art der Mustererfassung, der Art der Aufbereitung der zu erkennenden Muster, im Erkennungsverfahren und in der Konfliktauflösung (Abb. 1). Bei Schrifterkennungssystemen entstehen Konflikte zum Beispiel dann, wenn ein Symbol als „8“ erkannt wurde, die undeutliche Schreibweise aber auch die Interpretation als „B“ zuließe. Schrifterkennungssysteme lassen sich grob in zwei wesentliche Klassen unterteilen, die hier als statische und dynamische Schrifterkennung bezeichnet werden. Als statische Schrifterkennung



Von Bernd Klauer und Klaus Waldschmidt

wird die reine Klassifikation des Schriftbildes bezeichnet. Dabei wird das zu erkennende Zeichen anhand seiner sogenannten Bitmap (Bitmap = binäres Bildmuster) identifiziert. Die Entstehungsgeschichte des Zeichens bleibt unberücksichtigt. Bei der dynamischen Mustererkennung hingegen wird die Entstehungsgeschichte des Zeichens miteinbezogen. Sie umfaßt die einzelnen Elemente wie Linien, Bögen und Kreise, deren Anfangs- und Endpunkte, Zeichengeschwindigkeiten, Beschleunigungen und Andruck des Zeichengerätes beim Schreiben.

Statische Verfahren

Bei statischen Verfahren werden in der Regel optische Scanner angewandt, um die zu erkennenden Muster zu erfassen.

Optische Scanner liefern lediglich ein Bitmuster, das dem Schriftbild entspricht. Informationen über die Entstehungsgeschichte des Zeichens bleiben verborgen. Um das gescannte Schriftmuster vorzuverarbeiten, muß das Bildsignal aufbereitet und die einzelnen Schriftzeichen separiert und skaliert werden. Bei der Skalierung wird das Zeichen durch Koordinatentransformationen so dimensioniert, daß es in einen vorgegebenen Rahmen paßt. Die skalierten Bilder werden nach einem Maximum Likelihood- oder dem Minimum-Distance Verfahren (s. Glossar, S. 23) mit einer Muster-Datenbasis verglichen, aus der das ähnlichste Muster extrahiert wird. Die Semantik des ähnlichsten Symbols wird als Semantik des unbekanntes Zeichens angenommen. Zur Berechnung des Ähnlichkeitskriteriums

werden häufig Berechnungsmodelle wie Neuronale Netzwerke (s. Glossar, S. 23) oder Fuzzy-Logik (s. Glossar, S. 23) verwendet. Neben diesen Berechnungsmodellen seien in diesem Zusammenhang auch die Assoziativspeicher (s. Glossar, S. 23) und Assoziativprozessoren mit lokaler Speicherung genannt, obwohl sie weniger ein Berechnungsmodell als vielmehr eine Rechner- beziehungsweise Speicherarchitektur darstellen.

Neben den optischen Scannern können in statischen Verfahren auch Digitalisiertablets zur Erfassung von Schriftzeichen eingesetzt werden. Wie bei den optischen Scannern besteht bei diesen Eingabegeräten das Problem der Separierung der einzelnen Zeichen. Digitalisiertablets bieten zwar die Möglichkeit, neben dem Bildmuster auch dessen Entstehungsgeschichte zu erfassen; die dabei gewonnene Information wird jedoch in rein statischen Verfahren nicht genutzt.

Rein statische Erkennungssysteme eignen sich besonders für maschinell gedruckte Schrift. Sie sind aber auch in der Lage, handschriftliche Block- und sogar Schreibschrift zu erkennen, wenn diese durch ein Vorverarbeitungsverfahren sauber in einzelne Zeichen aufgelöst wurde. Schwächen zeigen diese Verfahren dann, wenn sich Symbole nur durch kleine Details, durch ihre Entstehungsgeschichte oder ihren Kontext unterscheiden (Abb. 2, S.22).

Dynamische Verfahren

Dynamische Verfahren sind bei der Erfassung der Muster auf ein Eingabemedium angewiesen, das die Entstehungsgeschichte eines Zeichens genau wiedergibt. Optische Scanner sind daher in der Regel ungeeignet. Verschiedene bewegungs- oder ortssensitive Digitalisiergeräte – wie zum Beispiel Mäuse, Maus-Stifte, Digitalisierfelder mit Stiften oder Mäusen – sowie berührungsempfindliche Digitalisierer (Touchpanels) führen dabei zu sehr guten Ergebnissen. Die Sensoren liefern bis zu vier Koordinaten x, y, p, z mit x, y : Ortskoordinaten, p : Andruck des Stiftes, z : Tastenzustand, die zur Auswertung zur Verfügung stehen. Der Rechner kann zu den Koordinaten des Digitalisierers eine zeitliche Komponente ergänzen. Aus der so gewonnenen Information kann die eigentliche Dynamik der Schrift wie zum Beispiel Geschwindigkeit und Beschleunigung in den einzelnen Punkten abgeleitet werden. Als Erkennungsverfahren wird zum Beispiel das Berechnungsmodell der dynamischen Programmierung eingesetzt (Abb. 2-4, S.22).

Muster-Klassifikation

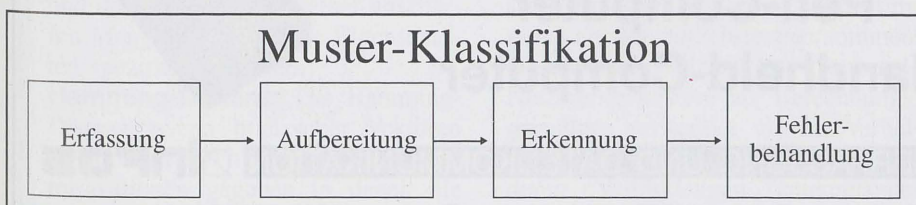


Abb. 1: Stufen der Mustererkennung.

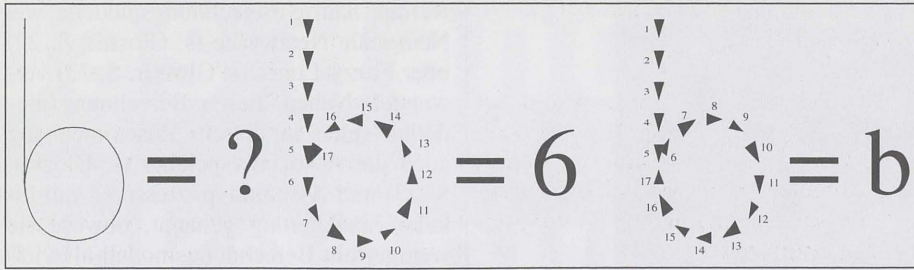


Abb. 2: Der Einsatz dynamischer Zeichenerkennungssysteme ist im besonderen bei der Erkennung handschriftlicher Zeichen sinnvoll. Hier können zwei Symbole mit gleichem binären Bildmuster durchaus eine unterschiedliche Semantik besitzen. Die fehlende Zeitkomponente in statischen Systemen ermöglicht hier keine Unterscheidung. In handschriftlichen Druckschriften können (b6)-Konflikte in vielen Fällen durch die Bewertung der Entstehungsgeschichte der handschriftlichen Zeichen aufgelöst werden.



Abb. 3: Maschinelle Druckschriften sind meist so gestaltet, daß (b6)-Konflikte vermieden werden.

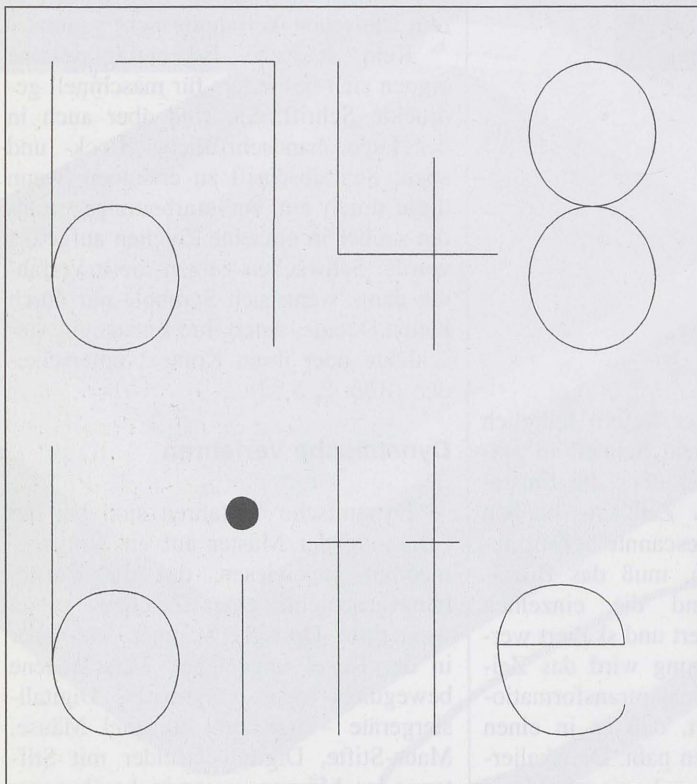


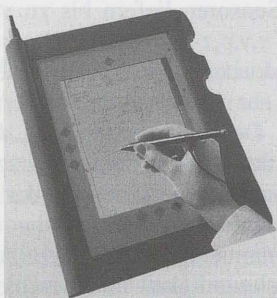
Abb. 4: Treten (b6)-Konflikte trotzdem auf, so können sie nur durch ein kontextsensitives Entscheidungsverfahren aufgelöst werden. Dazu muß sich das Zeichen in einem verwertbaren Kontext befinden.

Dynamische Systeme eignen sich neben der Erkennung handschriftlicher Zeichen auch zur Identifizierung und Verifikation von Unterschriften. Die Auswertung von Linienfolgen, der Zeichengeschwindigkeit, Beschleunigungskurven und Andruckkurven beim Zeichnen ermöglicht nicht nur die Auswertung des reinen Schriftbildes, sondern auch der individuellen Charakteristika des Schreibers. Unterschriften sind durch ein solches Verfahren sehr gut verifizierbar: Selbst wenn ein Fälscher in der Lage ist, das reine Schriftbild einer Unterschrift perfekt zu imitieren, so gelingt ihm dies kaum mit den individuellen Charakteristika des Originalschreibers.

Bei der Klassifizierung maschinell gedruckter Zeichen ist die Entstehungsgeschichte für alle Zeichen gleich. Rein dynamische Schrifterkennungssysteme sind daher für die Identifizierung von Druckwerk ungeeignet. Weder dynamische noch statische Systeme sind in besonderen Fällen in der Lage, vereinzelte Zeichen wie zum Beispiel o und O zu unterscheiden. Diese Unterscheidung ist nur durch einen geeigneten Kontext wie zum Beispiel ein Wort oder das Wissen um die Größe eines Zeichens (zum Beispiel in einer Lineatur) zu treffen (Abb. 4).

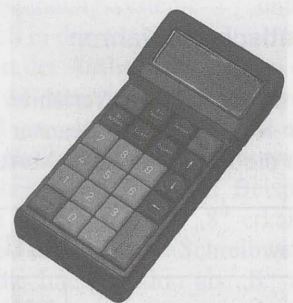
Kombinierte Verfahren

Um ein möglichst breites Spektrum von Schrifterkennungsproblemen abzu-



dINFOS

**Pen-Computer
Handheld-Computer**



dINFOS MOBILE DATENERFASSUNG UND DATENKOMMUNIKATION dINFOS

Ludwigstr. 76 • 6050 Offenbach • Telefon (069) 228131-0 • Telefax (069) 22813131

decken und Schwächen des einen durch das jeweils andere Verfahren zu kompensieren, ist eine Kombination von statischen und dynamischen Verfahren denkbar. Das Handschrifterkennungssystem AQUIRE, das an der Professur für Technische Informatik der Universität Frankfurt entwickelt wurde, wendet ein hybrides Verfahren an.

Aufbau und Implementierung von AQUIRE

Das System AQUIRE ist neben der Erkennung von Handschrift zur Erkennung von maschinell gedruckter Schrift und beliebig definierter Zeichen geeignet. Es wurde auf folgende Randbedingungen optimiert:

- ▶ geringe Fehlerquote,
- ▶ Geschwindigkeit,
- ▶ geringe Größe des ausführbaren Programmcodes,
- ▶ geringe Größe der Datenbasis.

Die ersten Versionen von AQUIRE wurden objektorientiert in C++ programmiert, um die einfache Portierbarkeit des Quellcodes auf andere Rechner zu

Assoziativspeicher: Assoziativspeicher sind grob in die Klassen der Speicher mit lokaler Speicherung und mit verteilter Speicherung eingeteilt. Zu den Assoziativspeicher-Modellen mit verteilter Speicherung zählen zum Beispiel die Neuronale Netze. Die einzelnen Informationseinheiten werden verteilt auf den Synapsen gespeichert und sind nicht mehr lokalisierbar. Bei Assoziativspeichern mit lokaler Speicherung werden die einzelnen Informationseinheiten, wie zum Beispiel ein Muster, lokal in einer dafür vorgesehenen Speicherzelle abgelegt. Generell zeichnen sich Assoziativspeicher durch inhaltsorientierte Zugriffe aus. Dabei werden die Speicherzellen nicht über ihre Adresse angesprochen, sondern durch ihren Inhalt adressiert. Eine Speicherzelle gilt dann als adressiert für Schreib- oder Lese-Operationen, wenn ihr Inhalt ein bestimmtes Suchkriterium erfüllt.

Fuzzy-Logic: In der klassischen Mengenlehre werden Mengen durch die Gesamtheit der Elemente beschrieben, die ihnen angehören. Elemente sind dabei entweder vorhanden (1), oder nicht vorhanden (0). In der Theorie der unscharfen Mengen (Fuzzy-Set-Theorie) werden neben diesen scharf klassifizierbaren Elementen auch Elemente zugelassen, die einer Menge nur teilweise angehören. Die Zugehörigkeit wird dann durch einen Wert, der zwischen 0 und 1 liegt, bestimmt. In Mustererkennungsverfahren können einzelne Muster ebenfalls verschiedenen Mengen gewichtet zugeordnet werden. Das Muster des Zeichens B gehört klar der Menge aller Bs an. Es trägt jedoch auch Merkmale des Zeichens 3 und des Zeichens 8. In einer unscharfen Menge könnten diese Eigenschaften spezifiziert werden.

Hamming-Distanz: Die Hamming-Distanz zweier boolescher Vektoren ist informal durch die Anzahl der Vektorpositionen gegeben in denen die Vektoren nicht übereinstimmen.

Beispiel: Die folgend dargestellten Vektoren unterscheiden sich in drei Positionen.

0001110101

1101100101

Die Hamming Distanz beträgt folglich drei. Schwarz-Weiß-Bilder ohne Grau-Schattierungen können durch zeilenweise Zerlegung leicht in solche booleschen Vektoren zerlegt werden. Bei der maskierten Hamming-Distanz (MHD) können zudem einzelne Bits der Vektoren „ausgeblendet“ werden. Sie nehmen an dem Vergleichsprozess nicht teil. Beispiel:

0001110101

1101100101

1100000000 (Maskierung)

In dem oben dargestellten Beispiel nehmen die beiden ersten Bits nicht an der Distanz-Berechnung teil, weil sie maskiert sind. Die maskierte Hamming-Distanz beträgt daher nur eins.

Glossar

Minimum-Distance, Maximum-Likelihood:

Das Minimum-Distance-beziehungsweise Maximum-Likelihood-Prinzip wird angewendet, um Muster gemäß ihrer Ähnlichkeit zu bekannten Mustern zu klassifizieren. Suchmethoden nach dem Minimum-Distance-Prinzip ermitteln die Flächen der bekannten Muster, die mit einem unbekanntem Muster nicht übereinstimmen. Das bekannte Muster, bei dem diese Fläche im Vergleich zu anderen minimal ist, wird als das ähnlichste angenommen. Bei Maximum-Likelihood wird für jedes bekannte Muster die übereinstimmende Fläche mit dem unbekanntem Muster gemessen. Es wird dann das bekannte Muster mit der größten Übereinstimmung als das ähnlichste angenommen.

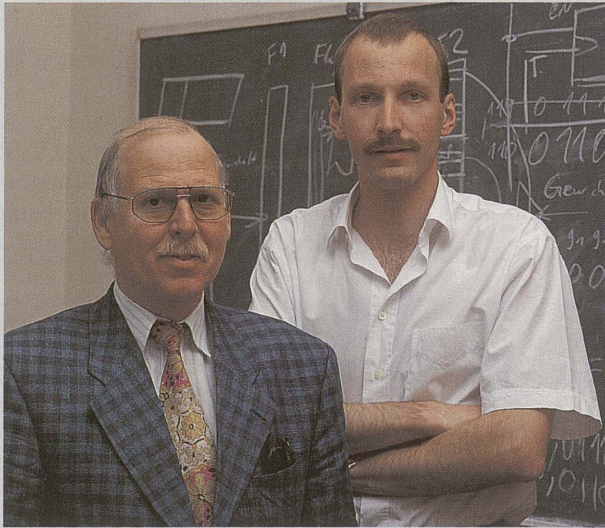
Neuronale Netzwerke: Neuronale Netzwerke werden als Berechnungsgrundlage verwendet, um das Verhalten von Gehirnzellen (Neuronen) und deren Verbindungen untereinander (Synapsen) zu modellieren. Das ei-

gentliche Wissen des Netzes wird durch komplexe Lernverfahren auf den Synapsen gespeichert. Da alle Synapsen und alle Neuronen theoretisch zeitgleich Berechnungen durchführen können, erwartet man hohe Rechenleistungen durch Hardware-Realisierungen Neuronaler Netze.

Startup-Modul und Laufzeitbibliothek:

Ein ausführbares Programm wird bei der Programmentwicklung normalerweise aus verschiedenen Modulen zusammengesetzt. Dazu gehören das eigentliche Anwendungsprogramm, das Startup-Modul und die Laufzeitbibliothek. Beim Programmaufruf startet das Betriebssystem zuerst das Startup-Modul. Es konfiguriert die Ressourcen des Rechners, wie zum Beispiel den Speicher, um einen korrekten Ablauf des Programmes zu gewährleisten. Das Startup-Modul ruft dann das eigentliche Anwendungsprogramm auf. Dieses wiederum ruft Funktionen der Laufzeitbibliothek auf. Sie stellt eine Sammlung von Funktionen dar, die in beinahe jedem Programm benötigt werden, wie zum Beispiel Eingaben von der Tastatur, Ausgaben auf dem Bildschirm sowie die Bedienung von Drucker und Massenspeichern. Die Funktionen von Laufzeitbibliothek und Startup-Modul müssen den korrekten Ablauf von allen fehlerfreien Anwendungsprogrammen garantieren. Sie sind daher sehr umfangreich.

TSR Programme: Normalerweise werden Programme, nachdem sie beendet wurden, durch das Betriebssystem aus dem Speicher entfernt. TSR Programme (Terminate and Stay Resident) verbleiben jedoch im Speicher. Programme, die nach Beendigung eines TSR Programmes gestartet werden, können dann auf die Funktionalität des Programmes zugreifen. Maustreiber für Personal Computer sind typischerweise als TSR Programme ausgelegt. Verschiedene Mausorientierte Programme können dann auf mausspezifische Daten und Funktionen zugreifen.

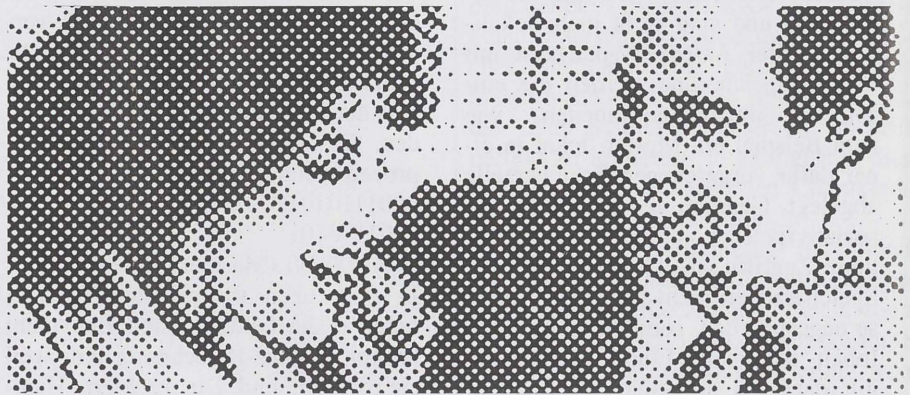


Bernd Klauer (30) studierte von 1983 bis 1990 Informatik mit Nebenfach Physik an der Universität Frankfurt. Danach wurde er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur für Technische Informatik. Hier wird die Theorie assoziativer Systeme ausgearbeitet und wie sie in Hardware umgesetzt werden kann. Bernd Klauer untersucht vor allem assoziative Hardwarearchitekturen, um Muster schneller erkennen und verarbeiten zu können.

Prof. Klaus Waldschmidt (53) studierte von 1959 bis 1966 Elektro- und Nachrichtentechnik an der Technischen Universität Berlin. Bis 1970 blieb er dort als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informationsverarbeitung, bevor er als stellvertretender Abteilungsleiter für Informationsverarbeitung ans Heinrich-Hertz-Institut ebenfalls in Berlin ging. In diese Zeit fallen auch mehrere Amerika-Aufenthalte im Rahmen eines Industrieprojekts. 1973 wurde Klaus Waldschmidt zum Professor für Schaltungen der Datenverarbeitung an die Universität Dortmund berufen, 1982 wechselte er als Professor für Technische Informatik an die Universität Frankfurt. Seine Schwerpunkte liegen im Bereich der Rechnerarchitektur insbesondere von assoziativen Systemen und dem rechnergestützten Entwurf integrierter Schaltungen.

gewährleisten. Zudem können einige Module mit geringem Aufwand gegen spezielle assoziative Hardwarekomponenten ausgetauscht werden. Die Optimierung erforderte eine Neuprogrammierung in C und Assembler. Die aufwendige Optimierung der Methode, die Erstellung einer Datenbasis aus Referenzmustern und die Weiterentwicklung zu einem marktfähigen Produkt erfolgten in Kooperation mit der Firma INFOS in Offenbach, die mit Abschluß der zweijährigen Entwicklung den Vertrieb übernahm.

Die ersten Versionen von ACQUIRE basierten auf einem rein statischen Mustererkennungsverfahren. Ein sogenannter Präprozessor bereitete die Zeichen, die von einem Digitalisiertablet als Folge von x,y-Koordinaten geliefert wurden, für die Erkennung durch das statische Mustererkennungsverfahren auf. Das gewählte Verfahren lieferte bei der Erkennung von Zeichen aus kleinen Alphabeten, die zum Beispiel nur aus Zahlen bestanden, schon mit einer kleinen Muster-Datenbasis (circa drei Muster pro Alphabetsymbol) und sauberen maschinellen Druckvorlagen Fehlerquoten, die unter einem Prozent lagen. Bei der Erkennung von Handschriften konnten Fehlerquoten unter zehn Prozent erreicht werden, wenn eine Schriftprobe des Schreibers in der Datenbasis enthalten war. Die Fehler waren im wesentlichen auf Ähnlichkeitskonflikte zurückzuführen. Für den professionellen Einsatz war diese Fehlerquote zu hoch. Daher wurde das Verfahren für den Einsatz als Handschrifterkennungssystem um ein dynamisches Verfahren ergänzt. ACQUIRE stellt durch diese Ergänzung ein hybrides System dar, das die Vorteile beider Grundverfahren vereint. Dabei kommt in erster Linie das statische



Welche EDV-Investition Sie auch planen, Sie haben immer einen kompetenten Teampartner, jederzeit ansprechbar für Sie.

INNOVATION

Computer sind nie Selbstzweck, sondern sollen Ihnen helfen, schneller, effizienter und innovativer zu werden. Sie sollen Ihnen zudem bei Analyse und Dokumentation assistieren und Ihre wissenschaftliche Arbeit von zeitraubenden Routinen befreien.

Der Apple-Macintosh praktiziert diese anwenderorientierte Einstellung in beispielhafter Weise. Aber genauso wichtig ist ein Apple-Partner, der weiß, daß es letztlich immer um den Erfolg Ihrer Arbeit geht: Org-Team, eines der führenden Apple-Center im Rhein-Main-Gebiet, mit über 10jähriger Apple-Erfahrung.

Org-Team-Leistungen bietet Ihnen „TEAMWORK“: qualifizierte Beratung, schnelle Hilfe im Notfall und günstige Preise beim Einkauf von Hard- und Software.

Von der Installation und Wartung eines einzelnen Apple-Macintosh bis hin zum Aufbau und der Pflege eines kompletten Netzwerks, von der Analyse und Beratung Ihrer EDV-Bedürfnisse bis hin zur Anwender-Schulung: Sie haben immer einen kompetenten Teampartner, jederzeit ansprechbar für Sie.

Org-Team. – Sprechen Sie mit uns.

orgteam
=
teamwork



orgteam
• Hand & Software • Beratung • Service • Support • Schulung

Zentrale:
Westerbachstraße 162-164
65936 Frankfurt/Main 80
Telefon 0 69-22 31 4-0
Telefax 0 69-34 30 42

Frankfurter Beitrag zum Prometheus-Projekt

Im Eureka-Verbundprojekt PROMETHEUS arbeiten Wissenschaftler europäischer Hochschulen und der Automobil-Industrie am Einsatz innovativer Technologien im automobilen Bereich. Ziel des Teilprojektes PRO-CHIP ist die Entwicklung und der Einsatz neuer mikroelektronischer Komponenten im automobilen Bereich. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert. Das Frankfurter Unterprojekt endete zum 31.12.92. Im Rahmen dieses Projektes wurde der Assoziativprozessor AM³ von der Professur für Technische Informatik entwickelt. Im automobilen Bereich ist er für verschiedene Aufgaben im Bereich der Signalverarbeitung und der Mustererkennung einsetzbar. Das Zeichenerkennungsprogramm AQUIRE kam dabei als Test- und Demonstrationsprogramm zum Einsatz. Dazu wurde das PATMA Software-Modul von AQUIRE weitgehend durch die assoziative Hardware des AM³ ersetzt. In der Laborumgebung wurde die Anordnung als Test-Applikation verwendet. Zudem konnte gezeigt werden, daß die dem Programm AQUIRE zugrunde liegenden Methoden durch assoziative Hardware zu beschleunigen sind.

Zur Demonstration der Einsatzmöglichkeiten des AM³ wurde das gesamte System im Rahmen eines automatischen Navigationssystems untersucht. Der AM³ erfüllt darin zwei Aufgaben. Das Programm AQUIRE erkennt Symbole, die ein Autofahrer mit dem Finger auf eine Sensorfläche skizziert. Der Fahrer kann dadurch verschiedene Geräte in seinem Fahrzeug steuern (Scheibenwischer, Licht, Radio) oder den Kopiloten bedienen. Ein weiteres Programm berechnet ständig den optimalen Weg zwischen dem aktuellen Ort eines Fahrzeuges und dem Fahrtziel. Ereignisse, wie zum Beispiel ein Unfall

auf der Strecke, führen dann zu einer automatischen Korrektur des Weges (Abb. I).

Für die kommerzielle Nutzung wurde AQUIRE auf dem INFOS Notepad 386-SX Computer implementiert. Der Rechner kann zwar optional mit einer Tastatur verbunden werden, ist jedoch, wie in Abbildung II zu sehen, für den Einsatz „ohne“ Tastatur vorgesehen. AQUIRE wurde für diese Maschine mit einer einfachen Schnittstelle versehen, die es ermöglicht, daß Anwendungsprogrammierer unabhängig von ihrer bevorzugten Programmiersprache auf das Zeichenerkennungsprogramm zugreifen können. Eine Anwendung ist (Abb. III) die Bedienung der DOS Kommando-Oberfläche mit einem Stift.



Abb. II: Der INFOS Notepad 386-SX Computer.

So wie das „DIR“ Kommando in der Abbildung III, können beliebige Befehle ohne Tastatur, per Stift abgesetzt werden. DOS-Programme, die die Tastatur über die dafür vorgesehene DOS-Schnittstelle abfragen, können vollständig bedient werden. Das Programm spielt quasi dem Betriebssystem eine Tastatur vor, die physikalisch nicht vorhanden ist. Für Pen-Computer wurde eine spezielle Programmier-Schnittstelle geschaffen, die es Anwendungsprogrammierern ermöglicht, AQUIRE auf einfache Weise in ihre Applikation einzubinden. Auf diese Weise können Programme mit einer Benutzeroberfläche versehen werden, die ohne Tastatur zu bedienen – und dadurch für Pen-Computer geeignet ist.

Abb. I: Testumgebung für den AM³. Mit dem „S“ hat der Anwender festgelegt, daß in einem bestimmten Gebiet des Straßennetzes Schnee den Verkehr behindert. Der Autopilot berücksichtigt dies bei der Berechnung des besten Weges.

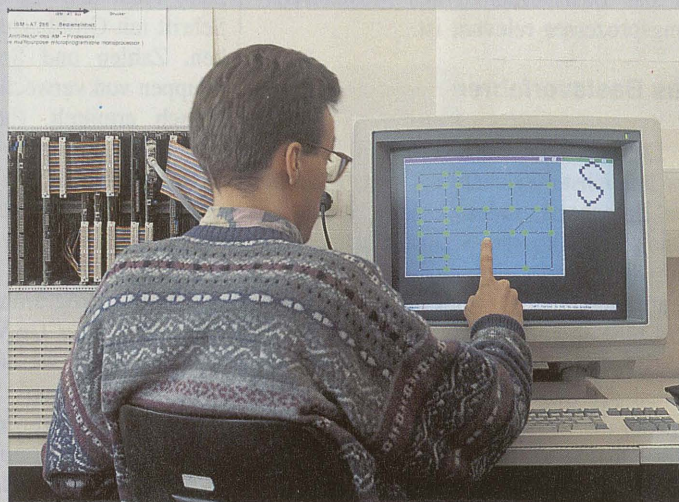
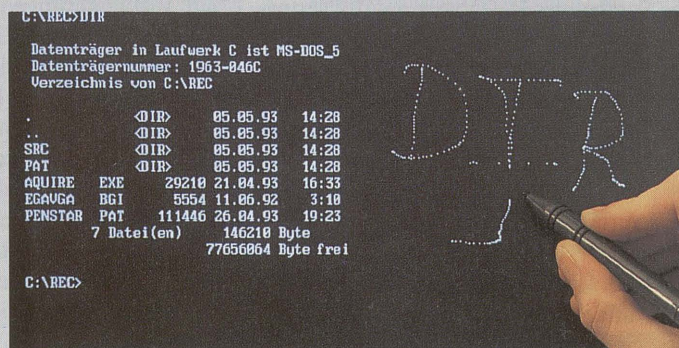


Abb. III: Ein Anwender hat mit dem Schreibstift das Kommando „DIR“ auf den Bildschirm geschrieben, mit dem Zeichen ↵ abgeschlossen und so den Inhalt des aktuellen Inhaltsverzeichnis abgefragt.



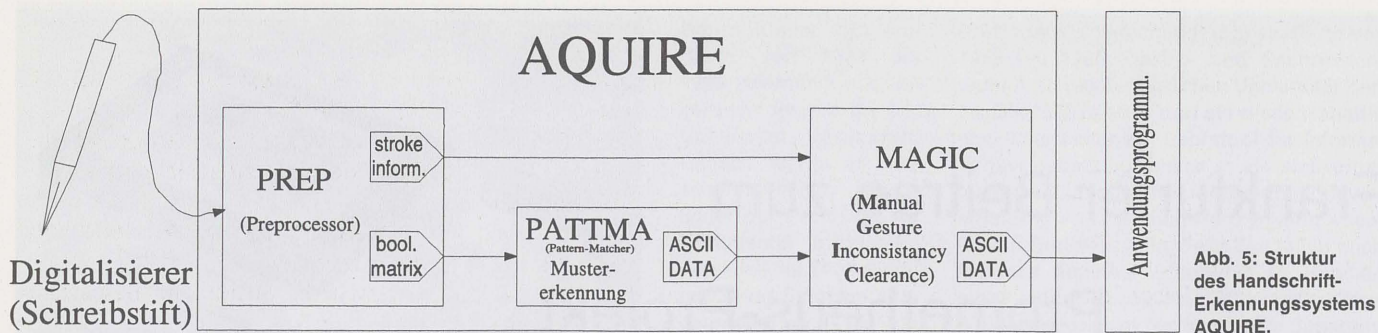


Abb. 5: Struktur des Handschrift-Erkennungssystems AQUIRE.

Verfahren zum Einsatz, da es sehr schnell arbeitet und sowohl maschinell gedruckte Zeichen als auch handschriftliche Zeichen verarbeitet. Das nachgeschaltete Optimierungsverfahren arbeitet dynamisch. Es kann dann eingesetzt werden, wenn Informationen über die Entstehungsgeschichte verfügbar sind, um Konflikte, wie zum Beispiel (b6) durch Auswertung der Linienführung aufzulösen. Die aktuelle Version von AQUIRE weist die in *Abbildung 5* dargestellte Struktur auf.

Die Vorverarbeitungsstufe stellt eine definierte Schnittstelle zur Verfügung, die Anwendungsprogrammierer in ihren speziellen Applikationen verwenden können, um Muster zu klassifizieren. Zudem wandelt der Präprozessor die zwei-dimensionalen Koordinaten, die er zum Beispiel von Digitalisiergeräten bekommt, in eine 32*32 bit boolesche Matrix um, die später für das Basisverfahren des Mustererkennungsprozesses relevant ist.

Das Basisverfahren

Das statische Basisverfahren ermittelt das ähnlichste Zeichen aus einer gegebenen Datenbasis, indem es die Hamming-Distanz (s. Glossar, S. 23) zwischen jedem Symbol der Datenbasis und dem zu identifizierenden Symbol ermittelt. Dabei wird eine sogenannte Maskierung berücksichtigt. Die Maske wird nach einem speziellen Verfahren berechnet und enthält Punkte, die bei der Berechnung der Hamming-Distanz ausgeschlossen werden. Das Ergebnis der Berechnung wird als maskierte Hamming-Distanz (MHD) bezeichnet. Das Symbol der Datenbasis mit der geringsten maskierten Hamming-Distanz zu dem unbekanntem Symbol wird als ähnlichstes Symbol angenommen. Seine Semantik wird dem unbekanntem Symbol zugeordnet.

Die qualitative Optimierung

Das Optimierungsverfahren arbeitet zweistufig. Es wurde speziell auf die Erkennung von Schriftzeichen der deutschen Schrift mit Groß- und Kleinbuchstaben,

Zahlen und Sonderzeichen abgestimmt. Das Optimierungsmodul ist zur Erkennung von anderen Zeichensätzen abschaltbar beziehungsweise austauschbar. Es enthält eine sogenannte passive und eine aktive Stufe. Anhand der Linienführung entscheidet die passive Stufe, ob ein Zeichen, das durch die statische Erkennung identifiziert wurde, eine der denkbaren dynamischen Schreibweisen aufweist. Ist dies der Fall, so wird es akzeptiert. Entspricht das Symbol keiner der bekannten Schreibweisen, so wird es der aktiven Stufe zugeführt. Sie ermittelt, ob die Schreibweise zu einem Symbol paßt, das in einem Konflikt vom Typ (b6) mit dem Symbol steht. Entspricht die Schreibweise des Symbols exakt der Schreibweise eines zweiten, das mit dem ursprünglichen in einem Konflikt vom Typ (b6) steht, so wird es durch das zweite Zeichen ersetzt. Das Verfahren arbeitet ähnlich für alle anderen Konflikttypen. Aus den Zeichen der deutschen Schrift mit Großbuchstaben, Kleinbuchstaben, Zahlen und Sonderzeichen wurden Gruppen von verwechselbaren Zeichen statistisch ermittelt. (b6), (B8) und (gq9) sind Beispiele dieser Gruppen.

Durch optimierte Kodierung der Methoden und Datenstrukturen und deren Implementierung in der Programmiersprache C konnte der Speicherbedarf des reinen Programmcodes von circa 50 Kilobyte in der Ur-Version auf etwa die Hälfte gesenkt werden. Die kommerziell genutzte Version der Zeichenerkennungssoftware wurde zudem speziell für die Anwendung auf Personal-Computern unter dem Betriebssystem MS/DOS optimiert. Weitere Beschleunigungen und Verkleinerungen ergaben sich durch Umsetzung einiger Elemente in Assembler, durch den Verzicht auf die Einbindung der Laufzeit-Bibliothek und der Programmierung eines speziellen Start-up-Moduls (s. Glossar S. 23). Durch den Verzicht auf die Laufzeitbibliothek mußten einige Funktionen nachgebildet werden. Hierbei handelte es sich um einige arithmetisch/logische Funktionen und um Funktionen, die die Schnittstelle zum Betriebssystem bilden. Sie wurden in Assembler programmiert.

Die Portabilität des Quellcodes auf andere Rechner oder andere Betriebssysteme ist durch den Verzicht auf die standardisierten Funktionen der Laufzeitbibliothek und durch die rechner-spezifische Assembler-Programmierung natürlich nicht mehr gewährleistet. Die ursprünglichen C und C++ Versionen wurden dagegen weitgehend portabel gehalten und können im wesentlichen durch Übersetzen und Binden auf andere Rechner und Betriebssysteme portiert werden.

Struktur des ausführbaren Codes und Speichermodell

Die Zeichenerkennungssoftware ist als sogenanntes TSR Programm imple-

911

Bürostühle suchen
anspruchsvolle
Besitzer

TOP

BÜROMÖBEL

der Schnelllieferant

Lassen Sie Ihre
Mitarbeiter besser
sitzen wenn sie's
verdient haben

Dieburger Straße 36
Frankfurt-Fechenheim
Telefon (069) 942101-0
Telefax (069) 421031

mentiert (TSR: Terminate and Stay Resident, s. Glossar S. 23). Das bedeutet, daß sich das Programm resident im Speicher des PCs installiert und seine Funktionen verschiedenen Anwendungen, ähnlich einem Treiberprogramm des Betriebssystems zur Verfügung stellt. Diese Form der Implementierung hat verschiedene Vorteile: Zum einen ist die Zeichenerkennung leicht austauschbar. Verbesserte Versionen können von Applikationen benutzt werden, ohne daß die Applikationen selbst zu verändern sind. Würde die Zeichenerkennung zum Beispiel als Bibliotheksmodul zur Verfügung stehen, so müßten bestehende Applikationen neu gebunden werden, um eine neue Version zu verwenden. Der zweite Vorteil besteht darin, daß die zur Zeit aktuelle Version 6.0 des Betriebssystems MS/DOS auf Rechnern mit den Prozessoren des Typs 80386 oder 80486 in der Lage ist, TSR Programme in die sogenannte High Memory Area zu laden. Die High Memory Area umfaßt den Speicherbereich direkt oberhalb der Ein-Megabyte-Grenze. Die Zeichenerkennung verschont dadurch den für

DOS-Applikationen wichtigen Speicherbereich unterhalb der 640 Kilobyte Grenze, den TSR-Programme in älteren DOS Versionen ausschließlich nutzten.

Die standardmäßig durch den Compiler unterstützten Speichermodelle sind für TSR Programme zwar grundsätzlich verwendbar, haben sich jedoch für diese spezielle Anwendung als ungünstig erwiesen. Das liegt zum einen daran, daß die Datenbank mit den Bilddaten der zu erkennenden Symbole je nach Anwendung verschieden groß sein kann, zum anderen nutzt das für die Zeichenerkennung konstruierte Modell den Speicher effizienter. Das Problem der unterschiedlich großen Datenmengen, die für den Mustererkennungsprozeß zu laden sind, wäre grundsätzlich durch den Einsatz dynamischer Datenstrukturen lösbar. Die Verwaltungsmechanismen in der Laufzeitbibliothek zur Handhabung dynamischer Datenstrukturen sind jedoch sehr speicherintensiv – zudem kommen sie ohne den ebenfalls massiven Standard-Startup-Code nicht aus. Das Problem der Verwaltung der unterschiedlich großen Datenbasen wurde direkt durch die

Struktur des Speichermodells gelöst. Ein weiterer Vorteil, der bei der Konstruktion des Speichermodells bedacht wurde, ist die Möglichkeit, die Zeichenerkennungssoftware in einem ROM (Read Only Memory) zu speichern.

Implementierung und Anwendung

Ein weiterer Schritt zur Beschleunigung des Verfahrens stellte die Untersuchung spezieller Hardwarestrukturen zur parallelen Berechnung des Verfahrens dar. In einem ersten Schritt wurde der statische Teil des Verfahrens auf dem Assoziativprozessor AM³, der im Rahmen des Projektes „PROMETHEUS-PRO-CHIP“ an der Professur für Technische Informatik entwickelt wurde, implementiert. Neben der Demonstration der Funktionalität der assoziativen Hardware konnte die Parallelisierbarkeit der Basismethode durch assoziative Hardwarestrukturen gezeigt werden. Durch die Analyse der Ergebnisse wurde eine spezielle assoziative Speicherarchitektur gefunden, die den statischen Basalalgorithmus voll parallel berechnet.



ASI COMPUTER

ASI Easyline
 INTEL 486 DX2, 50 MHz,
 CPU 80387 integriert, 240 MB
 Festplatte, 4 MB RAM, 8 KB Cache,
 MS-DOS, Windows, MFII Tastatur,
 16 Bit VGA - 1MB, HD-Floppy,
 ASI-Maus **3499 DM**

MIRO C 17 T Monitor
 17 Zoll VGA Color Autoscans, 1280x1024 Pixel, Black Trinitron
 Flatscreen Bildröhre, Antireflex-Beschichtung, strahlungsarm
 nach MPR II, TÜV-Ergonomie geprüft! **2599 DM**


EPSON GT 6500 Scanner
 inkl. SCSI Interface, SCSI-Kabel ED-Scan für Windows, Picture
 Publisher LE, ED Read Demo **2999 DM**

Geickmann® computer
 In der Römerstadt 253/259
 6 Frankfurt/Praunheim
 Telefon 069-763409
 Telefax 069-7681971

Layout von Armin Schaefer

Alle Preise incl. 15 % Must und solange Vorrat reicht, Preisänderung und Irrtum vorbehalten.

WELCOME!




Macintosh LC II

<ul style="list-style-type: none"> • 4 MB RAM erweiterbar bis 10 MB • 80 MB Festplatte • 68030 Prozessor mit 16 MHz • 1,4 MB Superdrive • 14" Apple Trinitron Farb-Monitor • Apple Standard-Tastatur, Maus • Systemsoftware 7.1 deutsch • 1 Jahr Apple-Garantie weltweit 	<p>im Bundle mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • HandiWorks • Word 5.0 • Exel 4.0 • FileMaker Pro 2.0 	<p>StyleWriter II</p> <ul style="list-style-type: none"> • 360 dpi Thermo-Tintenstrahl • Graustufendruck • 39 TrueType-Schriften • Mehrfunktionsschacht
--	---	--

Erfragen Sie unsere Tagespreise zu den Sonderkonditionen für Studenten und Bildungseinrichtungen.


SYSTEMATICS



ABR Rhein-Main

Autorisierter Apple-Händler für Forschung und Lehre im Rhein-Main Gebiet

Weitere Produkte aus der Apple-Welt auf Anfrage.



AppleCenter

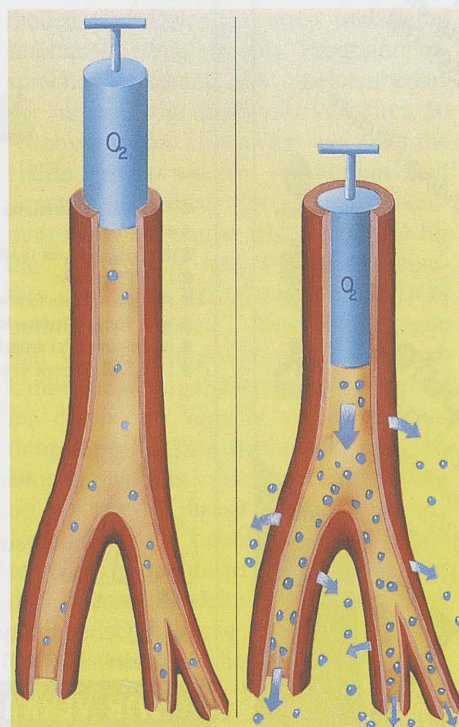
Alstraße 2 63450 Hanau	Tel. (0 61 81) 92 83-0 Fax (0 61 81) 92 83 15	Kreuzberger Ring 23 65205 Wiesbaden	Tel. (06 11) 70 02 05 Fax (06 11) 72 40 91
---------------------------	--	--	---

WIR VERKAUFEN APPLE – KEINE GURKEN

Sauerstoffüberdrucktherapie

Von Dieter Böhmer und Gerd Hoffmann

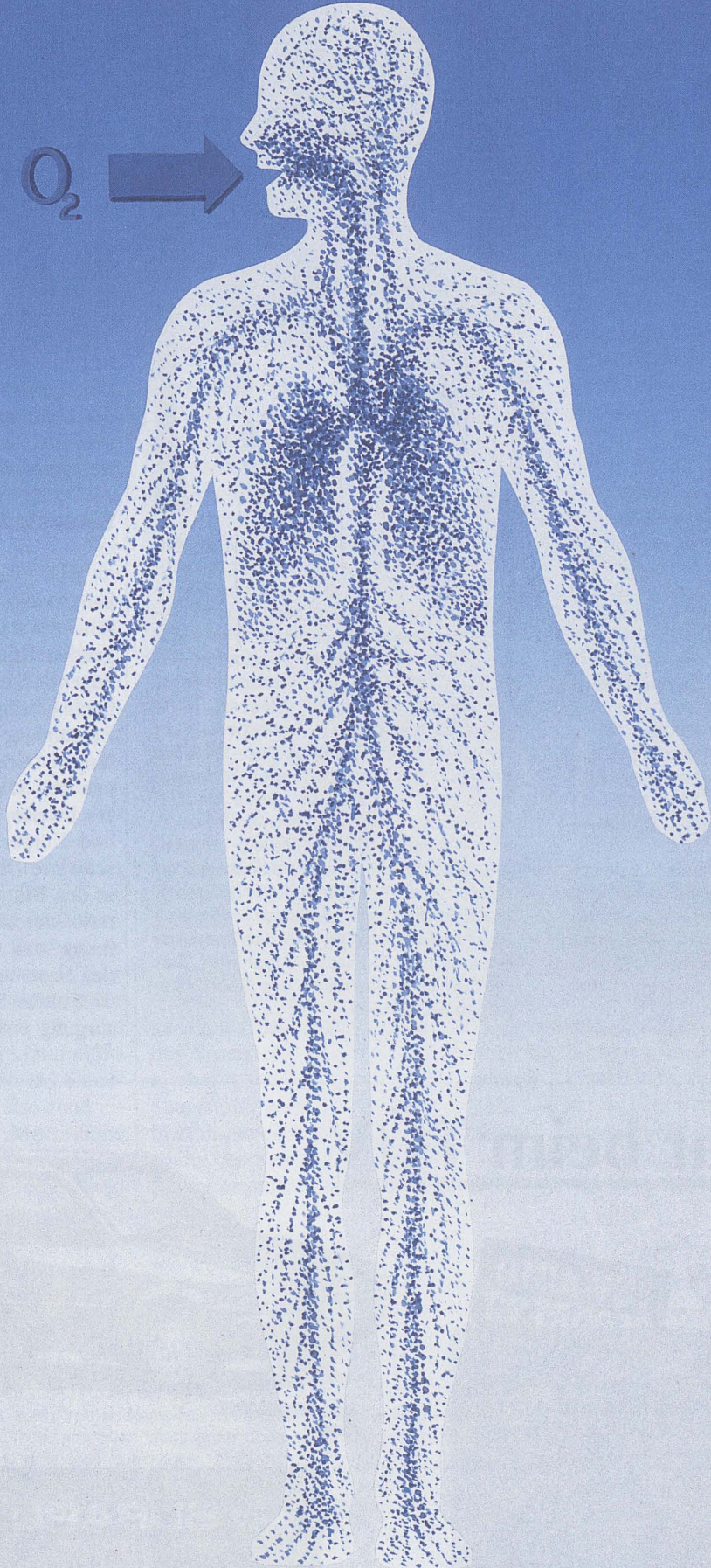
Die Sauerstoffüberdrucktherapie ist ein aus der Tauch- und Überdruckmedizin stammendes, international anerkanntes Behandlungsverfahren: In einer Überdruckkammer atmet der Patient Sauerstoff unter erhöhtem Druck ein. Dabei wird Sauerstoff unabhängig vom roten Blutfarbstoff vermehrt physikalisch im Blut gelöst, der Sauerstoffteil- druck steigt auf ein Mehrfaches an. Erkrankungen, bei denen ein Sauerstoffmangel eine wesentliche Rolle spielt, wie chronische Wunden, Durchblutungsstörungen der Beine oder Schlaganfall, können damit behandelt werden. Besonderheiten der Forschung im Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main sind zum einen die sportbezogenen Fragestellungen und zum anderen der Einsatz relativ niedriger Druckerhöhungen („sanfte Druckformen“) für klinische Anwendungen.



Sauerstoff ist für den Menschen lebensnotwendig: Sauerstoff wird in jeder Zelle zur Energiebereitstellung benötigt. Normalerweise gelangt genügend Sauerstoff von der eingeatmeten Luft bis zu jeder Körperzelle: Der Sauerstoff kommt über die feinsten Verzweigungen der Bronchien, die Lungenbläschen (Alveolen), ins Blut. Im Blut ist der Sauerstoff größtenteils an den roten Blutfarbstoff Hämoglobin der roten Blutkörperchen (Erythrozyten) gebunden; nur etwa 1,5 Prozent ist physikalisch im Blut gelöst, vergleichbar dem Kohlendioxid in einer geschlossenen Mineralwasserflasche.

Über das strömende Blut gelangt der Sauerstoff in den kleinsten Aufzweigungen des Blutkreislaufsystems, den Kapillaren, bis in die Nähe jeder zu versorgenden Körperzelle. Die letzte Wegstrecke von circa 0,05 Millimetern zwischen der blutgefüllten Kapillare und der zu versorgenden Körperzelle legt der Sauerstoff passiv zurück, d.h. ohne aktive

O_2





Professor Dr. Dieter Böhmer (63) ist von Hause aus Anaesthetist. Nach dem Medizinstudium in Erlangen und Denver/Colorado leitete er ab 1962 die entsprechende Abteilung der Orthopädischen Universitätsklinik Friedrichsheim. 1973 wurde er zum Professor für Anästhesie an der Universität Frankfurt berufen, seit 1974 ist er Vorsitzender des Sportärzterverbandes Hessen. Dem folgte vier Jahre später die Berufung auf den Lehrstuhl für Sportmedizin; 1984 entstand schließlich das Sportmedizinische Institut e.V.

Im Auftrag des Nationalen Olympischen Komitees und des Auswärtigen Amtes betreut er häufig Lehrgänge für Sportmediziner besonders in Afrika und Asien. Häufig kommen auch ausländische Ärzte an das Sportmedizinische Institut.

Dr. Gerd Hoffmann (39) studierte von 1972 bis 1979 Humanmedizin an der Universität Frankfurt. Während des Studiums war er Stipendiat der „Studienstiftung des Deutschen Volkes“. Für seine Promotion über Muskelphysiologie erhielt er 1980 den Carl-Oelemann-Preis der Landesärztekammer Hessen. Nach einer Weiterbildung in Sportmedizin an der Universität Frankfurt von 1979 bis 1980 und der anschließenden Weiterbildung zum Facharzt für Innere Medizin am Stadt Krankenhaus Offenbach war er an der Universität von 1986 bis 1992 Abteilungsleiter am Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main. Seit 1992 arbeitet er als Hochschulassistent im Bereich Sportmedizin des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Frankfurt. Seit 1989 ist er im Vorstand des Sportärzterverbandes Hessen.

transportierende Mechanismen und nur gemäß dem allgemeinen physikalischen Bestreben eines Gases, sich gleichmäßig zu verteilen (Diffusion): In der Kapillare ist der Sauerstoffdruck aufgrund des antransportierten Sauerstoffs höher als in der Körperzelle, in der ständig Sauerstoff verbraucht wird.

Das Sauerstoffdruckgefälle ist die treibende Kraft. Entsprechend ist der Sauerstoffdruck oft wichtiger als die absolute Sauerstoffmenge oder die relative Sättigung der roten Blutkörperchen mit Sauerstoff. Da auch noch andere Gase, vor allem Stickstoff, eingeatmet und im Blut und im Gewebe physikalisch gelöst werden und sich der Gesamtgasdruck stets gemäß der prozentualen Verteilung der Gase aus deren Teildrücken zusammensetzt, bezeichnet man den Sauerstoffdruck als Sauerstoffteildruck.

Sauerstoffmangel im Körper

Bei verschiedenen Erkrankungen kann es dazu kommen, daß das Druckgefälle von der Kapillare zu der zu versorgenden Körperzelle nicht ausreicht, genügend Sauerstoff an die Körperzelle heranzubringen: Dies kann z.B. durch Entzündungen des Gewebes mit Schwellungen (Ödemen) der Fall sein, bei denen der Sauerstoff eine verlängerte und erschwerte Strecke zwischen Kapillare und Körperzelle zurückzulegen hat (erschwerter Diffusion). Auch Verengungen in den Blutgefäßen, wie z.B. bei der Arteriosklerose, verlangsamen die Blutströmung und behindern und vermindern den Sauerstoffantransport.

Solche Störungen der Sauerstoffversorgung einer Gruppe von Körperzellen

Der Star beim TÜV

Der neueste TÜV Auto Report beweist: Der SUBARU Justy Allrad ist unter allen bis zu 3 Jahre alten Pkw einsame Spitze. 98% ohne erhebliche Mängel. Und nach 5 Jahren 96,5%. Argumente genug, um die Langzeitqualität des Justy einmal selbst zu testen. Unser Finanzierungsangebot wird Sie dabei überzeugen.

TÜV AUTO REPORT 92



Justy 1000/1200GII Allrad



SUBARU HÄUSLER

Brot vom Bäcker. SUBARU von Häusler.

Rainer Häusler GmbH, Hanauer Landstr. 208-216, 6000 Ffm 1
Telefon 069/44 80 73; Telefax 069/49 06 26

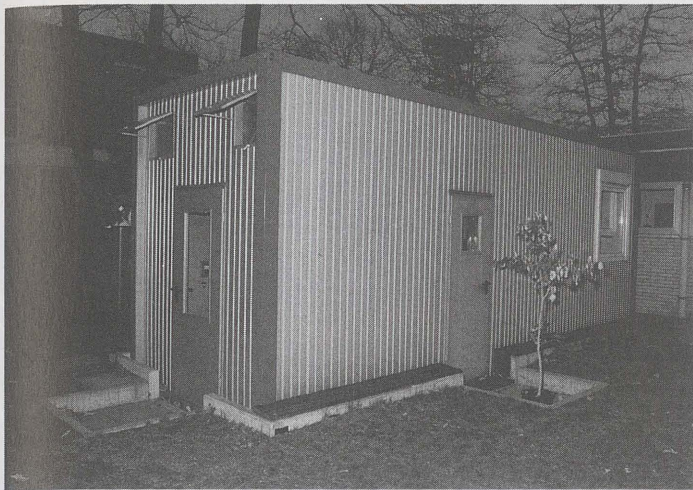


Abb. 1: Außenansicht der Mehrpersonen-Sauerstoffüberdruckkammer des Sportmedizinischen Instituts Frankfurt am Main.

oder eines Gewebebezirks liegen bei Durchblutungsstörungen der Beine (periphere arterielle Verschlusskrankheit) vor, bei denen die Betroffenen nur noch eine begrenzte Strecke ohne Unterbrechung gehen können. Wegen des Sauerstoffmangels setzen Schmerzen in der Wadenmuskulatur ein, so daß sie z.B. vor dem nächsten Schaufenster wieder stehenbleiben müssen (im Volksmund deshalb auch als „Schaufensterkrankheit“ bezeichnet). Ebenso kann ein Sauerstoffmangel bei so unterschiedlichen Erkrankungen wie Wundheilungsstörungen (z.B. chronischen, nicht abheilenden Unterschenkelgeschwüren), Wundinfektionen, großflächigen Verbrennungen, aber auch im Bereich eines durch eine Gefäßeinengung ausgelösten Hirninfarktes („Schlaganfalls“) bestehen.

Daß auch äußere Faktoren die Sauerstoffversorgung vermindern können, ist aus der Höhenmedizin bekannt: Je größer die Höhe im Gebirge, desto mehr nimmt das Sauerstoffangebot ab, und zwar infolge des sinkenden Gesamtluftdrucks bei unverändert hohem Sauerstoffanteil von 21 Prozent (also rund einem Fünftel). Während in Meereshöhe ein Luftdruck von etwa 1 Atmosphäre und somit ein Sauerstoffteildruck von

circa 0,2 Atmosphären herrscht, sind es in 5500 Metern Höhe nur noch rund 0,5 Atmosphären Gesamtluftdruck und damit auch nur noch 0,1 Atmosphäre Sauerstoffteildruck.

Erhöhung des Sauerstoffangebots

Die Beeinflussbarkeit der Sauerstoffversorgung von Körperzellen durch einen veränderten Sauerstoffteildruck in der Einatemluft kann man sich aber auch für Therapiezwecke zunutze machen: Wird der Sauerstoffteildruck in der Einatemluft erheblich erhöht (im Gegensatz zur Erniedrigung im Gebirge), so steigt der Sauerstoffteildruck im Blut und in den Kapillaren und damit das Druckgefälle, das den Sauerstoff selbst über erschwerte Gewebestrecken (Diffusionshindernisse) hinweg in die Körperzellen treibt.

Dieses Prinzip liegt der Sauerstoffüberdrucktherapie, der Hyperbaren Oxygenation HBO, zugrunde: Die Erhöhung des Sauerstoffs in der Einatemluft wird hierbei sowohl über das Atmen reinen Sauerstoffs anstelle von Luft erreicht – hiermit erzielt man circa eine Verfünffachung des Sauerstoffteildrucks (1 Atmosphäre anstelle von 0,2 Atmosphären) –

als auch durch eine Erhöhung des Gesamtluftdrucks in der Umgebung des Patienten. Wird der Gesamtluftdruck z.B. auf das 1,5fache des Normaldrucks (1,5 Atmosphären anstelle 1 Atmosphäre, auch als Atmosphären absolut ATA bezeichnet) erhöht, steigt der Sauerstoffteildruck auf das 1,5fache und somit insgesamt auf das circa 7,5fache gegenüber normalen Lebensbedingungen (etwa in Meereshöhe, wie z.B. in Frankfurt).

Die Sauerstoffüberdrucktherapie wird in Einmann- oder Mehrpersonen-Sauerstoffüberdruckkammern durchgeführt. Bei Mehrpersonenkammern wird das Kammerinnere mit normaler Luft unter erhöhten Druck gesetzt, und die Patienten atmen den reinen Sauerstoff über die Maske.

Das Sportmedizinische Institut Frankfurt am Main verdankt seine seit 1988 bestehende 6-Personen-Sauerstoffüberdruckkammer (Abb. 1-4) dem Engagement des 1992 verstorbenen gebürtigen Frankfurters Dr. med. h.c. Erwin Braun [2] und der Schweizer Vinzenz-von-Paul-Stiftung. Die rechteckige, an ein kleines Zimmer erinnernde Innenform der Kammer (Abb. 1-4, gut in den Abbildungen 3 und 4 erkennbar) ist gegenüber der sonst oft zu findenden Röhrenform psychologisch besonders günstig, da sie weniger leicht das Gefühl des Eingesperrtseins (Klaustrophobie) aufkommen läßt.

Erste Frankfurter Untersuchungen an Sporttreibenden

Während ein großer Teil der bisher weltweit mehr als 20.000 Veröffentlichungen über die Sauerstoffüberdrucktherapie sich mit der Behandlung von Erkrankungen beschäftigt [Übersichtswerke: 6, 12], wurde ein erster Forschungsschwerpunkt im Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main – den institutstypischen Tätigkeitsfeldern entspre-

Stadt
Schwalbach am Taunus

Ein Ziel, das man gut erreichen kann

Schwalbach am Taunus, weit hinaus über die Grenzen des Landes bekannt, ist mit seiner Limes-Wohnstadt noch immer Modellfall einfallsreicher Gestaltung moderner Stadtwohnlandschaft. Trotzdem: Hier "steht auch noch die (historische) Kirche mitten im Dorf!" Und dort soll sie auch bleiben. Denn kopflose Kirchturmpolitik war noch nie Schwalbachs und seiner Bürger Sache. Wenn Sie Schwalbach am Taunus als Ziel anpeilen, dann fragen Sie uns. Wir informieren Sie gerne über unsere Stadt und die Politik, die man hier für die Bürger macht.

Der Magistrat der Stadt Schwalbach am Taunus,
Büro Öffentlichkeitsarbeit,
Marktplatz 1 - 2, 6231 Schwalbach am Taunus,
Tel. (0 61 96) 804 194 oder 804 131, Fax (0 61 96) 15 32



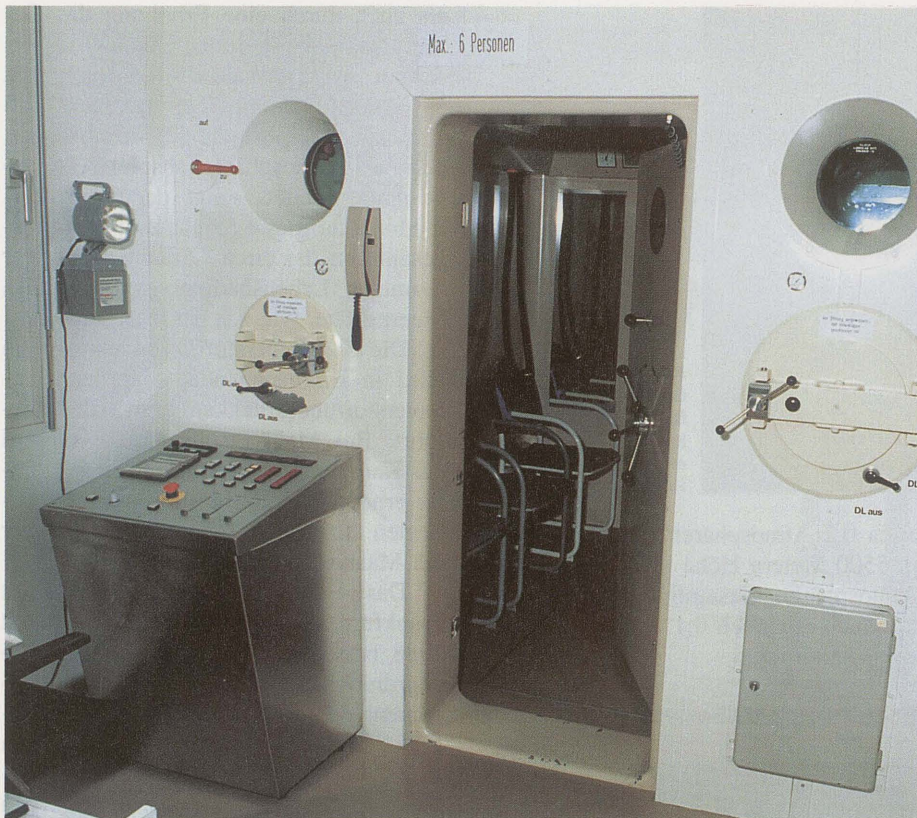


Abb. 2: Blick vom Steerraum (mit Bullaugen und Materialschleusen) durch die geöffnete Eingangstür ins Innere der Mehrpersonen-Sauerstoffüberdruckkammer des Sportmedizinischen Instituts Frankfurt am Main.



Abb. 3: Patienten mit Atemmasken in der Mehrpersonen-Sauerstoffüberdruckkammer des Sportmedizinischen Instituts Frankfurt am Main (klinische Anwendung).

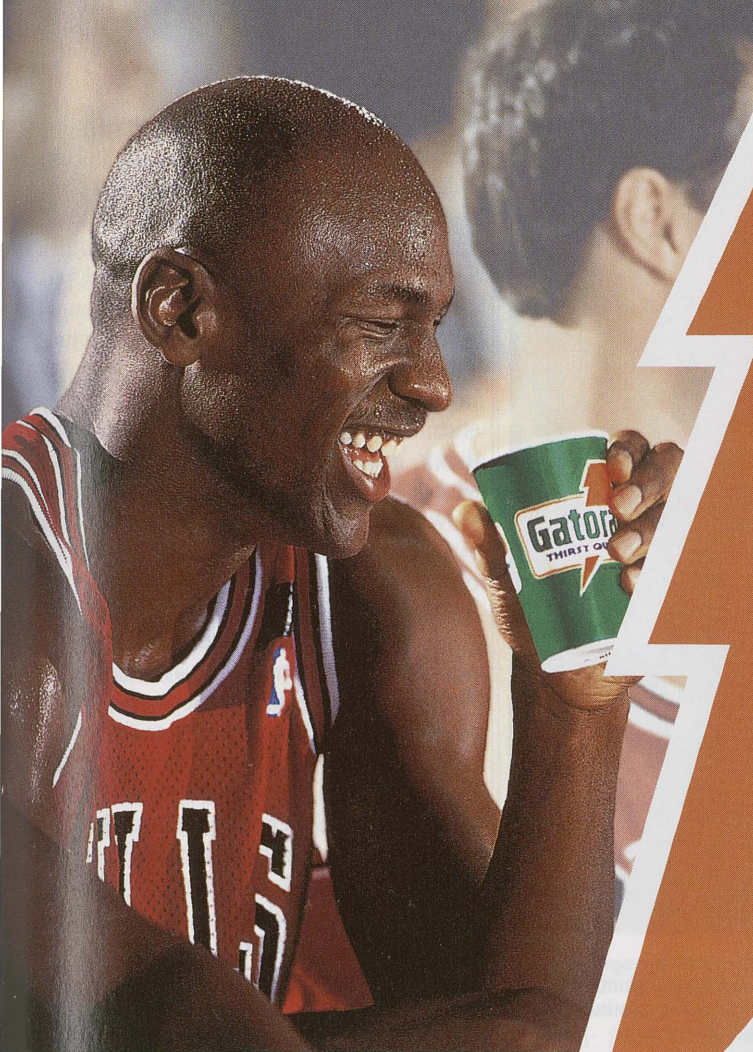
chend – auf den Fragenbereich gelegt, ob und inwieweit eine Sauerstoffüberdrucktherapie die Regeneration nach einer starken, erschöpfenden sportlichen Belastung verbessern kann [8].

Der menschliche Organismus benötigt nach einer solchen Belastung einige Stunden bis Tage Zeit, bis er wieder voll leistungsfähig ist. Während dieser Zeit werden mit Hilfe von Sauerstoff Zellsubstanzen aufgebaut (Wiederherstellungsvorgänge) und „Stoffwechselschlacken“, z.B. Milchsäure (Laktat), die sich bei sportlicher Belastung in der Muskulatur und auch im Blut anhäufen, abgebaut. Deshalb war die Frage berechtigt, ob ein verbessertes Sauerstoffangebot mittels einer Sauerstoffüberdrucktherapie diese Regenerationsvorgänge beschleunigen kann.

Obwohl Sportler berichteten, daß sie sich nach einer erschöpfenden Belastung und darauffolgender Sauerstoffüberdrucktherapie von ihrer Muskulatur her wieder besser, leichter, lockerer fühlten als ohne anschließende Sauerstoffüberdrucktherapie, wurde in unserer Untersuchung (randomisierte Blindstudie, Sauerstoff/Luft, 1,5 ATA, 30 Minuten) kein Unterschied bezüglich der Leistungsfähigkeit von Radrennfahrern während der Regeneration gesehen. Es ergab sich kein objektivierbarer Vorteil in der Regeneration nach sportlicher Belastung bei gesunden Sportlern [7, 10]. Das Ergebnis wurde auch durch eine weitere Studie bestätigt. Eine Sauerstoffüberdrucktherapie in der dargestellten Form bewirkt auch keine nennenswerten Veränderungen der Variablen des Eisenstoffwechsels [10]. Bei einem gesunden Sportler scheint die Wiederherstellung nach starker sportlicher Belastung – zumindest unter den von uns untersuchten Bedingungen – nicht durch eine Sauerstoffüberdrucktherapie verbesserbar zu sein, offensichtlich ist das Sauerstoffangebot beim Gesunden nicht der begrenzende Faktor für die Regeneration: „Auch eine Sauerstoffüberdrucktherapie macht einen Gesunden nicht noch gesünder.“

Beleg der Wirksamkeit der Sauerstoffüberdrucktherapie

Daß die Sauerstoffüberdrucktherapie technisch korrekt und effektiv durchgeführt wurde und vor allem auch, daß das vermehrte Sauerstoffangebot in der Einatemluft auch tatsächlich das Sauerstoffangebot im Körper verbessert, konnte durch begleitende Messungen des Sauerstoffteildrucks im Blut mittels Blutgasanalyse (Blutentnahme von weniger als



Wenn der Wettkampf

HART

ist oder das Training

ANSTRENGEND

dann

BRAUCHT

der Körper

GATORADE,

um Bestleistung zu bringen.

Ob beim Training oder im Wettkampf – du setzt dir Ziele. Um diese Ziele zu erreichen, braucht der Körper jede Chance, die ihm Bestleistung ermöglicht. Und das ist sicher nicht nur eine Frage der Schuhe ... Besonders bei körperlicher Aktivität verliert man Wasser. Dieser Flüssigkeitsverlust vermindert die Blutmenge und beeinflusst damit den Herzschlag, die Schweißmenge und die Körpertemperatur. Kurz: Flüssigkeitsverlust kann die Leistung stark beeinträchtigen. Und genau deshalb braucht der Körper Gatorade! 25 Jahre wissenschaftliche Forschung für Gatorade sichern die Erkenntnis, daß dieses Getränk dabei hilft, Höchstleistungen

zu erbringen. Durch die spezielle Zusammensetzung von Flüssigkeit, Elektrolyten und Kohlehydraten wird Gatorade blitzschnell vom Körper absorbiert. Und die Kohlehydrate sorgen dafür, daß der Blutzuckerspiegel und damit auch die Energiereserven stabil bleiben. Darüber hinaus beweisen auch zahlreiche Untersuchungen, daß die Aufnahme von Kohlehydraten während des Sports die Leistung verbessert. Keine Behauptung, sondern Tatsache: Gatorade hilft dir dabei, deine Bestleistung zu erzielen.



Gatorade flüssig gibt es auch in den Geschmacksrichtungen

Gatorade. Geht tiefer als der Durst.

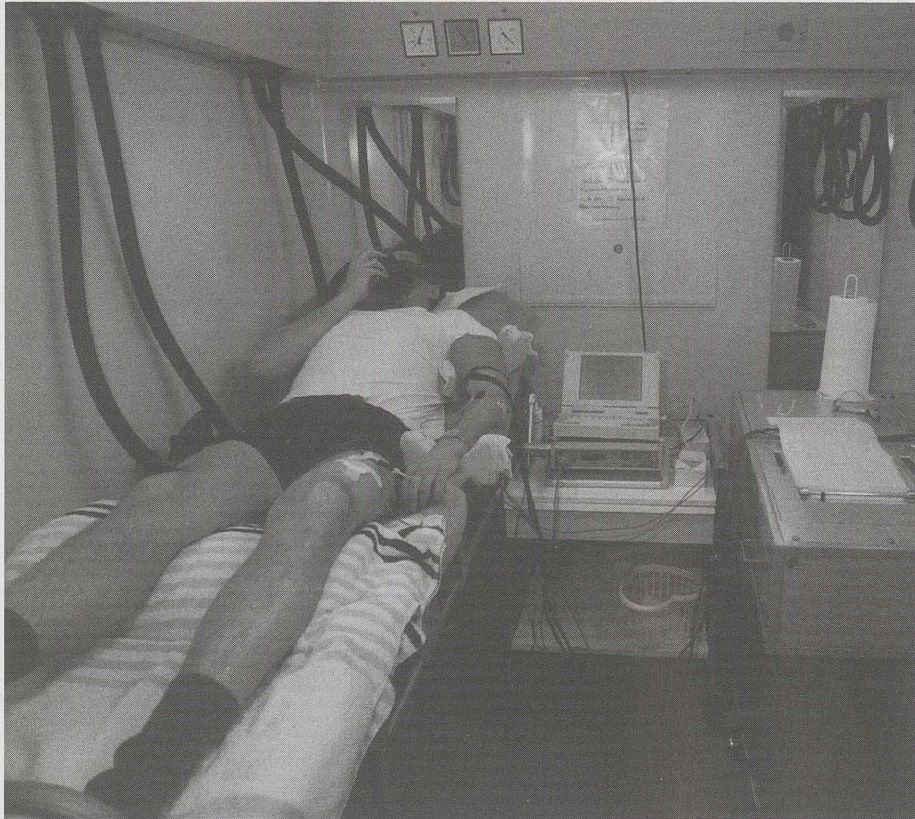


Abb. 4: Sportler mit Atemmaske, Sauerstoffteildruckmeßsonde im linken Oberschenkel, Umfangs-/ Dehnungsmeßeinrichtung am linken Arm sowie Sauerstoffteildruckmeßgerät in der Bildmit-

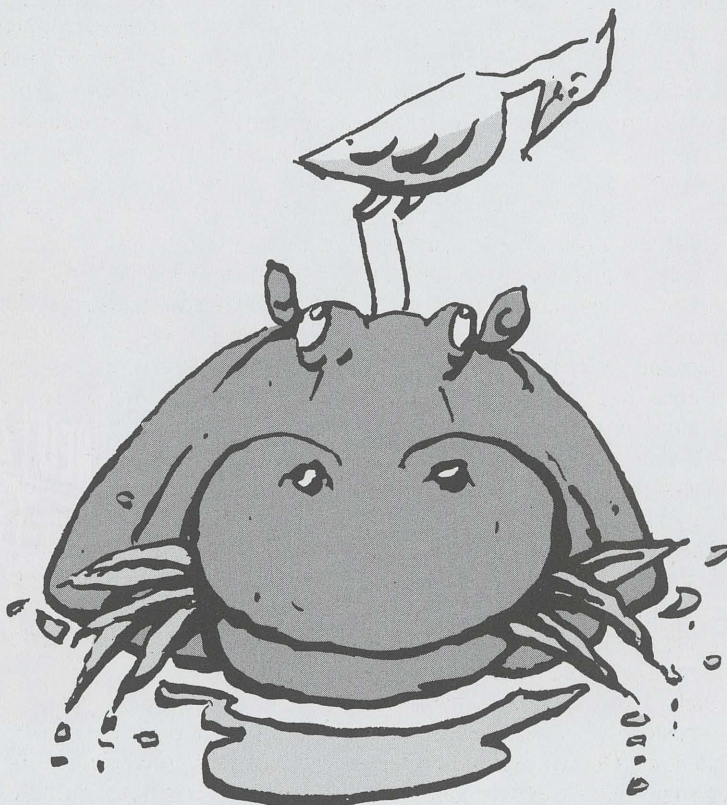
te und Venenverschlußplethysmographiegerät rechts in der Mehrpersonen-Sauerstoffüberdruckkammer des Sportmedizinischen Instituts Frankfurt am Main (Grundlagenforschung).

0,1 Milliliter Blut aus dem mittels Salbe vermehrt durchbluteten Ohrläppchen) belegt werden. Bei der Gruppe mit Sauerstoffüberdrucktherapie war während der Überdrucktherapie ein Anstieg des Sauerstoffteildrucks etwa auf das Dreieinhalbfache gegenüber dem Ausgangswert meßbar – wobei aus meßtechnischen Gründen (Blutentnahme unter erhöhtem Druck in der Kammer, Laborbestimmung der Blutprobe unter Normaldruck außerhalb der Kammer) der tatsächliche Anstieg sogar noch größer ist –, während in der Vergleichsgruppe nur ein Anstieg etwa auf das 1,35fache (durch die Druckerhöhung bedingt) erfolgte (Abb. 5).

In zusätzlichen Untersuchungen an einzelnen Sportlern (Abb. 4) konnte zudem mittels sehr feiner biegsamer Stichelektroden (Außendurchmesser 0,35 Millimeter, dünner als die feinsten handelsüblichen Kanülen) gezeigt werden, daß sich unter einer Sauerstoffüberdrucktherapie auch der Sauerstoffteildruck z.B. in der Oberschenkelmuskulatur vervielfacht.

Für die begleitende Grundlagenforschung wurden neben den Messungen von Blutgaswerten und direkten Messungen des Sauerstoffteildrucks in der Oberschenkelmuskulatur unter verschiedenen

Das Systemhaus der Großen mit dem Service im Kleinen



BITservice. Im Rhein-Main-Gebiet einer Ihrer größten Systemhaus-Partner im Bereich "Lehre und Forschung" für Personal Computer Systeme und RISC-Workstations sowie alle PC Dienstleistungen.



BITservice Rhein/Main GmbH
Lyoner Str. 36 · 60528 Frankfurt
Telefon 0 69 / 6 64 02 - 0
Telefax 0 69 / 6 64 02 - 1 55

BITservice
SERVICE AUF DEM PUNKT

hohen Umgebungsdrücken in der Überdruckkammer sowie mit und ohne Atmung reinen Sauerstoffs auch Messungen der Blutdurchströmung von Gliedmaßen mit unblutigen Methoden durchgeführt: Bei dieser „Venenschlußplethysmographie“ kann mittels elektronisch feiner Umfangsmessung z.B. am Arm bei einer nur schwach aufgepumpten Blutdruckmanschette am Oberarm auf die Blutdurchströmung des Arms geschlossen werden (Abb. 4). Mit dieser Methode konnte z.B. der im Grundsatz bereits bekannte Effekt belegt werden, daß sich unter dem vermehrten Sauerstoffangebot einer Sauerstoffüberdrucktherapie – durch Magnesiumgaben beeinflussbar – die Blutgefäße verengen und damit die Durchblutung vermindert. Die direkten Messungen des Sauerstoffteildrucks in der Muskulatur belegen jedoch, daß bei der Sauerstoffüberdrucktherapie die Erhöhung des Sauerstoffteildrucks die anderen Effekte im Regelfall bei weitem überwiegt und damit die Sauerstoffüberdrucktherapie das Sauerstoffangebot im Gewebe effektiv erhöht [1].

Da der zum Teil eher unerwünschte Effekt der Engerstellung von Blutgefäßen bei höheren Drücken im Vergleich zu niedrigeren Drücken zunimmt, kann dies als eines der Argumente dienen, bei der Behandlung einer Reihe von Erkrankungen mit der Sauerstoffüberdrucktherapie den Druck nur mäßig zu erhöhen. Dies entspricht dem von uns im Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main praktizierten Vorgehen, wie es schon vor Jahren unter dem Begriff „sanfte Druckformen“ von dem verstorbenen Dr. med. h.c. Erwin Braun [2] angeregt und z.B. von Professor Dr. med. Bernd Fischer [6] in Klausenbach/Schwarzwald angewendet wird.

Klinische Anwendungen

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es nur circa 10 bis 15 Sauerstoffüberdruckkammern im Vergleich zu jeweils 300 Kammern in Japan und in den USA sowie einer noch höher geschätzten Zahl im Gebiet der ehemaligen Sowjetunion [3]. Deswegen haben wir unsere Kammer von Anfang an auch für die klinische Therapie in Zusammenarbeit mit der Hals-Nasen-Ohren-Klinik und der Hautklinik der Universität Frankfurt sowie niedergelassenen Ärzten genutzt. Auch diese klinischen Anwendungen, die auf weltweiten Erfahrungen und persönlichen Kontakten vor allem mit japanischen und amerikanischen Fachkollegen basieren [vgl. 7, 10, 11], werden wissenschaftlich begleitet:

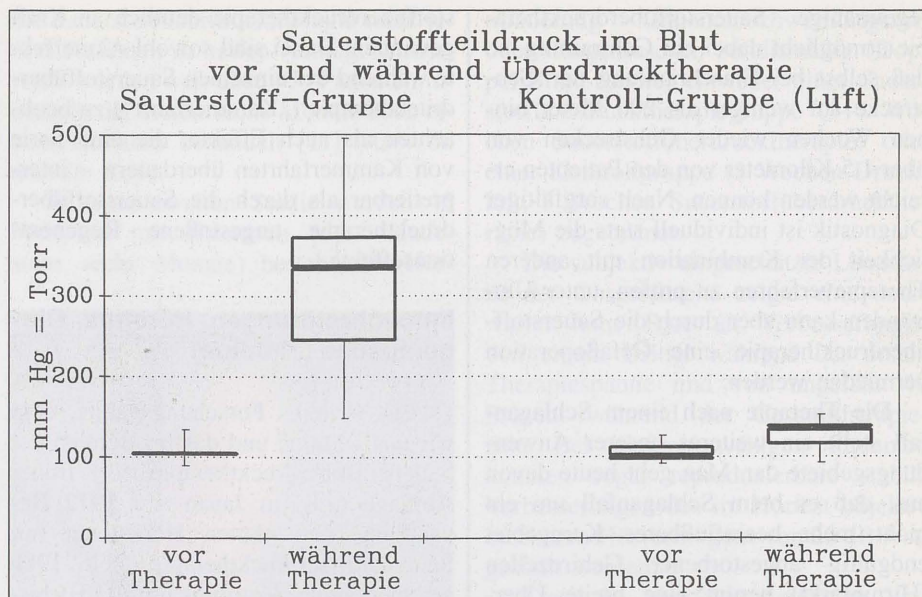


Abb. 5: Sauerstoffteildruck im Blut vor und während einer Überdrucktherapie bei Sauerstoffatmung (Sauerstoffüberdrucktherapiegruppe, n=18) und bei Atmung von Luft (Kontrollgruppe, n=12) von Senioren-Radrennfahrern. Jede Box stellt die mittleren 50 Prozent aller Werte dar (Bereich von der 25%- bis zur 75%-Perzentile), die waagrechte Linie in jeder Box repräsentiert den mittelsten Wert (Median), die senkrechten Linien reichen bis zum kleinsten beziehungsweise größten Wert (Minimum oder Maximum).

Wundheilungsstörungen

Ein wichtiger Bereich ist die Anwendung bei chronischen Wundheilungsstörungen: Bei chronischen Durchblutungsstörungen durch Einengungen der die Beine versorgenden Schlagadern (Arterien), bei Abflußstörungen im Bereich der Venen mit stauungsbedingten Schädigungen der Haut und bei bestimmten anderen Erkrankungsfällen (z.B. kindlähmungsbedingte Einsteifung des Sprunggelenks mit Minderung der Wadenmuskulatur und der sonst hiervon ausgeübten Pumpfunktion für den Blutfluß in den Venen) wurde die Sauerstoffüberdrucktherapie von uns mit Erfolg eingesetzt [3, 4, 9].

Die Sauerstoffüberdrucktherapie kann ansonsten als nicht mehr therapierbar geltende Unterschenkelgeschwüre mit Sauerstoffmangel oder andere chronische Wunden günstig beeinflussen: Reparaturmechanismen, der Aufbau von Bindegewebssubstanz (Kollagen) und die Neubildung von Gefäßen (Neovaskularisation), die Deckung von Wunden mit der obersten Gewebeschicht (Epithelialisierung) und die Funktion der Freßzellen, (Phagozyten) werden verbessert. Der Sauerstoff wirkt direkt gegen Bakterien und indirekt über die Freßzellen. Weil sich die Gefäße engerstellen (Vasokonstriktion), geht die Gewebeswellung zurück. Über diese Mechanismen können bestehende Wundinfektionen überwunden, die Geschwürgröße verkleinert oder sogar das Geschwür ganz zum Abheilen gebracht werden.

Ein Beispiel für die mittels Sauerstoffüberdrucktherapie erreichte völlige Abheilung eines zuvor trotz Therapie über Monate bestehenden Geschwürs (Pyoderma gangraenosum) zeigen die Abbildungen 6a und 6b, S.36 [4]. Auch eine binnen Tagen trotz antibiotischer Therapie sich rasch ausbreitende hochfieberhafte (40°C) bedrohliche Infektion mit Blasenbildung und Geschwüren („nekrotisierendes, zum Teil bullöses Erysipel, staphylokokkeninduzierte phlegmonöse Weichteilinfektion“) in der Haut und den angrenzenden Weichteilen eines Beines bei einem 39jährigen Patienten mit einer chronischen Bindegewebskrankung (Sklerodermie) konnte in wenigen Tagen gebessert und innerhalb von sieben Wochen fast völlig abgeheilt werden (Abb. 7a und 7b, S.37). Nach weiteren drei Wochen Sauerstoffüberdrucktherapie wurde die Behandlung erfolgreich abgeschlossen.

Eine besondere und erfolgreiche Forschungsfragestellung war die zuvor weltweit noch nicht praktizierte Verknüpfung der Sauerstoffüberdrucktherapie mit einer sehr gut verträglichen, wasserfiltrierten Ultrarot-A-Strahlung (Wärmestrahlung) zur Behandlung von chronischen Unterschenkelgeschwüren [9].

Periphere arterielle Verschlusskrankheit

Ein weiteres Einsatzgebiet der Sauerstoffüberdrucktherapie ist die periphere arterielle Verschlusskrankheit der Beine auch ohne bestehende Geschwüre: Die

regelmäßige Sauerstoffüberdrucktherapie ermöglicht dabei ein Gehtraining, so daß selbst bei Einschränkung der Gehstrecke auf weniger als 200 Meter binnen Wochen wieder Gehstrecken von über 1,5 Kilometer von den Patienten erreicht werden können. Nach sorgfältiger Diagnostik ist individuell stets die Möglichkeit der Kombination mit anderen Therapieverfahren zu prüfen, unter Umständen kann aber durch die Sauerstoffüberdrucktherapie eine Gefäßoperation vermieden werden.

Die Therapie nach einem Schlaganfall stellt ein weiteres unserer Anwendungsgebiete dar. Man geht heute davon aus, daß es beim Schlaganfall um ein nicht mehr beeinflussbares Kerngebiet endgültig abgestorbener Gehirnzellen (Hirninfarkt) herum eine breite Übergangszone (Penumbrazone) geschädigter und funktionsgestörter Zellen gibt. Sie können unter optimalen Bedingungen – d.h. auch optimal mit Sauerstoff versorgt – wieder entscheidend in ihrer Funktion verbessert werden [6]. Mit dieser Modellvorstellung ist es erklärbar, daß Patienten nach einem Schlaganfall, z.B. mit Teillähmungen in Form von ausgeprägten Kraftminderungen eines Armes und eines Beines, unter einer Sauer-

stoffüberdrucktherapie deutlich an Kraft gewinnen: Dabei sind sowohl Akuteffekte während der einzelnen Sauerstoffüberdrucktherapie („Kammerfahrt“) zu beobachten als auch Effekte, die eine Serie von Kammerfahrten überdauern – interpretierbar als durch die Sauerstoffüberdrucktherapie angestoßene Regenerationseffekte.

Innenohrstörungen, Hörsturz, Ohrgeräusche (Tinnitus)

Ein weiteres Forschungsgebiet, dem wir uns widmen und das im Bereich der Sauerstoffüberdrucktherapie trotz früher Anfänge (z.B. in Japan seit 1972 Behandlung von akuten Hörstürzen mit Sauerstoffüberdrucktherapie, seit 1986 als anerkannte Akutindikation [13]) bisher weltweit weniger bearbeitet wurde, stellt die Überdrucktherapie bei Innenohrstörungen dar: besonders beim akuten Hörsturz (akute Hörminderung im Sinne der Innenohrschwerhörigkeit) mit oder ohne zusätzlichen Ohrgeräuschen (Tinnitus), bei chronischen Zuständen nach Hörsturz sowie sich allmählich entwickelnden Hörminderungen oder Ohrgeräuschen (Forschung Frankfurt, Nr. 4/1991 [5]).



Abb. 6a und 6b: Unterschenkelgeschwür (Pyoderma gangraenosum) einer 37jährigen Patientin mit einem Morbus Crohn (chronische Dünndarm-entzündung): Vor Beginn der Sauerstoffüberdrucktherapie (Abb 6a). Völlige Abheilung (auch über Monate hin stabil bleibend) nach nur 10 Sauerstoffüberdrucktherapien und Weiterführung der übrigen hautärztlichen Therapie (Abb. 6b).



Forschungsfragestellungen waren, inwieweit die Sauerstoffüberdrucktherapie mehr Effekte als die bisherigen klassischen Therapieverfahren mit durchblutungsfördernden Medikamenten und Infusionen (zur „Blutverdünnung“, zur Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes und zur Gefäßweitstellung) erzielen kann und ob sie insbesondere auch bei Patienten noch Verbesserungen

Dr. rer. nat. Ronald Dehmlow/
Marie-Theres Jungmann

Ozon-Sauerstoff-Therapien

Praxis, Klinik und wissenschaftliche Grundlagen

Ca. 200 Seiten, ca. DM 68,-
ISBN 3-7760-1333-8

Das Buch gibt eine objektive und übergreifende Darstellung der Ozontherapien. Der aktuelle Stand der wissenschaftlichen Forschung wird für den Einsteiger wie für den erfahrenen Anwender übersichtlich und klar dargestellt. Ein Band der neuen Lehrbuchreihe „Naturheilverfahren“.

Außerdem zum Thema erschienen:

Rilling, Prof. Dr. med. Siegfried, und Viebahn,
Dr. rer. nat. Renate

Praxis der Ozon-Sauerstoff-Therapie

Ein Informations- und Arbeitsbuch.

3., überarbeitete Auflage. 199 Seiten,
38 Abbildungen, 4 Tabellen, kart., DM 47,50

ISBN 3-88463-130-6



Karl F. Haug Verlag · Heidelberg

bewirkt, bei denen die bisherigen Behandlungsverfahren bereits erfolglos angewandt wurden.

Hierzu wurden in Zusammenarbeit mit der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik [5, 11] ausschließlich Patienten mit einem akuten Hörsturz (mit oder ohne Tinnitus) und erfolgloser klassischer Therapie (stationäre Behandlung mit Hydroxyethylstärke, Pentoxifyllin und Cortison) in eine erste Studie einbezogen: Die ersten 20 Patienten wurden zufallsmäßig einer Sauerstoffüberdrucktherapiegruppe (10-20 Therapieeinheiten à 45 Minuten bei 1,5 ATA mit Atmen reinen Sauerstoffs) oder einer unbehandelten Kontrollgruppe zugeordnet. Bei einer Gehörprüfung drei Monate nach dieser Therapie zeigte die Sauerstoffüberdrucktherapiegruppe im Mittel eine Hörverbesserung gegenüber einem unveränderten Hörvermögen in der Kontrollgruppe sowie zu 60 Prozent gegenüber 30 Prozent eine Besserung in der subjektiven Einschätzung der Ohrgeräusche. Eine nach Ablauf der drei Monate nachträglich auch bei der Kontrollgruppe durchgeführte Sauerstoffüberdrucktherapie („Spättherapie“) brachte noch leichte Verbesserungen der Ohrgeräusche bei einem Teil der Patienten, aber keine Hörverbesserung [11].

Da eine frühe Sauerstoffüberdrucktherapie am effektivsten war, wurden alle weiteren Patienten der Studie – nach erfolgloser klassischer Therapie – umgehend mit der Sauerstoffüberdrucktherapie behandelt: Die Auswertung der ersten 47 Patienten dieser Studie zeigt klare Vorteile einer „Akuttherapie“ binnen drei Monaten (36 Patienten) gegenüber einer „Spättherapie“ (11 Patienten): Eine Verbesserung des im Hörtest gemessenen Hörvermögens (Mittelwert aus 4 Tonhöhen = Frequenzen) von mehr als 10 dB (Lautstärkemaß) wurde bei 25 Prozent gegenüber 0 Prozent und eine Verbesserung der Ohrgeräusche bei 64 Prozent gegenüber 27 Prozent beobachtet [11].

Innerhalb der Akuttherapiegruppe waren die Erfolge bei den Patienten am günstigsten, bei denen so schnell wie möglich nach dem akuten Hörsturz die Sauerstoffüberdrucktherapie einsetzte. Mit der Sauerstoffüberdrucktherapie kann sich der Zustand also selbst bei einigen aus der Gruppe der ansonsten nicht mehr therapierbaren Patienten noch bessern. Da nicht alle Hörstörungen und Ohrgeräusche durch einen Sauerstoffmangel bedingt sind und im Einzelfall oft auch nach eingehender Untersuchung durch den Hals-Nasen-Ohren-Arzt keine Einzelursache benannt werden kann, ist es verständlich, daß auch

die Sauerstoffüberdrucktherapie nicht jedem Patienten zu helfen vermag. Mittlerweile wurden weit über 100 Patienten innerhalb der ersten sechs Monate nach einem Hörsturz behandelt [11] (Abb. 8a und 8b, S.39).

In einer zweiten Studie wurden 45 Patienten mit chronisch (d.h. mindestens sechs Monate) bestehender Hör-



Abb. 7a und 7b: Sich binnen weniger Tage und trotz Antibiotikatherapie ausbreitende hochfieberhafte (40°C) Infektion mit Blasenbildung und Geschwüren in der Haut und den angrenzenden Weichteilen des rechten Beines bei einem 39jährigen Patienten mit chronischer Bindegewebskrankung (Sklerodermie): Vor Beginn der Sauerstoffüberdrucktherapie (Abb. 7a). Nach sieben Wochen (25 Sauerstoffüberdrucktherapien) (Abb. 7b).



minderung (Innenohrschwerhörigkeit) oder Ohrgeräuschen zufallsmäßig (Doppel-Blind-Studie) entweder einer Sauerstoffüberdrucktherapiegruppe (3+3 Wochen Sauerstoffüberdrucktherapie) oder einer Kontrollgruppe (3 Wochen Druckluft, 3 Wochen Sauerstoffüberdrucktherapie) zugeordnet.

Die subjektiv eingeschätzte Lautstärke der Ohrgeräusche zeigte eine unerwartet hohe Rate an Verbesserungen von einem Drittel während der ersten Therapiespanne und von ungefähr 40 Prozent während der Gesamttherapiezeit. Bei einigen wenigen Patienten konnten sogar reproduzierbare stabile Verbesserungen des im Hörtest objektiv meßbaren Hörvermögens von 20 dB festgestellt werden.

Trotz des sorgfältig geplanten Versuchsdesigns ist die Interpretation der Ergebnisse schwieriger als bei den eindeutigen Therapieerfolgen in der ersten Studie („Akutpatienten“) und eine Differenzierung zwischen Placeboeffekt, reinem Druckeffekt und Sauerstofftherapieeffekt derzeit noch nicht möglich, auch wenn einige Argumente für die Wirksamkeit der Sauerstoffüberdrucktherapie selbst bei Patienten mit chronischen Hörminderungen oder Ohrgeräuschen sprechen.

Gleichfalls in diese Richtung gehen von uns bereits vor Beginn der zweiten Studie immer wieder gemachte Einzelbeobachtungen, daß sogar jahrelang bestehende Ohrgeräusche (zum Teil auch Hörminderungen) durch Sauerstoffüberdrucktherapie noch gebessert werden können, Beobachtungen, die zwischenzeitlich von anderen Sauerstoffüberdruckbehandlungszentren auf einer Hals-Nasen-Ohren-ärztlichen Tagung am 5. Februar 1993 in Frankfurt bestätigt wurden. Tendenziell am günstigsten erscheinen die Erfolgsaussichten aber, je früher nach Beginn der Hörminderung oder der Ohrgeräusche mit der Therapie begonnen wird.

Voraussetzungen für eine Sauerstoffüberdrucktherapie

Alle Patienten, die eine Sauerstoffüberdrucktherapie erhalten sollen, müssen eingehend ärztlich voruntersucht werden: Dies dient der Entscheidung, ob eine durch Sauerstoffüberdrucktherapie behandelbare Erkrankung vorliegt (Indikationsstellung) oder ob den Beschwerden eine Ursache zugrunde liegt, die mit einem ganz anderen Therapieverfahren zu behandeln ist (wie eine Operation eines Hörnervtumors, eines Akustikusneurinoms).

Unser Original.



Kelterei Possmann KG · 6000 Frankfurt/M.-Rödelheim · Telefon 069/78 99 04-0

Das Original von Possmann:

Frau Rauscher

Naturtrüber Speierling Apfelwein

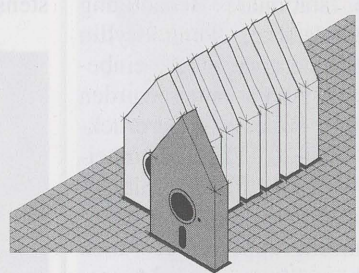
Nur ausgesuchte, herb-würzige Landapfelsorten aus unseren heimischen Mittelgebirgen werden für den Frau Rauscher Speierling gekeltert. Seinen kernig-kraftigen Geschmack erhält er durch die kleine birnenförmige Speierling-Frucht. In den tiefen Sandsteinkellern der Familienkelterei Possmann in Frankfurt reift er zu einem unverwechselbaren Original heran. Einer naturtrüben, bekömmlichen Köstlichkeit, die so herzhaft urig ist, wie Frankfurter Originale ihr „Stöffche“ lieben. Auf Ihr Wohl!

POSSMANN

Ganz vorn mit dabei

AVA. Routiniertes Programm für alle Bereiche der Ausschreibung, wahlweise als GAEB- oder ASTRA-Version (Hoch- und Tiefbau), modular aufgebaut, bedienerfreundlich, praxisnah.

Programm AVA von ARCHITEXT



BAU-SOFTWARE FÜR ERSTE HÄUSER

ARCHITEXT
ARCHITEXT

Informieren Sie sich auch über die ARCHITEXT-Programme:

- KOSTEN
- NETZPLAN
- RAUMBUCH
- DATENAUSTAUSCH
- Tabellenkalkulation
- DBD/R&A
- SPLIT
- ADRESSEN

Software GmbH · 6109 Mühlthal · In der Mordach 1A
Tel. 061 51/94 76-0 · Fax 061 51/5 43 91

Druckkammern für die HBO Therapie - von ...

SAUTER

Sauter AG, CH-8583 Sulgen

Die Sauter AG ist ein 70-jähriges, international tätiges Familienunternehmen. Mit ihren Tochtergesellschaften in Deutschland, Holland und Österreich beschäftigen sie 160 Mitarbeiter. Seit über 15 Jahren ist Sauter erfolgreich im Medizinalbereich tätig. Die Sterilisations- und Desinfektionsanlagen von Sauter werden als qualitativ hochstehende Produkte auf allen Märkten geschätzt. Sauter stellt sich immer wieder neuen Anforderungen. Die erfolgreiche Entwicklung der Druckkammern für die hyperbare Sauerstofftherapie ist ein weiterer Beweis unserer Innovationskraft. Großen Wert wurde dabei auf die Patientenfreundlichkeit und Betriebssicherheit gelegt. Wenn Sie mehr über unser Unternehmen und unsere Produkte wissen möchten - schreiben Sie uns oder rufen Sie an.

Sauter AG, Zelgstraße 8, Ch-8583 Sulgen, Tel. (072) 42 15 15.

Außerdem ist zu prüfen, ob es Gründe gegen die Anwendung einer Sauerstoffüberdrucktherapie (Kontraindikationen) gibt: Die Sauerstoffüberdrucktherapie erfordert einen Druckanstieg zu Beginn und eine Druckminderung auf Normaldruck am Ende jeder Behandlungseinheit. Hierbei muß sich der Druck aller luft- oder gasgefüllten Hohlräume im Körper dem jeweiligen Umgebungsdruck anpassen (Druckausgleich). Problematisch kann dies z.B. bei knöchern umschlossenen Hohlräumen werden, wenn die Verbindung zur Außenluft gestört ist: Dies betrifft vor allem das Mittelohr bei Störungen der Durchgängigkeit der Eustachischen Röhre als einziger Verbindung zwischen Mittelohr und Nasen-Rachenraum, gelegentlich auch die Nasennebenhöhlen. Ebenso kann es Probleme im Bereich des Lungengewebes bei einer schweren Asthmaerkrankung mit eingeeengten Bronchien geben [2, 3, 4, 12].

Andere theoretisch denkbare Probleme, wie sie durch eine zu rasche Druckminderung in der Überdruckkammer auftreten könnten, lassen sich sowohl durch mehrfache technische Sicherungen einschließlich elektronischer Überwachung der Kammer [2] als auch durch Wahl von nur geringen Druckerhöhungen [2,3,4] praktisch vermeiden (z.B. 1,5 ATA, dem Druck in einer Wassertiefe von nur fünf Metern entsprechend), was auch eine rasche Druckminderung auf Normaldruck ohne nachteilige Auswirkungen ermöglicht.

Ungünstige Auswirkungen des erhöhten Sauerstoffteildrucks vor allem auf die Gehirn- und Lungenfunktion, wie sie bei wesentlich höheren Drücken von z.B. mehr als 3 ATA (einer Tauchtiefe von mehr als 20 Metern entsprechend) oder langen Anwendungszeiten von Stunden oder Tagen möglich sind, können durch Wahl von nur geringen Druckerhöhungen und einer begrenzten Zeit (z.B. 1,5 ATA, 45 Minuten) vermieden werden (bei Taucherunfällen, Gasbrand oder schwerer Kohlenmonoxydvergiftung müssen allerdings höhere Drücke angewendet werden). Zusätzlich kann z.B. Vitamin E als Schutz gegen bestimmte denkbare unerwünschte Wirkungen eines hohen Sauerstoffteildrucks eingesetzt werden [3, 4].

Resümee

Wenn alle genannten Aspekte verantwortungsvoll berücksichtigt werden, läßt sich die Sauerstoffüberdrucktherapie als sichere und erfolgreiche schulmedizinische Behandlungsmethode als Er-

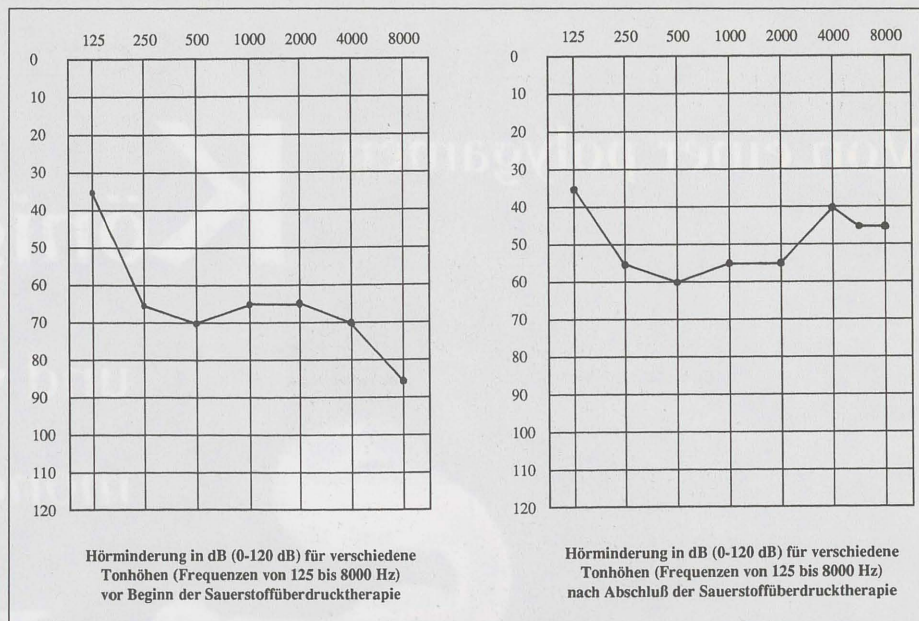


Abb. 8a und 8b: Hörkurven vor und nach Sauerstoffüberdrucktherapie: 30jährige Patientin, in den letzten sechs Jahren fünf Hörstürze im rechten Ohr. Die durch den fünften Hörsturz bedingten Hörminderungen konnten durch eine im Krankenhaus umgehend durchgeführte Infusionstherapie nur teilweise gebessert werden. Hörminderung im Hörtest (Audiogramm) fünf Wochen nach dem fünften Hörsturz, vor Beginn der Sauerstoffüberdrucktherapie (Abb. 8a). Vor allem im Hochtonbereich deutlich gebessertes Hörvermögen nach fünf Wochen Sauerstoffüberdrucktherapie (20 Sauerstoffüberdrucktherapien) (Abb. 8b).

gänzung zu anderen Behandlungsverfahren für diejenigen Erkrankungen nutzen, bei denen ein Sauerstoffmangel oder eine nicht optimale Sauerstoffversorgung des Körpers oder eines Gewebebezirkes eine Rolle spielt oder ein höheres Sauerstoffangebot (Sauerstoffteildruck) Therapievorteile bringt. Dies wird auch durch die jahrzehntelange intensive Nutzung der Sauerstoffüberdrucktherapie in anderen technisch und medizinisch hochstehenden Ländern, wie den USA und Japan, belegt. Es bleibt zu hoffen, daß die Sauerstoffüberdrucktherapie in Zukunft auch in der Bundesrepublik Deutschland mehr Verbreitung findet [3].



Literatur

[1] Böhmer, Dieter (1992): Oxygen tension in muscular tissue under hyperbaric oxygen therapy. 5th International Symposium on Oxygen Measurements in Patients, Frankfurt am Main, 28.-29.08.1992.
 [2] Braun, Erwin (1988): Hyperbaric chambers and ancillary equipment: safety, complications and contraindications. In: Fischer, Bernd; Jain, Kewal K.; Braun, Erwin; Lehl, Siegfried (Hrsg.): Handbook of hyperbaric oxygen therapy. Berlin: Springer, 1988, pp. 47-58.
 [3] Buslau, Michael; Hoffmann, Gerd (1993): Die hyperbare Oxygenation (HBO) - eine adjuvante Therapie akuter und chronischer Wundheilungstörungen. Dermatologische Monatsschrift 179 (1993), 39-54. [Enthält Tabelle von Sauerstoffüberdrucktherapie-Behandlungszentren im deutschsprachigen Raum]
 [4] Buslau, Michael; Hoffmann, Gerd (1993): Hyperbaric oxygenation in the treatment of skin diseases. In: Fuchs, Jürgen; Packer, Lester (Hrsg.): Oxidative stress in dermatology. New York: Marcel Dekker, 1993, pp. 457-485.
 [5] Desloovere, Christian (1991): Der Hörsturz. Forschung Frankfurt 9 (1991), Nr. 4, 16-25.

[6] Fischer, Bernd; Jain, Kewal K.; Braun, Erwin; Lehl, S. (1988): Handbook of hyperbaric oxygen therapy. Berlin: Springer, 1988.
 [7] Hoffmann, Gerd (1990): Experiences with hyperbaric oxygenation in the Sportsmedical Institute Frankfurt/Main. „Concilium Hyperbaricum“ in Nagoya/Japan am 13.4.1990.
 [8] Hoffmann, Gerd (1990): Perspektiven der Hyperbaren Oxygenation in der Sportmedizin. In: Banzer, Winfried; Hoffmann, Gerd (Hrsg.): Präventive Sportmedizin. Erlangen: perimed, 1990, S. 124-134. (= Beiträge zur Sportmedizin, Bd. 36.)
 [9] Hoffmann, Gerd (1993): Improvement of wound healing in chronic ulcers by hyperbaric oxygenation and by waterfiltered ultrared A induced localized hyperthermia. In: Vaupel, P. (ed.): 20th Conference of the „International Society on Oxygen Transport to Tissue“ (20th ISOTT-Meeting), Mainz, August 26-30, 1992. New York: Plenum Press, 1993.
 [10] Hoffmann, Gerd; Böhmer, Dieter; Ambrus, Carmen; Zimmer, Peter (1992): Working capacity and changes of blood variables during exercise tests before and after hyperbaric oxygenation. In: Bakker, D.J.; Cramer, Frederick S. (Hrsg.): Proceedings of the Tenth International Congress on Hyperbaric Medicine, August 11-18, 1990, Amsterdam, The Netherlands, Joint Meeting: International Congress on Hyperbaric Medicine, European Undersea Biomedical Society, Undersea and Hyperbaric Medical Society. Flagstaff (Arizona, USA): Best Publishing Company, 1992, pp. 44-51.
 [11] Hoffmann, Gerd; Böhmer, Dieter; Desloovere, Christian (1993): Hyperbaric oxygenation as a treatment for sudden deafness and acute tinnitus. 11th International Congress on Hyperbaric Medicine, Fuzhou/China, 06.-10.09.1993.
 [12] Jain, Kewal K. (1990): Textbook of hyperbaric medicine. Toronto: Hogrefe and Huber, 1990.
 [13] Sakakibara, Kinsaku (1992): Current status of international clinical hyperbaric medicine. In: Bakker, D.J.; Cramer, Frederick S. (eds.): Proceedings of the Tenth International Congress on Hyperbaric Medicine, August 11-18, 1990, Amsterdam, The Netherlands, Joint Meeting: International Congress on Hyperbaric Medicine, European Undersea Biomedical Society, Undersea and Hyperbaric Medical Society. Flagstaff (Arizona, USA): Best Publishing Company, 1992, pp. 3-9.

Von einer polygamen

Königin

und vielen
monogamen

Drohnen

Von Gudrun und
Nikolaus Koeniger und Stefan Fuchs



In vielen Lebensräumen der Erde stellen soziale Insekten mehr als 80 Prozent der tierischen Biomasse und zählen damit zu den erfolgreichsten Vertretern der Fauna. Der wesentliche Vorteil, den diese sozialen Tiere gegenüber ihren solitär lebenden Konkurrenten haben, besteht in ihrer Arbeitsteilung. Dabei ist wohl zunächst und in erster Linie eine Spezialisierung zwischen den nicht reproduktiven Arbeiterinnen und den Geschlechtstieren erfolgt (Abb. 1). Diese sehr früh entstandene und sehr tiefgreifende Spezialisierung läßt sich von den zeitweise sozial lebenden Wespen- und Bienenarten bis hinauf in die Kolonien der Honigbienen verfolgen, die zu den am höchsten entwickelten Insektenstaaten zählen.

Bei allen sechs Arten der Honigbienen [siehe auch Informationskasten: 'Who is who' der Honigbienen, Seite 48] übernimmt die Königin allein die gesamte Reproduktion, während alle sonstigen Aufgaben von den Arbeiterinnen erledigt werden. Genau genommen aber ist die Königin als Weibchen bei der Reproduktion nicht 'allein'. Sie führt die Spermatozoen ihrer Gattung als lebenden Vorrat während ihrer gesamten Lebenszeit mit sich, die sie im Alter von wenigen Tagen beim Hochzeitsflug empfangen hat. Die Honigbienen und alle Hymenopteren (Hautflügler), wie Ameisen und Wespen, unterscheiden sich in der Geschlechtsbestimmung und vielerlei genetischen Beziehungen grundsätzlich von anderen Insekten oder auch Säugern.

Die Reproduktionsbiologie der Honigbienen wird damit zugleich von diesen besonderen genetischen Voraussetzungen und von der sozialen Lebensweise bestimmt. Als Ergebnis dieser beiden Einflüsse sind komplizierte Verhaltensmuster entstanden, deren Erforschung auch über den engeren fachwissenschaftlichen Rahmen hinaus im Zusammenhang mit soziobiologischen Fragestellungen großes wissenschaftliches Interesse findet. Gerade im Zusammenhang mit der vor allem in den USA geführten 'Altruismus'-Diskussion spielen Untersuchungen an Bienen über den Einfluß vom Verwandtschaftsgrad auf das Verhalten eine große Rolle.

Die erste richtige Deutung der Reproduktion der Honigbiene geht auf den schlesischen Landpfarrer Johannes Dzierzon zurück, der 1845 die zunächst heftig umstrittene parthenogenetische Entstehung der Drohnen publizierte. Die

se Art der Geschlechtsbestimmung konnte sehr viel später für alle Hymenopteren bestätigt und erweitert werden.

Im Unterschied zu den Säugern, bei denen das Geschlecht durch ein bestimmtes Chromosom festgelegt wird, hängt bei der Honigbiene das Geschlecht davon ab, ob nur ein Alleltyp oder zwei verschiedene auf dem Sexlocus vorhanden ist. Bei einem einheitlichen Sexgen (Hemizygotie, Homozygotie) entsteht ein Drohn. Bei verschiedenen Sexallelen (Heterozygotie) dagegen wird das Tier weiblich und es entsteht eine Königin oder Arbeiterin (Abb. 2, S.42). Das hat erhebliche Auswirkungen auf die Paarungsbiologie.

Ein Bienenvolk besteht 'nur' aus Nachkommen einer Mutterkönigin. Die Tochterkönigin trifft im eigenen Volk stets auf Drohnen, die ihre Brüder sind. Eine teilweise Übereinstimmung zwischen den geschlechtsbestimmen-

zeugt und geduldet. Ihre Paarungsflüge sind an hohe meteorologische Minimalbedingungen gebunden. Nur wenn die Temperatur 20°C übersteigt, der Himmel zu weniger als 50 Prozent bewölkt ist und kein starker Wind herrscht, fliegen Drohnen und Königinnen.

Geschlechtsreife Drohnen in Oberursel starten etwa um 13 Uhr zu ihren Paarungsflügen und brechen ihre Flugaktivität gegen 18 Uhr ab. Während dieser Zeit kehren sie meist nach einer Flugdauer von 15 bis 25 Minuten in ihr Volk zurück. Dort verweilen sie meist weniger als 5 Minuten zur Aufnahme von Honig. Vollgetankt starten sie dann zum nächsten Flug.

Die meisten jungfräulichen Königinnen fliegen zwischen 14.30 Uhr und 16 Uhr. Zunächst dauern die ersten Flüge nur wenige Minuten. Bei diesen kurzen Flügen lernt die Königin offensichtlich die Lage des Bienenstockes. Danach



Abb.1: Drohn, Arbeiterinnen und Königin von *Apis mellifera* unterscheiden sich deutlich in Gestalt, Körperbau und Physiologie. Diese Unter-

schiede sind Anpassungen an die speziellen Aufgaben, die diese drei Bienenwesen im Bienenvolk übernehmen.

den Allelen der Eier und der Samen ist dann sehr wahrscheinlich. Aus derartig befruchteten Eiern werden statt Arbeiterinnen diploide Drohnen entstehen, die von den Arbeiterinnen nicht aufgezogen werden. Wie Experimente zeigen, sind mit Brüdern gepaarte Königinnen in der Regel nicht in der Lage, große und vermehrungsfähige Völker aufzubauen. Der Flug in die 'Ferne' zu Paarungen zwischen fremden, nicht verwandten Geschlechtspartnern hat sich wohl als Schutz vor Inzuchtschäden entwickelt.

In Mitteleuropa werden Drohnen und junge Königinnen nur während des Frühsommers in den Bienenvölkern er-

fliegt die Königin meist für 25 bis 40 Minuten und kehrt vom erfolgreichen Hochzeitsflug zurück. Häufig findet am gleichen oder am folgenden Tag ein weiterer Paarungsflug der Königin statt. Danach beginnt die Königin mit der Eiproduktion, und während ihres mehrjährigen Lebens findet keine weitere Paarung statt.

Die Verhältnisse in anderen Teilen Europas oder in Afrika stimmen trotz der zum Teil abweichenden Flugzeiten im Prinzip überein, stets decken die Drohnen einen breiten zeitlichen Bereich ab. Die Königinnen dagegen wählen ein kleineres Fenster innerhalb der männlichen Aktivitätsperiode.

Der Endophallus des *Apis florea* Drohns bildet kein Begattungszeichen. Durch sein spitz auslaufendes Ende ermöglicht er eine Übertragung der Spermatozoen direkt in die Spermatheka.

Das Institut für Bienenkunde

In den zwanziger Jahren wurden die Bienenvölker in Hessen durch verlustreiche Krankheiten heimgesucht. Vor allem deshalb wurde von einigen interessierten Zoologen für Forschungszwecke und zur Beratung der hilfesuchenden Imker am Zoologischen Institut der Universität Frankfurt am Main eine Untersuchungsstelle für Bienen eingerichtet. Die Gründung des „Instituts für Bienenkunde“ in Oberursel durch die Polytechnische Gesellschaft im Jahre 1937 gab diesem 'Keim' die entsprechende Entfaltungsmöglichkeit. Die dynamische Kraft in dem jungen Institut war von Anfang an Hugo Gontarski, der sich in mehr als 30 Jahren seines Wirkens große Verdienste um die Förderung der Imkerei und den Wiederanfang des Instituts nach dem Krieg erworben hat. Eine neue Phase in der Entwicklung des Instituts wurde eingeleitet, als es Martin Lindauer, damals Direktor des Zoologischen Instituts in Frankfurt am Main, gelang, einen Vertrag zwischen der Polytechnischen Gesellschaft und der Universität Frankfurt zu initiieren. Nach dieser Regelung wird das Institut der Universität für Forschungs- und Lehrzwecke zur Verfügung gestellt, während die Polytechnische Gesellschaft weiterhin für die Erhaltung von Gebäude, Garten und Bienenstand aufkommt.

Auf dieser gesunden Basis wurde als Leiter Friedrich Ruttner berufen, der den Bau eines neuen Laborgebäudes mit Hilfe der Stiftung Volkswagenwerk errichtete. Die kontinuierliche Förderung durch die Polytechnische Gesellschaft und die Universität führten zu einer wesentlichen Erweiterung der verfügbaren Arbeitsräume und Ausstattungen. Die Synthese einer hochentwickelten imkerlich-handwerklichen

Praxis mit moderner biologischer Grundlagenforschung führte schnell zu internationalen wissenschaftlichen Erfolgen. Eine globale Erfassung der Honigbienen auf der Grundlage der numerischen Taxonomie und verschiedene bahnbrechende Arbeiten über das Sozialverhalten brachten dem Oberurseler Haus und seinem Leiter weltweite Anerkennung. Im Jahr 1981 nahm Nikolaus Koeniger den Ruf nach Oberursel an. Aus den Händen seines vormaligen Doktorvaters übernahm er die Leitung des an Bedeutung und Umfang gewachsenen Hauses.

Der gegenwärtige Aufgabenbereich des Instituts wird vorwiegend durch seine Integration in den Fachbereich Biologie der Universität Frankfurt bestimmt. Es werden Lehrveranstaltungen für Studenten/innen abgehalten und Arbeitsplätze für Examenkandidaten/innen und Dissertanten/innen zur Verfügung gestellt. Forschungsschwerpunkte sind gegenwärtig die Paarungsbiologie, die Genetik und die Physiologie des Verhaltens. Ein weiterer, zur Zeit wichtiger angewandter Schwerpunkt ist die Suche nach wirksamen und zugleich biologisch zuträglichen Behandlungsmethoden der Varroatose. Diese, durch eine parasitäre Bienenmilbe asiatischen Ursprungs verursachte Erkrankung ist das zur Zeit größte Problem der europäischen Imkerei. Zunehmend hat auch der Ausbau des Instituts als internationales wissenschaftliches Zentrum für die tropischen Honigbienen Afrikas und Asiens praktische Konsequenzen, und die wissenschaftliche Beratung und Betreuung von Entwicklungsprojekten zur Förderung der Bienenhaltung in tropischen und subtropischen Ländern durch das Institut hat zugenommen.

In Asien sind die Verhältnisse weit aus komplizierter. Dort ist für die zeitliche Synchronisation der Paarungsflüge für jede Honigbienenart oft nur eine kleine Zeitperiode verfügbar. Die natürlicherweise im gleichen Gebiet vorkommenden Honigbienenarten vermeiden offensichtlich Überlappungen. Dieses Prinzip wurde zuerst im Norden von Sri Lanka bei *Apis florea*, *Apis cerana* und *Apis dorsata* entdeckt (Abb. 3) [Koeniger N., Wijayagunasekera H.N.P., 1976, Time of drone flight in the three Asian honeybee species. J Apic Res 15, 67-71].

In Sabah auf Borneo galt es, die systematische Stellung der wieder-entdeckten roten Biene zu bestimmen. Hier waren neben einer genauen anatomischen Untersuchung des männlichen Genitalorgans (Endophallus) vor allem Beobach-

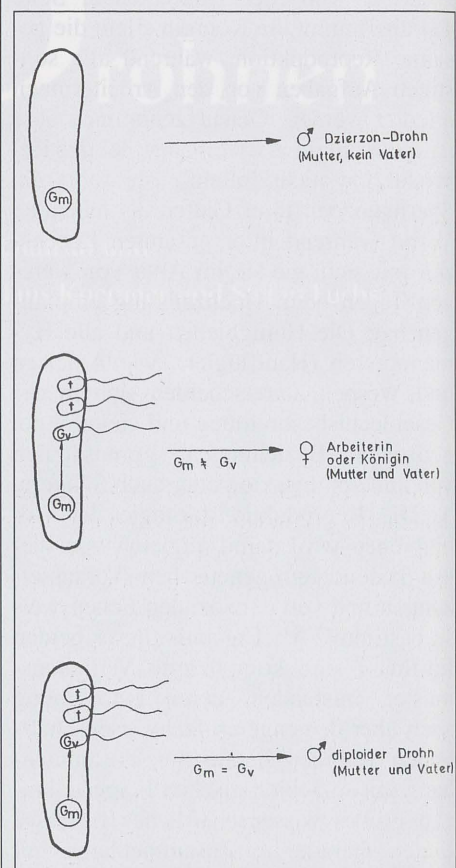


Abb. 2: Geschlechtsbestimmung und Entstehung von diploiden Drohnen. G_m = Eikern mit Geschlechtsallel der Mutter; G_v = Spermatozoon mit Geschlechtsallel des Vaters.

SCHREIBBÜRO WITTA GENZMER

Texte jeder Art auch in englischer Sprache • Wissenschaftliche Arbeiten, Dissertationen, Habilitationsschriften (auch handschriftliche Manuskripte)

MS Word 5.0/Winword • MICROGRAFX ORGChart/FlowCharter/Draw • Laserdruck - Farbdruck

Schumannstraße 42 - 60325 Frankfurt am Main - Tel. 0 69 / 74 88 00 - Fax 0 69 / 74 26 16

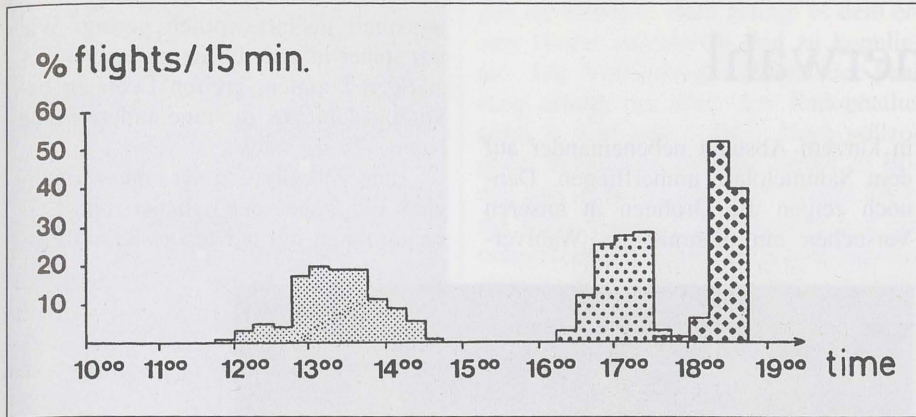


Abb. 3: Zeitliche Trennung der Paarungsflüge bei den Honigbienenarten in Sri Lanka.

tungen der Paarungsflugzeit hilfreich [Koeniger G., Koeniger N., Mardan M., Otis G., Wongsiri S., 1991, Comparative anatomy of male genital organs in the genus *Apis*. *Apidologie* 22, 539-552]. Mit dem Nachweis getrennter Flugzeiten der Drohnen konnten wir die reproduktive Isolation zwischen *Apis cerana* und *Apis koschevnikovi* nachweisen. Damit war der Status von *Apis koschevnikovi* als eigenständige, gute Art wissenschaftlich etabliert [Koeniger N., Koeniger G., Tingek S., Mardan M., Rinderer T.E., 1988, Reproductive Isolation by different time of drones flight between *Apis cerana* and *Apis vechti*. *Apidologie* 19, 103-106].

Der Drohnensammelplatz

Drohnensammelplätze sind Orte, an denen sich Jahr für Jahr während der Nachmittagsstunden die Drohnen treffen. Das Fluggeräusch der in der Luft kreisenden Drohnen ist gut hörbar. Auf einen in die Luft geworfenen Stein reagieren die Drohnen mit kurzen Anflügen. Die Grenzen eines Drohnensammelplatzes lassen sich einfach finden. Eine Königin wird mit einem Ballon in die optimale Flughöhe gebracht, die je nach Wetterbedingungen und Windverhältnissen zwischen 10 und 25 Metern schwankt. Schnell bilden sich dann große Schwärme von Drohnen um die Königin (Abb. 4, S.45). Wandert man weiter, so nimmt die Zahl der Drohnen mit zunehmender Entfernung vom Zentrum des Platzes ab, bis endlich an der Grenze des Sammelplatzes auch die letzten Drohnen zurückbleiben. Außerhalb von Drohnensammelplätzen reagieren keine oder nur sehr vereinzelt Drohnen auf eine Königin. Es ist immer noch ungeklärt, welche Reize die Drohnen veranlassen, sich auf diesen bestimmten Plätzen zu treffen.

Die Drohnen auf einem Drohnensammelplatz stammen von verschiedenen

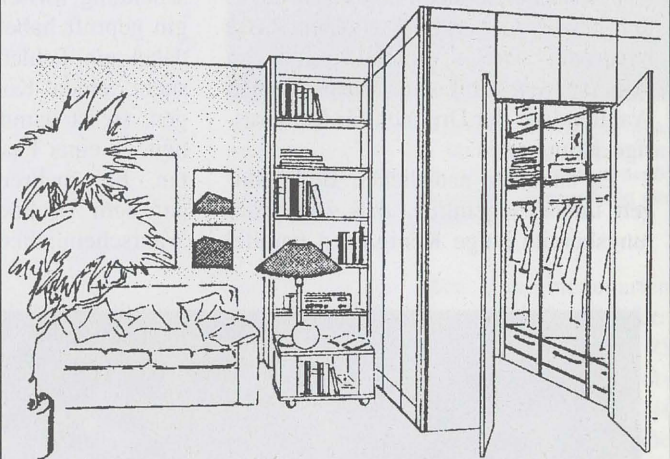
Bienenständen und Völkern aus der Umgebung. Der Flugradius beträgt etwa 2 bis 5 Kilometer. Es wurden aber auch einzelne Tiere festgestellt, die aus einer Entfernung von 8 Kilometern einen Drohnensammelplatz besuchten [Ruttner F., Ruttner H., 1968, Untersuchungen über die Flugaktivität und das Paarungsverhalten der Drohnen IV, *Z f Bienenforschung* 9, 259-265].

In Sri Lanka dagegen versammeln sich die Drohnen von *Apis cerana indica* im Laubdach der Bäume (Abb. 5,

S.45). Dabei wurden klare Grenzen für den Flugbereich der Drohnen nachgewiesen. Die horizontale Ausdehnung betrug nur etwa 10 Meter mal 6 Meter und die Flughöhe lag zwischen 3 und 8 Meter über dem Boden. Nur innerhalb dieser Grenzen konnten große Zahlen von Drohnen angelockt werden, die als Schwarm längere Zeit an der Königin verweilen. Aus der Drohnenansammlung wurden mit einem Netz Tiere gefangen und markiert. Am nächsten Morgen wurden 92 Prozent der gezeichneten Drohnen in Völkern innerhalb eines Radius von 100 Meter wiedergefunden. Damit scheint der Flugradius der *Apis cerana* Drohnen in Sri Lanka wesentlich kleiner als der von *Apis mellifera* zu sein. In allen elf Versuchsvölkern fanden sich einzelne gezeichnete Tiere, so daß eine Paarung in der Drohnenansammlung wie bei *Apis mellifera* zu einer Durchmischung des Erbgutes führt [Punchihewa R.W.K., Koeniger N., Koeniger G., 1990, Congregation of *Apis cerana indica* drones in the canopy of trees in Sri Lanka. *Apidologie* 21, 201-208].

(weiter auf Seite 45)

INDIVIDUELLE RAUMTECHNIK



Hans Knaus
Systemmöbel GmbH

Beratung
Konzept
Planung
Ausführung

ip20
ip 20.Einrichten

Anbausysteme
Lichtsysteme
für
Wohnung
Büro
Ladenbau
Praxen

Öffnungszeiten: Mo - Do 8.00 - 17.00 Uhr, Fr 8.00 - 14.00 und nach Vereinbarung

Hanauer Landstraße 138 • 6000 Frankfurt 1

Tel. 069/44 59 15 • Fax 069/498 06 49

Betrieb + Lager

Industriestraße 4 - 6 • 6368 Bad Vilbel - Dortelweil

Tel. 061 01/23 51 • Fax 061 01/23 97

Die Partnerwahl

Seit einigen Jahren führen wir in enger Zusammenarbeit mit dem Lunzer Bieneninstitut (Österreich) Freilandversuche zur Paarungsbiologie durch. In ein bienenfreies Gebirgstal in der Steiermark brachten wir Bienenvölker zweier Bienenrassen. *Apis mellifera ligustica* ist eine gelbe Bienenrasse mit hellen Drohnen und Königinnen, die natürlicherweise in Italien vorkommen. Die Carnicabienen (*Apis mellifera carnica*) sind einheitlich dunkel. An einem Mast auf dem Drohnensammelplatz wurden den Drohnen nun Königinnenattrappen beider Rassen zur Wahl geboten. Die hellen Ligustica-Drohnen kopulierten vorzugsweise mit den dunklen Carnica-Attrappen und die Carnica-Drohnen zogen die hellen Attrappen aus Ligustica-Königinnen vor (Abb. I). Auch in der Flughöhe zeigten die Drohnen unterschiedliches Verhalten. Die Ligustica-Drohnen flogen tiefer als die Carnica-Drohnen.

Auf diesem 'gemischten' Drohnensammelplatz wurden jungfräuliche, reinrassige Königinnen zum Hochzeitsflug entlassen. Die Partnerwahl der Königinnen können wir an den Nachkommen ablesen. Hybridisierte Nachkommen (dunkle Arbeiterinnen mit gelben Abdominalstreifen) waren relativ selten. Königinnen haben damit sehr deutlich jeweils Gatten ihrer eigenen Rasse bevorzugt. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zur bereits besprochenen Wahltenz der Drohnen für fremdrassige Königinnen.

Es ist unter natürlichen Bedingungen unwahrscheinlich, daß zwei paarungsbereite junge Königinnen parallel

in kurzem Abstand nebeneinander auf dem Sammelplatz umherfliegen. Dennoch zeigen die Drohnen in unseren Versuchen ein planmäßiges Wahlver-



Abb. I: Ein dunkler Carnicadrohn hat mit einer hellen Italienerkönigin - Attrappe kopuliert.

halten. Die Tiere pendeln im Flug zwischen den gebotenen Attrappen hin und her, um dann letztlich die gewählte Attrappe zu besteigen und zu kopulieren. Für den Drohn, der im dichten Schwarm mit anderen Drohnen eine Königin im Fluge verfolgt, besteht die Notwendigkeit zu wählen. Er muß genau zwischen der Königin und den anderen Drohnen unterscheiden. In diesem Sinne könnten unsere im Versuch gleichzeitig gebotenen Attrappen weniger die Auswahl zwischen zwei Königinnen als vielmehr die wichtige Unterscheidung zwischen Drohn und Königin geprüft haben (Abb. II). Unterläuft dabei ein Fehler und der Drohn versucht, einen Konkurrenten zu besteigen, so ist damit seine erste Gelegenheit, zu einer Paarung zu kommen, vertan. Bei mehreren Tausend Drohnen auf dem Drohnensammelplatz ist die Wahrscheinlichkeit für eine zweite Ge-

legenheit außerordentlich gering. Wie wir später in anderen Experimenten bestätigen konnten, greifen Drohnen bevorzugt Objekte, die eine andere Farbe haben als sie selbst.

Eine Verknüpfung der unterschiedlichen Flughöhen der Italiener- und Carnicadrohnen mit der festgestellten Paa-

rungsbevorzugung der Königinnen führt zu folgender Hypothese: Die Königin kann über ihre Flughöhe beim Hochzeitsflug steuern, ob sie häufiger auf Carnica- oder auf Italienerdrohnen trifft. Auf diese Weise führt eine innerhalb der Rasse einheitliche aber zwischen den Rassen unterschiedliche Flughöhe beim Paarungsflug zu einer Begünstigung von Paarungen innerhalb der Rassen.

Die Vorbereitung dieser Versuche erfordert großen Aufwand und wochenlange Vorlaufzeiten. Wenn alles fertig ist, brauchen wir gute Wärme und Sonnenschein. Weil Drohnen und Königinnen nur während einer kurzen Periode in Paarungsstimmung sind, können zwei Wochen kaltes, regnerisches Wetter alle Pläne scheitern lassen! Scheint dann endlich die Sonne, kommt es vor allem auf die Mannschaft an. Gleichzeitig müssen Königinnen- und Drohnenflug überwacht werden. Am Drohnensammelplatz muß der Mast bedient und die Wahlversuche durchgeführt werden. Mehrere Ballons mit den Fallen sollen steigen, damit der Drohnengang in unterschiedlichen Höhen läuft. Alles muß koordiniert und korrekt protokolliert werden. Auf diese Weise sind unsere Ergebnisse den Anstrengungen und der Begeisterung einer Gruppe von Frankfurter Biologiestudenten, vieler Mitarbeiter und Freunde zu verdanken [Koeniger G., Koeniger N., Pechhacker H., Ruttner F., Berg S., 1989, Assortative mating in a mixed population of European honeybees (*Apis mellifera carnica*, *Apis mellifera ligustica*), *Insectes Sociiaux* 36, 129-138].



Abb. II: Ein Drohnenschwarm verfolgt eine Königin. Das Bild zeigt die Schwierigkeit der opti-

schen Unterscheidung zwischen Konkurrenten und Königin.

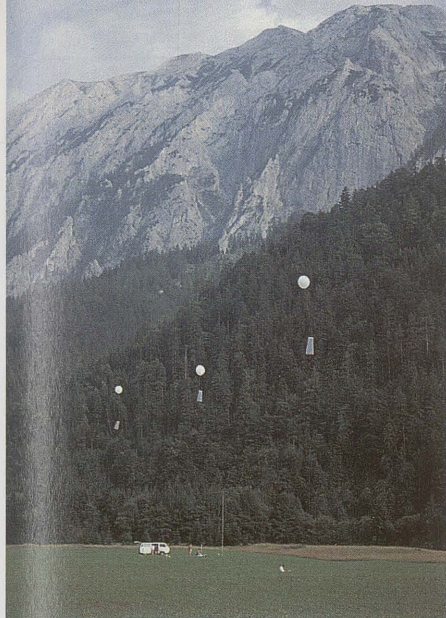


Abb. 4: Auf einem Drohnensammelplatz steigen Ballons mit Fallen in die optimale Flughöhe der Drohnen.

Der Wahl des Partners kommt in der Evolution einer Art oft eine Schlüsselrolle zu [siehe auch Informationskasten: „Die Partnerwahl“, Seite 44]. Auf dem Drohnensammelplatz sind extreme Geschlechtsverhältnisse gegeben. Auf jede einfliegende paarungsbereite Königin warten bereits meist mehrere Tausend Drohnen. Über Partnerwahl, Konkurrenzmechanismen und reproduktive Potenz liegen nur sehr wenige experimentelle Ergebnisse vor.

Paarung

Es ist bis heute nicht gelungen, die natürliche Paarung zwischen Königin und Drohn zu beobachten. Bei unseren Versuchen mit *Apis mellifera* wird eine lebende Königin in Paarungsstellung an einem Draht fixiert und auf einem natürlichen Drohnensammelplatz in circa 12 Metern Höhe auf einer Kreisbahn gedreht. Die freifliegenden Drohnen verfol-

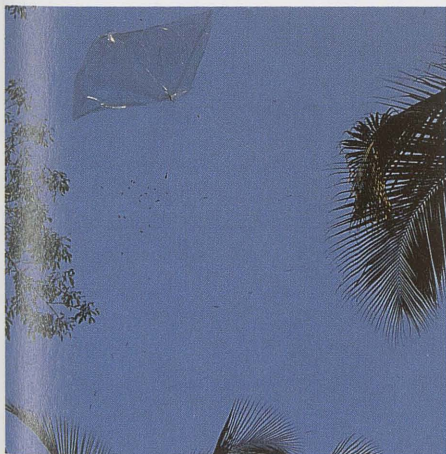


Abb. 5: Im Laubdach der Palmen fliegen die Drohnen von *Apis cerana* und reagieren hier auf den am Ballon hängenden Köder.

gen die Königin. Bald gelingt es dem ersten Drohn aufzureiten und zu kopulieren. Die Verbindung während der Paarung erfolgt nur über den Endophallus (Abb. 6, S.45 und 7, S.47). Nach vollzogener Kopulation fällt der Drohn zu Boden und stirbt. Er hat außer seinem Sperma noch Mucus, Chitinspangen und ein orangefarbenes Sekret als Begattungszeichen in der Königin hinterlassen. Das Begattungszeichen wurde als Pfropf (mating plug) gedeutet, der weitere Paarungen ver- beziehungsweise behindert. Unsere Filmaufnahmen zeigten, daß der nächste Drohn während der Kopulation das Begattungszeichen seines Vorgängers mit einem speziellen Haarpolster des Endophallus entfernt (Abb. 8, S.50). Weitere Versuche ergaben, daß das Begattungszeichen offensichtlich eine Beschleunigung der nachfolgenden Kopulationen bewirkt. Statt der Behinderung der Konkurrenz ist damit das Begattungszeichen eher ein Hinweis auf eine „post mortem“ Kooperation zwischen den Drohnen [Koeniger G. (1990) The role of the mating sign in honey bees, *Apis mellifera* L.: Does it hinder or promote multiple mating? *Anim Behav* 39, 444-449].

Bei *Apis florea* erfolgt die Verbindung des kopulierenden Paares über die Hinterbeine. Der Metatarsus ist zu einem „Klammerhaftapparat“ umgestaltet, bestehend aus „Hand und Daumen“, mit denen sich der Drohn an die Hinterbeine der Königin anklammert (Abb. 9). Mit der Verlagerung der Haltefunktion auf die Beine gehen Veränderungen im Bau des Endophallus einher. Das Endstück ist lang und schmal und kann die Spermien direkt an die Öffnung des Ductus spermaticus plazieren (Abb. Titel, S.40). Das ergibt dann eine direkte Füllung der Spermatheka. Es wird kaum noch Mucus produziert, es gibt kein Begattungszeichen.

Speicherung der Spermatozoen

Als Ergebnis der Paarungen gelangen die von vielen Gatten stammenden Spermatozoen in die Spermatheka und die Königin beginnt mit der Eiablage [siehe auch Informationskasten: „Speicherung der Spermatozoen, Seite 47]. Bei *Apis mellifera* unterscheiden sich die Brutzellen in der Größe (Abb. 10, S.53). Bei der Eilage in die kleineren Wabenzellen gibt die Königin Spermatozoen zum austretenden Ei hinzu, so daß eine Befruchtung stattfindet und sich Arbeiterinnen entwickeln. Bei den größeren Drohnzellen dagegen wird die Spermatozoenzugabe blockiert. Aus den

unbefruchteten Eiern entstehen Drohnen.

Die Honigbiene kann als eines der am besten erforschten Insekten gelten. Generationen von Zoologen haben über Bau und Funktion der Sinnesorgane, Verhalten und Kommunikation der Arbeitsbienen gearbeitet. Karl von Frisch erhielt für seine bahnbrechenden Untersuchungen über die Tanzsprache den Nobelpreis. Doch ziemlich unberührt von diesen großen wissenschaftlichen Erfolgen sind unsere Kenntnisse über Königin und Drohnen vergleichsweise sehr bescheiden. Weite Bereiche der Paarungsbiologie sind unbekannt. Es ist bis heute nicht gelungen, unter Laborbedingungen Paarungsverhalten auszulösen. Immer noch sind aufwendige und stets vom Wetter abhängige Freilandversuche der einzige Weg zu neuen Erkenntnissen über die Paarung.

Für uns wird zukünftig neben der Analyse der Konkurrenzmechanismen und der 'female's choice' der Königin auch die Frage nach den evolutiven Vorteilen in den Vordergrund treten. Die mehrfache Begattung der Königin zum



Abb. 6: Der Endophallus des Drohns von *Apis mellifera* wird während der Paarung ausgestülpt. Dazu wird die gesamte Körperflüssigkeit benötigt, so daß mit der Kopulation zwangsläufig der Tod des Drohns verbunden ist.

Beispiel ist bei allen Honigbienenarten verwirklicht. Bei unserer *Apis mellifera* trägt dazu die Königin selbst bei, die 95 Prozent der zunächst empfangenen Spermatozoen wieder ausscheidet. Bei *Apis andreniformis* hat offenbar der einzelne Drohn seine Spermatozoenzahl soweit reduziert, daß die nun kleineren Samenportionen von mehreren Vätern Platz in der Spermatheka einer Königin finden. Hier fehlen zum Beispiel Experimente, die zeigen, worin der Vorteil der Mehrfachpaarung der Königin für das Bienenvolk besteht [siehe auch Informationskasten: „Die gemischte Vaterschaft des Superorganismus Bienenvolk“, Seite 52].

Aber auch unter dem Gesichtspunkt der angewandten Aufgabenstellung des

(weiter auf Seite 47)

Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e. V.

Die zusammen mit der 1914 errichteten Stiftungsuniversität gegründete Universitäts-Vereinigung wurde am 29. November 1918 in das Vereinsregister eingetragen. Ihre erste Satzung nennt deutlich die Gründe, aus denen gerade die Frankfurter Universität schon damals auf die laufende Unterstützung von Freunden und Förderern angewiesen war:

Die Universität Frankfurt verdankt als Stiftungsuniversität ihre finanzielle Grundlage freiwilligen Stiftungen von Privatpersonen und von Körperschaften öffentlichen und privatrechtlichen Charakters. Um ihre Fortentwicklung auf derselben Grundlage sicherzustellen, haben sich Stifter und Freunde der Universität zu einem Verein zusammengeschlossen.

Seitdem ist es das Ziel der Vereinigung, die Universität bei der Erfüllung ihrer Aufgaben zu unterstützen, ihr vor allem Mittel für die Errichtung neuer sowie für die Vergrößerung und Unterstützung bestehender Institute und für wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung zu stellen. Die Vereinigung bemüht sich, Finanzierungslücken nach Möglichkeit zu schließen und jene wissenschaftlichen Arbeiten durch Zuschüsse zu fördern, für die sonst nur unzureichende Mittel zur Verfügung stehen. Außerdem sieht die Vereinigung eine wichtige Aufgabe darin, in der Bevölkerung Sinn und Verständnis für wissenschaftliche Forschung und Lehre zu verbreiten und die Universität und die Mitglieder ihres Lehrkörpers in lebendiger Verbindung mit der Bürgerschaft und der Wirtschaft im Frankfurter Raum zu halten, zugleich aber auch mit ihren früheren Studierenden. Die Vereinigung berät Einzelpersonen und Körperschaften, die zugunsten der Universität neue Stiftungen zu errichten wünschen und übernimmt die Verwaltung solcher Stiftungen.

Dank der Hilfsbereitschaft ihrer Mitglieder und Förderer hat die Vereinigung seit ihrer Gründung für die Universität und ihre Fachbereiche sowie zur Dotierung von Geldpreisen große Beträge zur Verfügung gestellt – allein in den letzten fünf Jahren mehr als DM 5 Mio. als Zuwendung und nahezu DM 1 Mio. als Darlehen. Damit konnte sie immer wieder Engpässe in den verschiedenen Bereichen beseitigen und große Wirkungen erzielen.

Mitglied der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e. V. können sowohl Einzelpersonen als auch Firmen und Körperschaften werden. Einzelmitglieder zahlen mindestens DM 50,- (Studenten der Universität DM 10,-), Firmen und Körperschaften mindestens DM 250,- als Jahresbeitrag. Sonderzuwendungen sind herzlich willkommen.

Die Bestrebungen der Vereinigung sind im Sinne der geltenden steuerlichen Bestimmungen als gemeinnützig anerkannt. Die Geschäftsstelle erteilt für jede Beitragszahlung oder Spende eine zum Steuerabzug berechnete Quittung. Dabei werden zweckgebundene Spenden (z. B. bestimmte Forschungsvorhaben) alsbald auftragsgemäß verwendet.

Jedes Mitglied erhält das Wissenschaftsmagazin FORSCHUNG FRANKFURT, den „Uni-Report“ – eine periodisch erscheinende Zeitung der Universität, die auch Mitteilungen der Vereinigung veröffentlicht – sowie den Jahresbericht.

Zu den Veranstaltungen und Studienreisen ergehen besondere Einladungen, ebenso zu der jährlichen Mitgliederversammlung.

Die Geschäftsstelle der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e. V. befindet sich in der Universität, Senckenberganlage 31, 10. Stock, Postfach 11 1932, 60054 Frankfurt am Main, Tel. (069) 798-3931, Frau Hilde Schmidt.

Geschäftsführer: Dr. Hans-Peter Geitmann, Bockenheimer Landstr. 10, 60054 Frankfurt am Main, Tel. (069) 718-3672.

Konten: Postgirokonto Ffm. 55500-608 (BLZ 50010060) – BHF-BANK 6932 (BLZ 50020200) – Metallbank GmbH 2158384 (BLZ 50220400).

Beitrittserklärung

Ich bin/Wir sind bereit, Mitglied der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e. V. (Postanschrift: Senckenberganlage 31, Postfach 11 1932, 60054 Frankfurt am Main) mit Wirkung vom 1. Januar _____ zu werden und einen Jahresbeitrag von

_____ DM zu zahlen.

Name, Vorname bzw. Firma

Beruf

Straße, Nr. bzw. Postfach

PLZ, Ort

Datum

Unterschrift

Abbuchungserklärung

Ich bin/Wir sind damit einverstanden, daß der Jahresbeitrag von meinem/ unserem Konto

Nr. _____ BLZ _____ Bankinstitut _____ Ort _____

vom _____ an abgebucht wird.

Datum

Unterschrift

Institut ist der Forschungsschwerpunkt 'Paarungsbiologie' gut gewählt. Die Auslese und Zucht der den jeweiligen Umständen am besten angepaßten Bienen beruht in den meisten Ländern der Welt nach wie vor auf der natürlichen Paarung. Kenntnisse über Drohnensammelplätze, Flugdistanzen und Paarungszeiten sind unerläßliche Voraussetzungen für planmäßige züchterische Verbesserungen und Produktivitätssteigerungen, die für die Bienenhaltung in vielen tropischen Ländern dringend benötigt werden.

Bienenhaltung ist eine landwirtschaftliche Erwerbsmöglichkeit, die (weiter auf Seite 50)

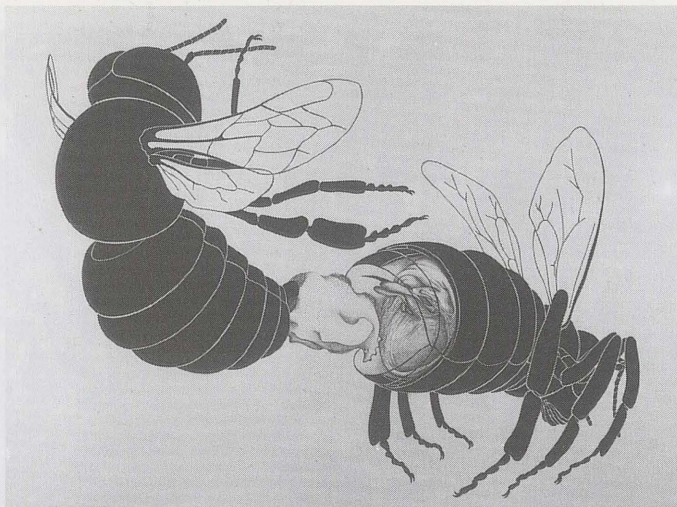


Abb. 7: Bei der Paarung von *Apis mellifera* wird die Verbindung von Königin und Drohn nur mit Hilfe des häutigen Endophallus erreicht, der wie ein Pfropf durch seinen inneren Druck im Genitaltrakt der Königin verankert wird.

Speicherung der Spermatozoen

Beim Hochzeitsflug nimmt die Bienenkönigin (*Apis mellifera*) bei 10 bis 12 Paarungen etwa 100 bis 120 Millionen Spermatozoen auf, die zunächst in die Ovidukte übertragen werden. Nach der Rückkehr ins Bienenvolk werden aber nur etwa 5 bis 6 Millionen Spermatozoen dicht gepackt in die Spermatheka eingelagert. Das sind nur noch etwa 5 Prozent der ursprünglich aufgenommenen Menge, trotzdem gelangen bei dem Füllungsvorgang Spermatozoen von allen Gatten in die Spermatheka. Dieser Samenvorrat wird über viele Jahre gespeichert und dient während dieser Zeit zur Besamung der Eier. Weitere Paarungen finden nach einmal begonnener Eilage nicht mehr statt.

Die Spermatheka ist von einem sehr dichten Tracheennetz (Lufröhren) umgeben. Weiter liegt der Spermatheka eine zweiästige Anhangdrüse auf, deren Ausführngang in das Lumen der Spermatheka mündet. Die Spermathekawand besteht aus einem einschichtigen Epithel, das zum Lumen hin von einer dünnen Cuticula begrenzt wird. Die Spermatheka ist prall mit Flüssigkeit gefüllt, die während der Füllung durch die Spermatozoen verdrängt wird. Dieser Spermatheka-Komplex muß als funktionelle Einheit aufgefaßt werden. So führt eine Unterbrechung der Sauerstoffversorgung durch teilweise Entfernung der Tracheenhülle zu einer Degeneration des Epithels. Schon 14 Tage später legt die Königin nur noch unbefruchtete Eier. Die Entfernung der Anhangdrüse beeinträchtigt ebenfalls die Funktionstüchtigkeit der Spermatozoen. Obwohl

nach wie vor beweglich, sind die Spermatozoen dann nicht mehr in der Lage, Eier zu befruchten.

In der Spermatheka herrscht ein ungewöhnlicher pH-Wert von 8,7. Der pH-Wert der Drüse beträgt 7,2 und der der Hämolymphe 6,6. Es wird vermutet, daß diese extremen Bedingungen einen Einfluß auf den Stoffwechsel der Spermatozoen haben, beziehungsweise zur Reduktion des Stoffwechsels führen.

In Zusammenarbeit mit Hugo Falsold (Institut für Biochemie, Universität Frankfurt) wurden zum ersten Mal vier funktionelle Untereinheiten des Spermathekakomplexes getrennt untersucht. Die Auftrennung erfolgte mit SDS-PAGE (SDS-Polyacrylamidgellelektrophorese). Die untersuchten Kö-

niginnen befanden sich in unterschiedlichen Altersstadien. Der Vergleich der Proteinspektren ergab, daß der Spermathekalkomplex sich parallel mit der sexuellen Reifung weiterentwickelt. Mit der Eilage tritt ein Protein auf, das sich im Drüsensekret drohnenbrütiger Königinnen akkumuliert. Es hat ein Molekulargewicht von circa 125 kD. Das gleiche Protein wurde im Drüsensekret von älteren begatteten Königinnen gefunden, deren Legeleistung nicht mehr so hoch wie bei jungen Königinnen war.

Über die Funktion dieses Proteins ist noch nichts bekannt. Sein Auftreten nach Beginn der Eilage spricht dafür, daß es bei der Aktivierung oder generell im Stoffwechsel der Spermatozoen eine Rolle spielt.



Der Hinterleib der betäubten Königin ist operativ eröffnet. Im Operationsfeld erscheint die Spermatheka, deren Tracheenhülle bereits partiell abgetragen wurde.

Nach Entfernung der Tracheen sterben die Spermatozoen ab. Die Königin legt nur noch unbefruchtete Eier.



Abb. 1: *Apis koschevnikovi*, die rote Biene von Sabah, ist eine kürzlich wiederentdeckte höhlenbrütende Art. Hier wurde die Königin mit einem weißen Farbleck markiert.

'Who is who' der Honigbienen

Die Honigbienen der Gattung *Apis* sind eine sehr alte, klar gegen die anderen Bienen der näheren Verwandtschaft, wie Meliponen, Hummeln und Holzbienen, abgegrenzte Gruppe. Biologisch- und verhaltensbedingte Merkmale charakterisieren die in der alten Welt (Asien, Afrika und Europa) vorkommenden Apisarten. Alle Honigbienen bauen senkrechte Waben aus rei-

nem Wachs. Die Waben sind stets beidseitig aus sechseckigen Zellen zusammengesetzt, die gleichermaßen der Vorrathaltung und Brutaufzucht dienen. Große Übereinstimmungen findet man auch in der sozialen Kommunikation, die Hauptkomponente des Königinpheromons ist die 9-oxo-2-Decensäure, das Alarmpheromon enthält bei allen Honigbienenarten als aktive Substanz Isopentylacetat. Der Bientanz dient der Futtermittelskommunikation. Bis vor wenigen Jahren wurden nur vier Honigbienenarten unterschieden. Heute werden sechs Arten anerkannt.

Die meisten höhlenbrütenden Arten bauen ihre Waben stets in Mehrzahl parallel nebeneinander. Die westliche Honigbiene, *Apis mellifera* L., hat ein riesiges natürliches Verbreitungsgebiet. Sie wird vom Kap der Guten Hoffnung bis nach Norwegen und von Portugal bis nach Afghanistan gefunden. *Apis mellifera* kommt entsprechend der Diversität ihrer Lebensräume in 25, zum Teil biologisch sehr verschiedenen Rassen vor. Die Biometrie (Bestimmung von Körpermaßen) von *Apis mellifera* wird als Schwerpunkt



Abb. 2: In den höchsten Baumkronen im tropischen Urwald von Sumatra hängen die Waben der Riesenhonigbiene *Apis dorsata*.



Abb. 3: Die freihängende Wabe von *Apis dorsata* wird von einem Vorhang aus lebenden Bienen bedeckt.

in Oberursel betrieben. Dort befindet sich die umfangreichste Honigbiensammlung und die größte Datenbank für Honigbienen. Als Standardwerk gilt die 'Biogeography and Taxonomy of Honeybees' (Springer Verlag), die kürzlich von Friedrich Ruttner, dem vormaligen Leiter des Instituts, geschrieben wurde.

Apis cerana ist der westlichen Apis mellifera sehr ähnlich. Als 'östliche' Schwesterart kommt sie auf dem asiatischen Kontinent einschließlich der Inseln, den Philippinen und Japan vor. Apis cerana wird wie Apis mellifera in Kästen gehalten und zur Honigproduktion genutzt.

Vor wenigen Jahren wurde von Imkern aus Borneo von der 'roten Biene von Sabah' berichtet. Eilige wissenschaftliche Exkursionen nach Sabah führten zur Wiederentdeckung von Apis koschevnikovi (Abb. 1), die dort neben Apis cerana in den tropischen Bergwäldern vorkommt. Diese Bienenart ist deutlich größer als Apis cerana und zeichnet sich vor allem durch einen sehr 'sanften' Charakter aus. Wir konnten ein großes Volk nebst Königin mit der bloßen Hand aus dem Baumstamm herausholen ohne auch nur einen einzigen Stich zu bekommen.

Als wehrhafteste Art kann sicherlich die asiatische Riesenhonigbiene Apis dorsata gelten, die ihre stets einzelne Wabe unter dicken Ästen (Abb. 2) oder Felsvorsprüngen im Freien baut. Die großen Waben sind von einem lebenden Vorhang aus Arbeiterinnen abgedeckt (Abb. 3 und 4). Bei Störungen lassen sich diese Bienen fallen und suchen dicht über dem Boden flie-

gend nach der Ursache der Störung. Auf Grund besonderer Komponenten im Alarmpheromon, die in Zusammenarbeit mit Uli Maschwitz (Zoologisches Institut, Universität Frankfurt) und Hans Veith (Institut für Organische Chemie, TH Darmstadt) identifiziert wurden, sind diese Bienen in der Lage, einmal gestochene Tiere oder Menschen über mehrere Kilometer zu verfolgen und dabei weiter mit Stichen zu traktieren. Auch von Apis dorsata gibt es offensichtlich mehrere Rassen in Asien. Am eindrucksvollsten ist wohl die Himalaya-Riesenhonigbiene Apis dorsata laboriosa, die als größte Honigbiene von einigen Autoren als eigene Art geführt wird.

Die kleinen, freibrütenden Zwerghonigbienenarten Apis florea und Apis andreniformis sind sich sehr ähnlich. Sie bauen ihre einzelne Wabe frei um einen dünnen Ast (Abb. 5). Erst vor wenigen Jahren konnte Apis andreniformis auf Grund der verschiedenen Anatomie des Endophallus als von Apis florea getrennte gute Art erkannt werden. Auch Apis florea und Apis andreniformis kommen zusammen (sympatrisch) mit den vorgenannten Honigbienen in vielen Regionen Asiens vor.

Abb. 5: Apis andreniformis baut kleine handtellergroße Waben im Gebüsch. Auch diese Art nistet im Freien.



Abb. 4: Die Ausmaße der Apis dorsata Wabe wird im Vergleich zur 1,68 Meter großen Autorin deutlich.

Das gegenwärtige Wissen über die Honigbienen in umfassender Darstellung

Friedrich Ruttner

Naturgeschichte der Honigbienen

360 Seiten mit etwa 500 meist farbigen Abbildungen.

Gebunden. DM 178,-. ISBN 3-431-03184-6

Seit mehr als 76 Millionen Jahren sind die Bienen der Natur unentbehrlich. Über die Bestäubung der Blüten sichern sie die Vielfalt der Pflanzenarten und damit den Fortbestand der Flora.

Kein Wunder, daß sich ihnen ein großes Publikum zuwendet: Imker, Biologen und interessierte Laien. Für alle drei Gruppen wurde dieses Werk geschrieben, denn sie sollen voneinander wissen, neue Kenntnisse austauschen – oder nur neugierige Fragen stellen. Deshalb wurde großer Wert auf allgemein verständliche Darstellung gelegt, auf Fachausdrücke möglichst verzichtet – oder sie werden erklärt.

Besonders wichtig ist die außergewöhnlich reiche Ausstattung mit über 500 zum größten Teil farbigen Abbildungen.

Der Autor: Prof. Dr. Friedrich Ruttner war u. a. hochangesehener langjähriger Direktor des international anerkannten Instituts für Bienenkunde in Oberursel und Professor an der Universität Frankfurt/Main. Er ist Ehren-Imkermeister des Deutschen Imkerbundes und Autor zahlreicher Veröffentlichungen.

Ehrenwirth Verlag München

Forschung Frankfurt Abonnement

FORSCHUNG FRANKFURT, das Wissenschaftsmagazin der J. W. Goethe-Universität, stellt viermal im Jahr Forschungsaktivitäten der Frankfurter Universität vor. Es wendet sich an die wissenschaftlich interessierte Öffentlichkeit und die Mitglieder und Freunde der Universität innerhalb und außerhalb des Rhein-Main-Gebietes.

FORSCHUNG FRANKFURT macht Arbeiten aus allen an der J. W. Goethe-Universität vertretenen Disziplinen über die engeren Fachkreise hinaus bekannt.

Hiermit bestelle ich FORSCHUNG FRANKFURT zum Preis von DM 20,- pro Jahr einschließlich Porto. Die Kündigung ist jeweils zum Jahresende möglich.

Name Vorname

Straße, Nr. PLZ, Wohnort

(nur für Universitätsangehörige:) Hauspost-Anschrift

Datum Unterschrift

Widerrufsrecht: Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb von 10 Tagen schriftlich beim Präsidenten der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Vertrieb FORSCHUNG FRANKFURT, widerrufen kann und zur Wahrung der Frist die rechtzeitige Absendung des Widerrufs genügt. Ich bestätige diesen Hinweis durch meine 2. Unterschrift:

Datum Unterschrift

Gewünschte Zahlungsart bitte ankreuzen:

Ich bin damit einverstanden, daß die Abonnementsgebühren aufgrund der obigen Bestellung einmal jährlich von meinem Konto abgebucht werden:

Konto-Nr. Bankinstitut

Bankleitzahl Ort

Datum Unterschrift

Ich zahle die Abonnementsgebühren nach Erhalt einer Rechnung per Einzahlung oder Überweisung.

Bitte richten Sie Ihre Bestellung

An den Präsidenten
der Johann Wolfgang Goethe-Universität,
„FORSCHUNG FRANKFURT“,
Postfach 11 19 32, 60054 Frankfurt

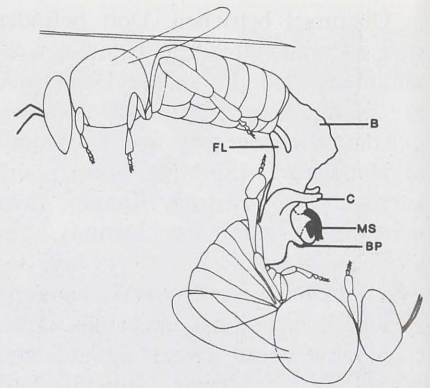


Abb. 8: Der Drohn entfernt während der Kopulation mit dem haarigen Rautenfeld das Begattungszeichen seines Vorgängers aus der Königin und hinterläßt sein eigenes Begattungszeichen. B = Bulbus, CO = Cornua, MS = Begattungszeichen, RF = Rautenfeld.

nicht auf einer Umgestaltung oder Schädigung der natürlichen Ressourcen beruht. Im Gegenteil, – Honigbienen tragen durch den Besuch der Blüten und die damit verbundene Bestäubung zum Erhalt vieler Blütenpflanzen bei. Zugleich hängt der Erhalt vieler Naturschutzgebiete in Asien und Nationalparks in Afrika (Abb. 11, S.53) davon ab, ob es gelingen wird, den Anwohnern eine ökonomisch lohnende, mit dem Naturschutz in Einklang stehende Nutzung zu ermöglichen. Hier ergeben sich wichtige Herausforderungen und zukunftsorientierte Aufgaben für ein Bieneninstitut, das – neben der universitären Grundlagenforschung – auch im Sinne der Polytechnischen Gesellschaft 'der Förderung der Bienenhaltung' zu dienen hat.

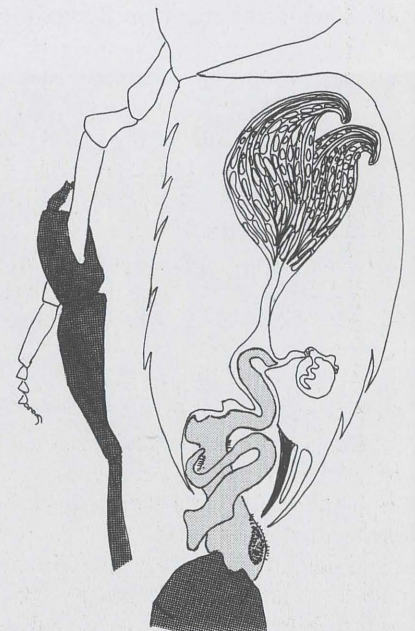


Abb. 9: Bei *Apis florea* erfolgt die Befestigung des Drohns an der fliegenden Königin mit Hilfe von Klammerapparaten der Hinterbeine.

Eine neue, ganzheitliche Betrachtungsweise der Honigbienen und ihrer Beziehungen zum Menschen:

Friedrich Ruttners „Naturgeschichte der Honigbienen“

Endlich, schon lange erwartet, liegt nun Professor Ruttners 'opus magnum' gewichtig in den Händen. An einem verregneten Nachmittag locken die schönen, bunten und einzigartigen Bilder und Fotos sofort zu aufregenden Streifzügen in die 'Wunderwelt' der Bienen. Das steirische Mürztal, der Kilimanjaro, das nepalesische Tal des Modi Khola, wirklich verführerische Entdeckungsreisen von Bild zu Bild! Hier bleibt man hängen, liest sich fest. Schon Bekanntes und ganz Neues verschmelzen, es entstehen tiefere Einsichten. Ruttners jahrzehntelange Begeisterung für die Bienen, seine wissenschaftliche Arbeit, die oft großen Belastungen und Anstrengungen haben reiche Früchte getragen, die hier in einer außerordentlich gelungenen Weise allen Bienenfreunden präsentiert werden.

Nach ausgiebigem und wiederholtem Blättern beginnt das gründliche Lesen. „Ein Versuch das gegenwärtige Wissen über das Leben der Honigbienen allgemein verständlich darzustellen“, so formuliert Ruttner in der Einführung. Das ist ein sehr hoher Anspruch, der bei einigen Lesern zunächst verständliche Vorbehalte auslöst.

Die „Biologie und Kulturgeschichte“ beginnt mit einer kurzen Übersicht über das „Sozialleben“ von *Apis mellifera*. Den eigentlichen Mittelpunkt bilden die „Hausbienen“. Nach Ruttner sind das diejenigen Bienenrassen, „die sich in Mitteleuropa unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten halten lassen“. Eine Verbindung von Biologie und imkerlicher Erfahrung beleuchtet das „Wesen“ der einzelnen Hausbienen und die Unterschiede zwischen ihnen. Die dunkle deutsche Biene, *Apis mellifera mellifera*, wird mit allen ihren, heute in Vergessenheit geratenen Qualitäten dargestellt. Ruttners eigentliche Zuneigung aber gehört der Krainer Biene, *Apis mellifera carnica*, deren natürliche(?) Sanftmut und Wabenstetigkeit als wichtige Basis für die moderne Imkerei in Deutschland genutzt wird. Auch die italienische *Apis mellifera ligustica* und die kaukasische Biene *Apis mellifera caucasica* werden als bedeutende Honigproduzenten ausführlich beschrieben.

Im zweiten Teil geht es um die wissenschaftlichen Grundlagen. Hier stehen Fragen der methodischen Erfassung der Rassen und Arten im Mittelpunkt. Bewundernswert ist die einfache und einleuchtende Darstellung der sehr komplizierten und zum Teil noch wenig bekannten Zusammenhänge von Anpassungen an den Lebensraum und evolutiver Verwandtschaft zwischen den Rassen und Arten der Honigbienen.

Die Aufgliederung von *Apis mellifera*, unserer „westlichen“ Bienenart, und die Beschreibung der einzelnen Rassen mit ihren biologischen Eigenheiten ist immer ein Schwerpunkt von Ruttners wissenschaftlicher Arbeit gewesen. Hier bietet der dritte Teil des Buches eine genaue und allgemein verständliche Übersicht. Auch im Vergleich zu Ruttners früherer, englischen Version in „Biogeography and Taxonomy of Honeybees“ ist nun mit den reichen farbigen Illustrationen eine einzigartige, überaus gelungene Darstellung dieser Bientypen entstanden, die so erfolgreich alle Lebensräume von Norwegen bis zur Südspitze Afrikas und von Portugal bis nach Afghanistan besiedelt haben.

Die asiatischen Honigbienenarten, die mit ihren unterschiedlichen Anpassungen und biologischen Besonderheiten den von unseren Bienen geprägten Rahmen überschreiten, sind Thema des vierten Teils und stehen am Ende des Buches.

Eine Einordnung der „Naturgeschichte der Honigbienen“ in die vorliegende Bienenliteratur fällt schwer. Es ist kein praxisbezogenes Imkerfachbuch und es ist ebenfalls keine wissenschaftliche Monographie. Aber es ist ein Buch für Imker und ebenso ein Buch für Wissenschaftler, voll neuer Ideen, Einsichten und Anregungen für beide. Mit der Verknüpfung von lebenslangen persönlichen Erfahrungen und produktiver wissenschaftlicher Arbeit ist Ruttner eine neue, ganzheitliche Betrachtungsweise der Honigbiene und ihrer Beziehungen zum Menschen gelungen, die sicherlich auch über das eigentliche Fachgebiet hinaus für viele, an biologischen Fragen interessierte Leser neue und wesentliche Informationen bietet.

Nikolaus Koeniger

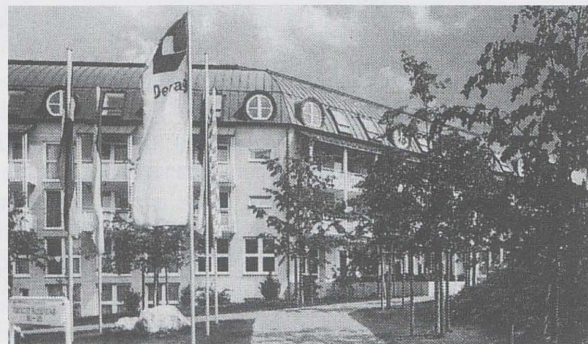
Friedrich Ruttner: Naturgeschichte der Honigbienen; 360 Seiten mit über 500 z.T. farbigen Abb. Ehrenwirth Verlag München 1992; DM 178,-



Appartement-Residenz Johann Wolfgang

Die besondere Adresse für elegantes Wohnen mit Stil.

Die Appartement-Residenz Johann Wolfgang ist Ihre richtige Adresse für gastliches Wohnen auf Zeit. Sie haben die Wahl zwischen komfortabel ausgestatteten Appartements für ein und zwei Personen, Maisonetten mit Dachterrassen oder Penthouse-Suiten.



Unseren Gästen steht neben der hauseigenen Sauna und dem Solarium auch ein Fitneßraum zur Verfügung.

Die zentrale und doch ruhige Lage der Appartement-Residenz hat eine ideale Verkehrsanbindung.

Wir freuen uns darauf, Sie bei uns zu begrüßen.

**Appartement-Residenz
Johann Wolfgang**
Großer Hasenpfad 141-145
60598 Frankfurt
Tel. 0 69 / 68 09 20
Fax 0 69 / 68 65 71



Eine Königin, die reinerbig rezessiv für die helle Farbe ist, wurde mit einer Spermatozoenmischung von verschiedenen dunklen Drohnen und einem hellen Drohn besamt. Die hellen Arbeiterinnen sind die Nachkommen des hellen Vaters und bilden eine Gruppe von Superschwestern.

Die gemischte Vaterschaft des Superorganismus Bienenvolk

Bienenköniginnen und Drohnen sind in ihrer Existenz und Fortpflanzung auf das Bienenvolk angewiesen. Je perfekter das innere Funktionieren des Bienenvolkes und seine Anpassung an die Umwelt gestaltet sind, desto mehr neue Königinnen und Drohnen werden produziert. In diesem Sinne kann es als eigene evolutive Einheit, als Superorganismus, betrachtet werden. Dieser wäre dann statt aus Zellen aus einzelnen Tieren zusammengesetzt, wobei die Arbeiterinnen den Körperzellen, die Königinnen und Drohnen den Geschlechtszellen der Keimbahn entsprechen.

In einem normalen Organismus übernehmen die somatischen Körperzellen – meist zu Organen zusammengesetzt – spezialisierte Aufgaben. Auch im Bienenstaat ist eine Arbeitsteilung zwischen den Bienenarbeiterinnen von Vorteil. Jede Arbeiterin durchläuft während ihres Lebens eine Reihe von Altersstadien, in denen sie zuerst Aufgaben im Innendienst wie Brutpflege und Wabenbau, dann Außendienstaufgaben wie das Sammeln von Nektar und Pollen oder die Stockverteidigung wahrnimmt.

Es bestehen aber auch grundsätzliche Unterschiede. Alle Körperzellen gehen auf die gleiche befruchtete Eizelle zurück und haben untereinander

identische Erbanlagen. Dies ist im Bienenvolk nicht der Fall. Die Arbeiterinnen können einerseits sehr nah verwandt sein, wenn sie den gleichen Drohn zum Vater haben. Da die Drohnenväter nur einen Chromosomensatz enthalten, sind sie sogar näher verwandt als gewöhnliche Vollgeschwister. Diese Angehörige einer 'Vaterlinie' werden daher 'Superschwestern' genannt, während die Verwandtschaft zwischen Arbeiterinnen verschiedener Vaterlinien der von gewöhnlichen Halbgeschwistern mit gemeinsamer Mutter, aber verschiedenen Vätern entspricht.

Bei den meisten Aufgaben im Bienenvolk fällt die Beteiligung der Vaterlinien unterschiedlich aus, so daß auch innerhalb von Altersgruppen eine Spezialisierung im Zusammenhang mit der Vaterschaft stattfindet. Für viele Verrichtungen ist es wichtig, daß sich genau die angemessene Anzahl Arbeiterinnen beteiligen. Insbesondere bei Arbeiten geringen Umfangs, deren Unterlassung aber gravierende Nachteile haben könnte, ist die Spezialisierung auf eine kleine Gruppe oft ergonomisch günstiger, als wenn alle (oder alle einer Altersstufe) sich beteiligen und sich dabei im Wege stehen oder andere Aufgaben vernachlässigen. Solche Arbeiten sind etwa das Entfernen

toten Bienen aus dem Volk oder das Bewachen des Stockeingangs.

Unter diesen Bedingungen könnte eine genetische Diversifizierung zwischen den Vätern geradezu verstärkt werden, wie wir in einem Simulationsmodell zeigen konnten. Hiernach kann eine genetische Veranlagung sich etablieren, deren Vorteil nur besteht, solange nur wenige Arbeiterinnen sie besitzen, auch wenn sie sich nachteilhaft auswirkt, sobald viele Arbeiterinnen sie haben.

Bei 'normalen' Organismen wird ein optimaler Vaternotyp und ein optimaler Muttertyp herausselektiert. Für den Erfolg des Superorganismus Bienenvolk würde dagegen eine komplexe Vaterschaft als optimale Mischung unterschiedlicher Väter beziehungsweise ein optimaler 'Sperma-Cocktail' mitentscheidend sein. Die Mischung der genetisch unterschiedlichen Väter am Drohnensammelplatz spiegelt dann ihrerseits die quantitative Bedeutung der entsprechenden Aufgaben wieder. Erste Ergebnisse unserer Arbeitsgruppe zeigen, daß eine zusammengesetzte Vaterschaft tatsächlich günstiger für die Kolonieentwicklung ist und sich insbesondere positiv auf die Erzeugung von Drohnen auswirkt. Weitere Untersuchungen sollen das Zusammenspiel zwischen der Streuung von Eigenschaften und der Effektivität der Aufgabenerfüllung klären.

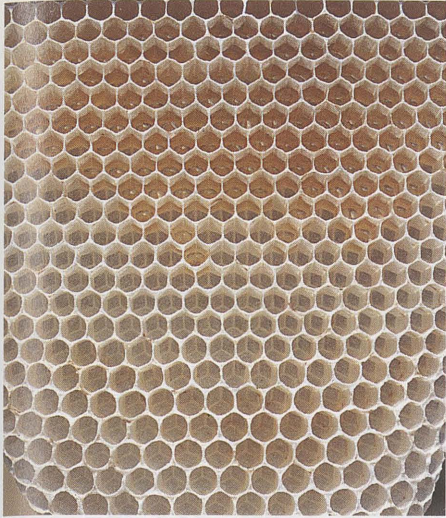


Abb. 10: Die Wabenzellen werden in zwei unterschiedlichen Größen gebaut. Bei der Eilage in die kleineren Zellen (oben) gibt die Königin dem austretenden Ei einige Spermatozoen hinzu, das Ei wird befruchtet und es entsteht eine Arbeiterin. Bei den großen Wabenzellen (unten) unterbleibt die Zugabe der Spermatozoen. Aus unbefruchteten Eiern entstehen Drohnen.

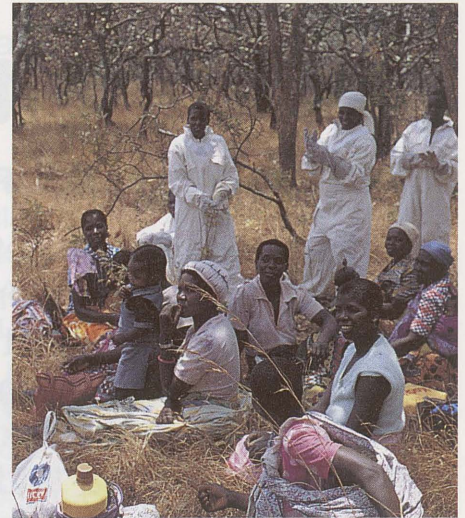


Abb. 11: Nach getaner Arbeit sind die Imkerinnen aus dem Nyika Nationalpark (Malawi) ins Lager zurückgekehrt und ziehen nun ihre Schutzkleidung aus. Die moderne Honigproduktion verschafft trotz der stets verteidigungsbereiten afrikanischen Bienen auch den Frauen mit ihren Kindern im ländlichen Raum ein dringend benötigtes Einkommen.

Dr. Gudrun Koeniger (49) und Professor Nikolaus Koeniger (51) begannen ihre wissenschaftliche Arbeit 1966 mit Untersuchungen über die Reproduktionsbiologie der Honigbiene. Die Versuche wurden bei Professor Dr. Friedrich Ruttner am Bieneninstitut in Oberursel und in Israel bei einem längeren Forschungsaufenthalt durchgeführt. Beide konnten 1968 ihre Experimente mit einer gleichzeitigen Dissertation erfolgreich abschließen. Während Gudrun Koeniger zunächst ihre wissenschaftliche Tätigkeit zu Gunsten von zwei gemeinsamen Kindern zurückstellte, arbeitete Nikolaus Koeniger erst als Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), dann als Assistent und Dozent weiter am Bieneninstitut bis zu seiner Habilitation 1978. Mehrfache längere Forschungsaufenthalte in Pakistan und Sri Lanka mit der Familie wurden zu gemeinsamen Arbeiten über asiatische Honigbienen genutzt. Über ein DFG-Projekt von Ruttner konnte Gudrun Koeniger ab 1974 ihre wissenschaftliche Arbeit über die Paarungsbiologie der Bienenkönigin wieder aufnehmen. Nach seinem Wechsel als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Universität Hohenheim erhielt Nikolaus Koeniger 1979 einen Ruf an die Universität in Guelph (Ontario). Die Auswanderung der Familie nach Kanada erfolgte 1980. Kurz darauf, die Kinder hatten sich gerade in Guelph eingelebt, kam dann der Ruf nach Frankfurt, mit dem die Leitung des Bieneninstituts in Oberursel verbunden war. Die Rückkehr aus Kanada (1981) und der neue Start in Oberursel verliefen trotz einiger Schwierigkeiten günstig. Die Situation des Instituts, das wegen der Varroakalamität – einer parasitären Bienenmilbe – zeitweise in Bedrängnis geraten war, konnte durch die Entwicklung neuer und sehr wirksamer Bekämpfungsmethoden verbessert werden. Zunehmend konnten die traditionellen Forschungsschwerpunkte des Instituts wieder verstärkt werden. Auch die gemeinsamen Arbeiten über asiatische Bienen konnten im Rahmen verschiedener Forschungsaufenthal-

te in Sri Lanka, Thailand und Malaysia in den letzten Jahren wieder aufgenommen werden. Von 1985 bis 1990 arbeitete Gudrun Koeniger in einem biochemisch orientierten DFG-Projekt von Professor Hugo Fasold (Frankfurt) und Professor Johannes Jürgen Veith (Darmstadt) über Farbstoffe von Drohnen. Zahlreiche Publikationen und Beiträge über die Paarungsbiologie der Honigbienen bei internationalen Symposien und in wissenschaftlichen Büchern aus den letzten Jahren zeugen von einer intensiven wissenschaftlichen Tätigkeit. Seit einigen Jahren ist Gudrun Koeniger Schriftführerin der 'Internatio-

laus Koeniger im Institut für Bienenkunde Oberursel. Nach seiner Promotion schloß er sich als Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft für ein Jahr der Arbeitsgruppe von Professor Richard Andrews an der Universität von Sussex/England an, wo er das Sozialverhalten von Meerschweinchen untersuchte. Nach seiner Rückkehr wurde er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zoologischen Institut der TH Darmstadt und arbeitete über soziobiologische Fragen. 1982 habilitierte er dort über die Optimierung mütterlicher Investitionen bei Hausmäusen. Seit 1984 arbeitet Stefan Fuchs am Institut für Bienen-



Die Oberurseler Bienenkundler/innen (einschließlich der drei Autoren, Gudrun und Nikolaus Koeniger: 1. Reihe, 2. und 3. von links; Stefan Fuchs: 2. Reihe, 2. von links) posieren hinter fünf Begattungskästen.

nal Union for the Study of Social Insects' und Mitglied in der Redaktion der 'Apidologie'. Privat-Dozent Dr. Stefan Fuchs (48) arbeitete zunächst bei Professor Hubert Markl, TH Darmstadt, über die akustische Kommunikation von Roßameisen und schloß diese Untersuchungen 1975 mit seiner Promotion ab. In diese Zeit fiel auch eine erste Zusammenarbeit mit Professor Niko-

kunde und ist seit 1988 Privatdozent an der Johann Wolfgang Goethe-Universität. Zunächst standen Fragen der Biologie und der Bekämpfung des Bienenschädlings *Varroa jacobsoni* im Vordergrund. Seit einigen Jahren nehmen Untersuchungen zur Auswirkung der Mehrfachpaarung der Bienenköniginnen auf die Arbeitsteilung im Bienenvolk breiteren Raum seiner Forschungsaktivitäten ein.

Sauenhaltung mit System

Von DVM Petra Tosch¹⁾, Prof. Dr. Brigitte Petersen²⁾ und Prof. Dr. U. Hühn³⁾

In ferkelerzeugenden Betrieben wird u.a. die Aufzuchtleistung der einzelnen Sauen sowie der Herden als Bewertungskriterium für die Wirtschaftlichkeit herangezogen. Dabei ist davon auszugehen, daß eine Reihe von Faktoren die Zahl der aufgezogenen Ferkel pro Sau und Jahr beeinflussen können. Leistungsfördernde Faktoren finden sich in den Bereichen Haltung, Fütterung, Stallklima und Arzneimittel Einsatz, aber auch der Spermaqualität bzw. dem Gesundheitszustand der Eber sowie nicht zuletzt der Brunstkontrolle, Belegung und Geburtenüberwachung. Deshalb muß dem Herdenmanagement bzw. der Bestandsbetreuung mit dem Ziel der Optimierung aller, den Wirtschaftserfolg beeinflussenden Faktoren in zunehmendem Maße Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Einer der Schwerpunkte der tierärztlichen Tätigkeit im Rahmen der Bestandsbetreuung liegt in der Sicherung regelmäßiger Fortpflanzungsfunktionen und hoher Reproduktionsergebnisse.

Die Aufwendungen in der Ferkelerzeugung stellen sich als umfangreich und kostenintensiv dar. Unter diesem Aspekt stellt die Anwendung eines vielfach erprobten und angewandten Fortpflanzungsmanagements zur Gleichschaltung der Ovulationseintritte bei den zur Zuchtbenutzung aufgestellten Sauen (Ovulationssynchronisation) auf der Basis von PMSG und GONAVET[®] und im weiteren Verlauf Geburtensynchronisation eine erhebliche Rationalisierung zur Kostensenkung bzw. Ertragssteigerung in der Schweinezucht dar. Wesentliche Voraussetzungen für die Wirksamkeit des Systems der Fortpflanzungslenkung sind die termingerechte gruppenweise Bereitstellung gesunder, reaktionsfreudiger Zuchttiere, der Einsatz von zwei Spermaportionen je besamte Sau sowie ein gutes Versorgungs- und Betreuungsniveau.

In der Abbildung 1 ist ein Behandlungsschema dargestellt, das für Sauenhalter, die eine 4- bis 5-wöchige Säugezeit praktizieren, gilt. Es läßt sich an die jeweiligen Bedingungen des Betriebes anpassen.

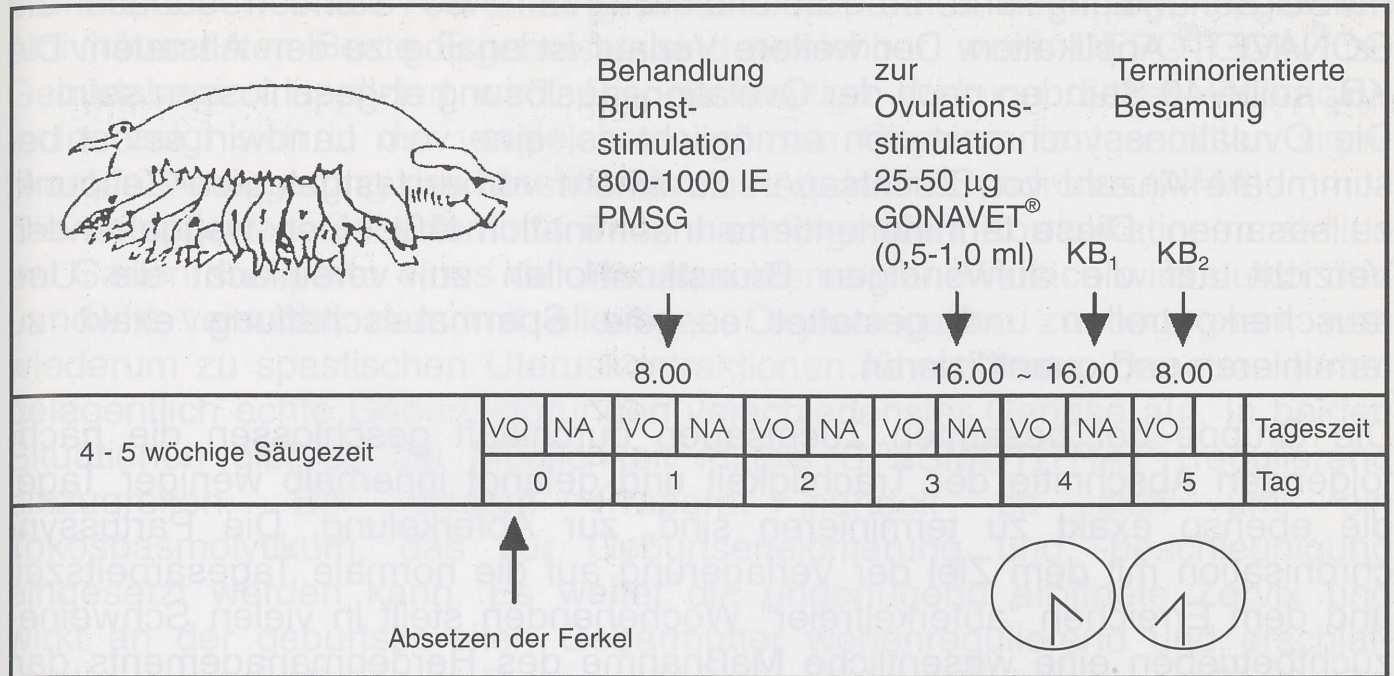
Altsauen erhalten am Tag nach der gleichzeitigen, gruppenweisen Trennung von den Ferkeln des vorausgegangenen Wurfes zunächst eine Behandlung mit Stutenserumgonadotropin (PMSG). Dies dient der gleichzeitigen Brunststimulation, regt das weitgehend synchrone Follikelwachstum an und schafft

1) Veyx-Pharma GmbH Schwarzenborn

2) Rheinische Friedrich-Wilhelm-Univ., Bonn, Inst. für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere

3) Ehem. Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock

Abb. 1: Behandlungsschema für eine Ovulationssynchronisation bei Altsauen (Beispiel)



somit günstige endokrinologische Voraussetzungen für die termingerechte Ovulationsauslösung. Hierzu eignet sich GONAVET® besonders gut. Das Präparat ist ein synthetisches Derivat des natürlichen, im Hypothalamus gebildeten und zyklusgerecht in den hypophysären Pfortaderkreislauf gelangenden Gonadotropinfreisetzungshormons GnRH, das die Synthese der beiden gonadotropen Hormone FSH (Follikelstimulierendes Hormon) und LH (Luteinisierendes Hormon) stimuliert. Im physiologisch ausgewogenen Abstand nach der PMSG-Verabreichung vermag GONAVET® zu einer verbesserten Gleichschaltung der Ovulationen innerhalb der Altsaugruppen beizutragen, als dies von anderen Wirkstoffen her bekannt ist. Die Ovulationseintritte konzentrieren sich bei diesem Verfahren auf die frühen Vormittagsstunden des 5. Tages. Somit erfolgt die erste Insemination (KB₁) zweckmäßigerweise im Abstand von 24 - 26 Stunden nach der Ovulationsauslösung, die Nachbesamung (KB₂) sollte 42 Stunden nach der Ovulationsauslösung abgeschlossen sein.

In Betrieben mit einer kürzeren Säugezeit als 5 Wochen verändert sich die Zeitspanne zwischen der PMSG- und GONAVET®-Behandlung auf 72 Stunden nach einer 4-wöchigen bzw. 78 - 80 Stunden nach einer 3-wöchigen Säugezeit.

Nach dem gleichen Grundprinzip, wenn auch mit anderen Dosierungen der Präparate, ist es möglich, auch die Remontetiere gruppenweise und im gewünschten Rhythmus (z.B. alle 3 Wochen) in die Sauenherde einzuschleusen und konzentriert zu belegen. Allerdings ist in diesem Fall eine vorübergehende medikamentelle Hemmung des Sexualzyklus notwendig. Je nach Verfahren erfolgt auch bei den Jungsauen im Anschluß an die

sog. Zyklusblockade zum "Anschub" der gleichzeitigen Brunsteintritte eine PMSG-Behandlung und im Abstand von 78 - 80 Stunden danach die GONAVET[®]-Applikation. Der weitere Verlauf ist analog zu den Altsauen. Die KB₂ sollte 40 Stunden nach der Ovulationsauslösung abgeschlossen sein. Die Ovulationssynchronisation ermöglicht es, eine vom Landwirt selbst bestimmbare Anzahl von Zuchtsauen zu einem vorher festgelegten Zeitpunkt zu besamen. Diese terminorientierte Insemination läßt einen weitgehenden Verzicht auf die aufwendigen Brunstkontrollen zu, vereinfacht die Umräuscherkontrollen und gestattet es, die Spermabeschaffung exakt zu terminieren und quantifizieren.

Die Gruppe der besamten Zuchtsauen durchläuft geschlossen die nachfolgenden Abschnitte der Trächtigkeit und gelangt innerhalb weniger Tage, die ebenso exakt zu terminieren sind, zur Abferkelung. Die Partussynchronisation mit dem Ziel der Verlagerung auf die normale Tagesarbeitszeit und dem Erreichen "abferkelfreier" Wochenenden stellt in vielen Schweinezuchtbetrieben eine wesentliche Maßnahme des Herdenmanagements dar. Dazu zählt der Einsatz von Prostaglandin F_{2α} und DEPOTOCIN[®], einem neu entwickelten Analogon des natürlichen Oxytocins. Das im Depotocin vorliegende Karbetocin, das im Organismus wesentlich langsamer abgebaut wird als das originäre Hormon, führt bei gleichschnellem Wirkungseintritt zu einer zeitlich verlängerten Wirkungsdauer, ohne die bekannten Nebenwirkungen des Oxytocins zu verursachen. Dadurch gelingt es, die Geburts-eintritte in dieser Sauengruppe auf wenige Stunden zu komprimieren. Somit entfallen die, ohne diese biotechnischer Vorkehrung notwendigen, über mehrere Tage und Nächte durchzuführenden Geburtenkontrollen. Die Ferkelversorgung (z.B. Eisengaben, Kastrationen) kann nachfolgend zu festgelegten Zeiten in ganzen Ferkelgruppen erfolgen. Grundprinzipien der Hygiene in der Schweine- und Ferkelzucht (z.B. Belegen der Abferkelabteile nach dem Rein-Raus-Verfahren) sind eher realisierbar. Dazu wird frühestens am 113. Trächtigkeitstag ein geeignetes PGF_{2α}-Präparat und ca. 24 Stunden später DEPOTOCIN[®] verabreicht. Unter Berücksichtigung der physiologisch verkürzten, zwischen Alt- und Jungsauen variierenden Austreibungszeiten sind unter Anwendung dieses Regimes die Geburten i.d.R. in den frühen Abendstunden des Tages der DEPOTOCIN[®]-Applikation abgeschlossen.

Bei Sauen besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen verlängerten Geburtszeiten und der Totgeburtenrate der Ferkel sowie dem Entstehen puerperaler Septikämien. Die Anregung zu schwacher Wehen sub partu und mangelhafter Uterusmotilität im Puerperium durch eine einmalige Applikation von Oxytocin-Präparaten ist wegen der kurzen Wirkungsdauer als unzureichend einzuschätzen. Eine Verabreichung von DEPOTOCIN[®] hat demgegenüber eine verlängerte und damit intensivere Wirkung zur Folge. Die Austreibungszeit wird unter DEPOTOCIN[®] signifikant verkürzt. Darüber-

hinaus nähern sich die für die Erholung des Myometriums notwendigen Wehenpausen unter Anwendung dieses Präparates dem physiologischen Aktivitätsmuster. Beste Ergebnisse sind erreichbar, wenn DEPOTOCIN® zu Geburtsbeginn appliziert wird. Die nachhaltige Wirkung dieses Depotoxytocins zeigt sich in der vergleichsweise zum Oxytocin festgestellten signifikanten Verringerung des Mastitis-Metritis-Agalaktie-Syndroms (MMA).

Die verzögerten Geburten mit ihren nachfolgenden Komplikationen stellen bei Sauen sub partu eines der Hauptprobleme dar. Vielfach wird durch den Landwirt versucht, dem mit alleinigen Oxytocingaben zu begegnen, was wiederum zu spastischen Uteruskontraktionen führen kann. Daneben treten gelegentlich echte Geburtsstörungen verschiedenster Genese auf. In beiden Situationen gibt es die Möglichkeit mittels SPASMOTITRAT® regulierend einzugreifen. Bei diesem Präparat handelt es sich um ein Tokospasmolytikum, das zur Geburtserleichterung und -beschleunigung eingesetzt werden kann. Es weitet die ungenügend eröffnete Zervix und wirkt an der geburtsbereiten Gebärmutter wehenregulierend und erschlaffend sowie elastizitätserhöhend auf den weichen Geburtsweg. Durch die Optimierung der Wehentätigkeit bei gleichzeitiger Förderung der Dehnungsfähigkeit von Zervix, Hymenabereich und Vulva wird der Partus erleichtert und damit das Geburtsrisiko für Feten und Muttertier herabgesetzt.

Insgesamt gesehen kann bei sinnvoller Nutzung der Methoden zur Steuerung der Fortpflanzung neben der Realisierung spezifischer Halte- und Fütterungsanforderungen durch den gezielten Einsatz der hier beschriebenen, umfangreich erprobten Veterinärpräparate die Zahl der aufgezogenen Ferkel pro Sau und Jahr weiter gesteigert werden.

Für den Sauenhalter erschließt die Anwendung des Fortpflanzungsmanagementsystems die Chance zur Aufzucht von einheitlichen Ferkelpartien mit gleicher genetischer Konstruktion und hohem Hygienestatus, was wiederum erhebliche Marktvorteile mit sich bringt. Die Anwendung dieses Verfahrens erlaubt darüberhinaus die exakte Organisation der Stallbelegung und des daraus resultierenden Arbeitsanfalls sowie des Produktionsablaufes und -ausstoßes nach einem festen Zyklogramm mit immer wiederkehrenden Arbeitsschwerpunkten und Organisationsterminen. Sie führt damit zu einer Kostensenkung bei gleichzeitiger Ertragssteigerung. Dies wiederum ist vorteilhaft für die rationelle und erfolgreiche Durchführung der künstlichen Besamung, die gleichzeitige Belegung und Räumung von Stalleinheiten nach dem Alles Rein - Alles Raus-Prinzip und fördert damit die Hygiene, Herdenüberwachung und Leistungsentwicklung im sauenhaltenden Betrieb.

Veyx-Pharma GmbH

Söhreweg 6 • 34639 Schwarzenborn

Telefon (0 56 86) 2 16 / 2 17 • Telefax (0 56 86) 14 89

Wirtschaftssysteme im historischen Vergleich:

Von Bertram Schefold, Helge Peukert und Oliver Volckart



Der den Kunstwissenschaften entlehnte und dort unentbehrliche Begriff des Stils erlaubt, Geschichteperioden unter dem Blickwinkel einer Gestaltseinheit, als „Einheit des Ausdrucks und der Haltung“ zu betrachten. In seiner Anwendung auf wirtschaftliche Phänomene faßt der Stil die in Traditionen und gemeinsamem programmatischem Wollen begründeten sichtbaren und der Beschreibung zugänglichen Charakteristika des Wirtschaftens zusammen. Sie zeigen sich im Vergleich verschiedener Länder mit ähnlicher Wirtschaftsordnung und ähnlichem Wirtschaftssystem, aber unterschiedlichem Arbeitsverhalten, unterschiedlicher Wachstumsdynamik und unterschiedlichen Außenhandelsbedingungen und -erfolgen.

Bodennutzung und Bevölkerungsentwicklung

So war das Wachstum in der Bundesrepublik in den ersten Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg deutlich stärker exportorientiert und auch rascher als in Großbritannien, seine Finanzierung gründete im Vergleich stärker auf einer Eigenfinanzierung und einer Finanzierung durch Banken als auf einer Finanzierung über die Börse, die Haltungen der Gewerkschaften waren verschieden und ebenso die Perspektiven der internationalen Integration. Einige der Unterschiede lassen sich auf der Ebene der Ordnung und des Systems beschreiben; der Kontrast im Ganzen lud aber auch zum Vergleich charakteristischer Unterschiede des Gesamtzusammenhangs ein, so wie heute gern Vergleiche zwischen europäischen Ländern und Japan, sei es auf der Ebene des „Stils“ der Unternehmensführung, sei es auf der der nationalen Wirtschaftspolitik, durchgeführt werden.



Vorgänger

Gewöhnlich gliedert man die Wirtschaftsgeschichte nach Kriterien, die eigentlich der Technik-, Politik- oder Kulturgeschichte angehören. So spricht man von der neolithischen Revolution oder unterscheidet „antike“ und „feudale“ Gesellschafts- und Wirtschaftsepochen. Schon die klassische Nationalökonomie hat aber den Anspruch erhoben, Wirtschaftstheorie und -geschichte miteinander zu verbinden; danach soll der innere Zusammenhang der Epochen nach wirtschaftstheoretischen Gesichtspunkten begründet werden.

Karl Marx und die historische Schule der Nationalökonomie haben in je eigener Weise eine notwendige Abfolge bestimmter Produktionsweisen oder Wirtschaftsstufen postuliert. Um die Jahrhundertwende suchten sich dann Max Weber und Werner Sombart von der Dogmatik des Fortschrittsgedankens zu befreien; nach dem Ersten Weltkrieg gewann eine „Verstehende Nationalökonomie“ an Boden, die unter dem Eindruck der Herausforderung durch den Sozialismus den „Kapitalismus“ historisch und systematisch von anderen Wirtschaftsformen abzugrenzen suchte.

Dabei wurden die wirtschaftlichen Erscheinungen nicht mehr isoliert, sondern im kulturellen Zusammenhang betrachtet, denn man meinte, daß der „Wirtschaftsgeist“ – also etwa die Arbeitshaltung, die Investitionsbereitschaft, das Interesse an Verbesserung der Technik – das wirtschaftliche Tun trägt. Webers Soziologie hatte gezeigt, wie die Entwicklung des Wirtschaftsgeistes mit scheinbar fernliegenden Geistesentwicklungen in anderen Bereichen, insbesondere der Religion, verbunden sein konnte.

Walter Euckens „Grundlagen der Nationalökonomie“ (1940) wurden in der Zeit etwa zwischen 1960 und 1990 meist als theoretische Begründung ei-

ner modernen ordnungspolitischen Diskussion zur Abgrenzung vom Interventionismus und zur Beurteilung der Unterschiede westlicher und östlicher Wirtschaftssysteme aufgefaßt. In dieser Funktion genießt Euckens Buch hohes Ansehen. Aber es kann auch als eine Vollendung des Programms der Historischen Schule aufgefaßt werden: Eucken versucht, nach einfachen Kriterien die denkbaren Grundformen des Wirtschaftens aufzugliedern (zentral / dezentral, vollständige / unvollständige Konkurrenz usw.), um dann die Wirtschaftsform einer bestimmten Epoche in einem bestimmten Gebiet durch eine Überlagerung dieser Grundtypen zu erklären.

So verband beispielsweise das alte Ägypten privatwirtschaftliche Ordnungselemente mit ausgedehntem Staatsbesitz, und weite Bereiche der Wirtschaft wurden zentral verwaltet, während Eucken etwa in der Betrachtung mittelalterlicher Städte die unvollkommene Konkurrenz heranzog, um die Wirkung der tariflichen Bindung der Preise durch die Zünfte zu analysieren.

Mit seinem auf die moderne Systemtheorie vorausweisenden Ansatz wollte Eucken solche für ihn methodisch nicht hinreichend geklärten Begriffe wie „Wirtschaftsgeist“ eliminieren und sich auf Konzepte beschränken, die sich durch die damals verfügbaren Instrumente der ökonomischen Theorie präzisieren ließen. Wo die jüngere Historische Schule also einen Stil hatte verstehen und beschreiben wollen, suchte die auf Eucken aufbauende Forschung ein System mit den Mitteln der modernen Theorie zu analysieren.

Seit Oktober 1991 fördert die Fritz Thyssen-Stiftung dieses auf zwei Jahre angelegte Projekt, an dem ein Volkswirt und ein Historiker als Mitarbeiter beteiligt sind. Es soll die in den dreißiger Jahren unterbrochene Diskussion über die theoretische Analyse vorindustrieller Wirtschaftsformen wieder aufgreifen.

Das Projekt zielt nun nicht auf die aktuelle Anwendung, sondern auf die von der Wirtschaftsgeschichte in den letzten Jahren vernachlässigte Aufgabe der Analyse vergangener Wirtschaftsformen, wobei wir die Linie der europäischen Wirtschaftsentwicklung von der Antike über das Mittelalter bis zur frühen Neuzeit verfolgen, im Vergleich allerdings auch noch die Verhältnisse bei ausgewählten „primitiven“ Kulturen heranziehen wollen.

Die Antike

Eine Herausforderung liegt im Vergleich von Antike und Mittelalter. Gibt es Elemente der Wirtschaftsform, die diesen von der allgemeinen und von der Kulturgeschichte getrennten Epochen je eigen sind? Die Beschreibung der Antike als einer auf Sklaverei und die des Mittelalters als einer auf Leibeigenschaft gegründeten Produktionsweise erweist sich als sehr problematisch.

Um zu überzeugenden und nicht im allgemeinen verbleibenden Charakterisierungen zu gelangen, müssen weitere Einschränkungen getroffen werden, und so hat das Projekt sich an einem Vergleich des Stadtstaates von Athen in der Zeit der klassischen Hochblüte mit anderen griechischen Stadtstaaten versucht. Trotz vieler Schwierigkeiten mit den Quellen lassen sich hier Ordnungs- und Systemprinzipien ebenso wie Stilaspekte benennen. Die marktwirtschaftliche Allokation herrscht bei weitem vor. Es gibt eine (im Vergleich zum Orient) bewußte Ablehnung bürokratisierender und zentralisierender Tendenzen. Im demokratischen Prozeß wird eine enge Verschränkung zwischen wirtschaftlichen und politischen Zielen sichtbar.

Die Lebensform, die kulturelle Leistungen von so bedeutender Nachwirkung hervorgebracht hat, setzt nicht nur den Sklavenbesitz reicherer Bürger, sondern auch die Bereitschaft der ärmeren voraus, sich in äußeren Ansprüchen zu bescheiden, um dadurch am kulturellen und politischen Leben teilnehmen zu können. Angesichts der allmählich fortschreitenden Konzentration des Landbe-

Eberhard Fischer

Reinigung lufttechnischer Anlagen GmbH

Spezialreinigung von Klima-Lüftungsanlagen, Radialkondensatoren, Ventilatoren, Kühltürmen, Luftkanälen, Küchenabzugshauben, Kühlmöbeln, Desinfektion von lufttechnischen Anlagen.

60433 Frankfurt/M. Alt Eschersheim 68 · Fax (069) 5341 47 · Ruf 51 80 69

sitzes und des Bevölkerungswachstums wäre, von den Ordnungs- und Systemelementen her, auch eine zunehmende Proletarisierung denkbar gewesen. Die Politik suchte andere Lösungen, darunter, besonders charakteristisch, die Gründung von Kolonien an schwach besiedelten Küsten des Mittel- und des Schwarzen Meers, sozusagen eine Zellteilung, um den Charakter des Wirtschaftsstils, der in den politischen Reden so deutlich zum Ausdruck kommt, zu erhalten.

Wildbeutergesellschaften

Sowohl die landwirtschaftliche als auch die industrielle Revolution bereiteten den Weg für sehr junge Wirtschaftssysteme im Vergleich zum ursprünglichen Jäger- und Sammlerwirtschaftssystem, das die Menschheit seit Beginn ihrer eigentlichen Entwicklung vor ungefähr einer Million Jahren betrieb. Es herrschte über 99 Prozent ihrer Entwicklungszeit vor; in diesem Jahrhundert ist es nur noch rudimentär bei den Inuit, den australischen Aborigines, den Buschmännern in Botswana oder den Pygmäen in Zaire anzutreffen.

Seit den sechziger Jahren entfernte sich die wissenschaftliche Diskussion vom Maßstab des bei Wildbeutern fehlenden Güterüberflusses. Man fragte sich, wie Jäger und Sammler es schaffen, für ihre Population eine ausreichende Bedürfnisbefriedigung ohne Ressourcenübernutzung (und Bevölkerungsexplosion) zu sichern.

Jäger und Sammler leben so von ihrem Land, wie sie es vorfinden. Sie sichern ihre Lebensgrundlagen durch Jagen, Fischen und Sammeln wilder Früchte und Körner. Sie besitzen wenige komplizierte Werkzeuge, aber beste Kenntnis über das jahreszeitliche Vorkommen ihrer Nahrung. Der so zu erzielende kalorische Ertrag ist mehr als ausreichend und, da oft mehrere hundert genießbare Pflanzen bekannt sind, sehr abwechslungsreich, so daß Jäger und Sammler aus einer breiten Nahrungspalette wählen können. Aber der Bevölkerungsdichte wird meist durch begrenzende Faktoren wie Wasserknappheit eine objektive Schranke gesetzt. Sie verhindern die Übernutzung des Jagdgebiets. So ist es mit einfachen Techniken nicht möglich, viele Tiere einer Herde an einer Wasserstelle mit Speeren (im Unterschied zu Gewehren) zu erlegen.

Wildbeuter leben zumeist in kleinen Gruppen mit wenigen Familien, die zusammen selten 50 Individuen überschreiten. Diese Gruppengröße ergibt sich aus dem Erfordernis, mindestens vier Jäger

(und deren Familien) in einer Gruppe zu haben, die eine Art Risikoteilung betreiben, da die Beute zerlegt wird und nicht jeder Jäger täglich erfolgreich jagt. Andererseits ergibt sich eine Begrenzung der Gruppengröße durch die Tatsache, daß sich mit zunehmender Größe der Radius des Jagens und Sammelns vergrößern muß. Eine kalorische Aufwands- und Ertragsbilanz spricht aber gegen Radien von über 10 km, da der Kalorienaufwand und der Transport der Beute zum Lager ihren Ertrag fast aufzehren.

Die Gruppen sind locker strukturiert und kaum stabil, da Einzelpersonen und Familien oft die Gruppen (wegen Streitigkeiten oder regional-temporären Nahrungsempässen) wechseln. Wildbeuter sind sehr mobil und verändern die Lager-



plätze in ihrem Territorium, um sich an die Jahreszeiten anpassen, Tierwechsell zu folgen und Pflanzen pflücken zu können. Es gibt keine institutionalisierte Zwangsgewalt, klar definierte Führerpositionen oder formale Autorität; Entscheidungen werden in verständigungsorientierter Diskussion getroffen; markante Fähigkeiten werden anerkannt, aber oft bewußt heruntergespielt, um Statusdifferenzierungen zu verhindern.

Alle Gruppenmitglieder, Verwandte und Besucher anderer Gruppen haben offenen Zugang zu den Ressourcen, was den egalitären Charakter der Wildbeuter unterstreicht. Wildbeuter-Gesellschaften kennzeichnet eine fast statische Bevölkerungsgröße, die von der früheren Forschung auf den Ausgleich einer hohen Geburten- durch eine hohe Sterbeziffer zurückgeführt wurde, die aber zumindest auch zum Beispiel auf Formen bewußter Familienplanung durch Kinstötung beruht. Eine Frau kann nämlich bei ständig wechselnden Lagerplätzen nur ein Kind tragen und aufziehen. Natürliche Faktoren wie Schlankheit durch Bewegung wirken als Ovulationshemmer bei weniger als 22 Prozent Fettanteil am Körpergewicht.

Dem System- und Stilkonzept liegt der Gedanke eines komplexen interdependenten Strukturganzen zugrunde,

das sich auch in den symbolisch-stilistischen Äußerungsformen dokumentiert und sich insbesondere im Wirtschaftsalltag als spezifischer „Wirtschaftsgeist“ im Sinne Max Webers niederschlägt. Im Unterschied zu den Schwendbauern, die den Ituri-Regenwald Zaires als zu kontrollierendes Gegenüber (Unkraut, Überwucherung usw.) auffassen, gilt den Pygmäen als Jägern und Sammlern der Wald als gutwilliger Spender, den sie als Vater und Mutter verstehen und in ihren quasisakralen Riten ansprechen. Diese Deutung wirkt auf ihren Wirtschaftsalltag: Sie halten zum Beispiel längerfristige Planung oder Vorratshaltung nicht für nötig, und es erscheint ihnen nur berechtigt, das zu nehmen, was ihnen der Wald an Tieren und Pflanzen gibt, nicht aber diesen selbst beispielweise durch Pflanzenanbau eigenständig zu verändern.

Auf der Ebene des Wirtschaftssystems können traditionelle ökonomische Optimierungsmodelle auch auf Jäger- und Sammlergesellschaften angewandt werden, indem nach den Regeln optimalen Jagens und Sammelns (im Sinne der Kostenminimierung) gefragt wird. So läßt sich die Wirtschaft einer Wildbeuter-Gesellschaft aufgrund der übersichtlichen Form ihrer Ernährungsweise gut in Form einer Input-Output-Analyse und eines linearen Programmierungsmodells erfassen.

Zunächst enthält das Modell die Ressourcen, die bestimmte Kalorienwerte, Proteine, Vitamine, Eisen usw. bieten. Eine Jagd verursacht bestimmte Kosten, beispielsweise an Zeit und Kraftaufwand. Ihnen stehen die genannten ernährungsphysiologischen Erfordernisse der minimalen Kalorienzufuhr pro Tag gegenüber. In einer Zielfunktion wird ein Minimierungsziel formuliert, zum Beispiel die Erfüllung aller Erfordernisse unter Minimierung des Zeitaufwandes oder der verbrauchten Kalorien bei Jagd und Sammeln. Die Ergebnisse können mit den tatsächlichen Jagdergebnissen von Wildbeutern verglichen werden.

Die Tatsache, daß die Optimierungswerte mit denen des tatsächlichen Jagd- und Sammelergebnisses erstaunlich oft übereinstimmen, zeigt, daß sie mit ihrer technisch einfachen und bescheidenen Strategie der Subsistenzsicherung nicht nur heutige Bevölkerungs- und Wirtschaftsexpansion durch eine Kontrolle der Bevölkerung und ohne Manipulation der erneuerbaren Solarenergieresourcen zu vermeiden verstanden, sondern sich auch als erstaunlich effiziente „Ökonomen“ im Rahmen ihres Wirtschaftssystems und -stils erwiesen.

Das Mittelalter

Die rund 1000 Jahre der mittelalterlichen Geschichte weisen nur wenige Charakteristika auf, die es rechtfertigen, diesen Zeitraum als Einheit zu behandeln. Gerade im Hinblick auf die Wirtschafts- und Bevölkerungsgeschichte fallen krasse Entwicklungsbrüche ins Auge, die eine klare Periodisierung erlauben. Im Laufe der Spätantike hatten Kriege und Seuchen die Bevölkerung des Abendlandes drastisch vermindert.

Die allgemeine Unsicherheit trug in der Zeit bis etwa zum 8. Jahrhundert zur Entstehung eines ländlichen Wirtschaftssystems bei, das sich von dem spätrömischen im wesentlichen dadurch unterschied, daß auf den ökonomisch dominierenden Großgütern nicht nur Sklaven, sondern auch abhängige Bauern beschäftigt wurden. Diese Bauern verfügten daneben über Parzellen, die sie eigenverantwortlich bearbeiteten, so daß sich eine Zweiteilung der agrarischen Nutzfläche ergab. Über die Erträge, die auf beiden Teilen erwirtschaftet wurden, wissen wir so gut wie nichts. Dennoch können wir unter Berücksichtigung dessen, was von der damaligen Wirtschaftsordnung bekannt ist, und mit Hilfe theoretischer Überlegungen einige Schlüsse ziehen.

Die Quellen lassen nämlich klar erkennen, daß abhängige Bauern und angesiedelte Sklaven gerade so viel Boden erhielten, daß die Subsistenz ihrer jeweiligen Haushalte gesichert war. Da die Bevölkerungszahl niedrig war, gab es viel landwirtschaftlich nicht genutzte Fläche, wobei sich die Frage stellt, warum die Bauern diese nicht zur Ergänzung heranzogen. Grundsätzlich gehörte aller Wald dem König, der seine Ansprüche jedoch kaum durchsetzen konnte.

Wenn die Bauern sich mit ihren Parzellen zufrieden gaben, müssen dafür

Stilfaktoren verantwortlich gewesen sein: Scheu vor dem Unbekannten, Reste heidnischer Tabus gegen das Roden des Waldes und ähnliches. Die Häufigkeit von Kriegen und Plünderungszügen tat ein übriges: Die Bauern zogen es vor, in dicht bewohnten Siedlungskernen zu leben, und waren daher gezwungen, ihre Parzellen relativ intensiv zu bewirtschaften. Dies spricht für vergleichsweise hohe Erträge pro Kopf.

Auf der anderen Seite verfügte der Herr über ein größeres und zudem über ein organisierbares Arbeitskräfteaufge-



Die drei Stände des mittelalterlichen Weltbildes. Seit der Karolingerzeit sind die Begriffe „labor“ und „Feldarbeit“ deckungsgleich. Aus Lichtenbergers „Prognosticatio“, Jacob Meydenbach, Mainz 1492.

bot: die Sklaven, die in seiner Villa lebten, und die Bauern, die ihm gerade während der Zeit fronen mußten, in der die Bearbeitung ihrer eigenen Felder drängte. Sklaven und Fronbauern werden auf den Feldern des Herrn ihre Arbeitskraft und Sorgfalt nicht in dem Maße einge-

setzt haben, wie sie es auf eigenem Grund und Boden vielleicht getan hätten, weshalb die Annahme, die Pro-Kopf-Erträge seien dort niedriger gewesen, die pro Flächeneinheit dafür aber höher, wohl berechtigt ist.

Die spärlichen und verstreuten Quellenangaben zeigen, daß die Ergebnisse, die auf diese Weise erzielt wurden, verglichen mit späteren jämmerlich niedrig waren (wofür auch ungünstiges Klima, geringer Kapitaleinsatz und unzulängliche Techniken verantwortlich waren). Zwei Drittel oder die Hälfte der Ernte mußten offenbar regelmäßig als Saatgut zurückgehalten werden. Eine Vorsorge für Notzeiten war unter derartigen Umständen kaum möglich: Man lebte von der Hand in den Mund.

Ein völlig anderes Bild bietet sich einige Jahrhunderte später, im Hochmittelalter. Das Herrenland ist zum größten Teil an Bauern ausgegeben, deren Abgaben in Geld oder Naturalien ein wichtiger Bestandteil der Einkünfte des Grundherren sind. Frondienste spielen eine immer unwichtigere Rolle; auf dem restlichen Herrenland arbeiten landlose Tagelöhner oder Bauern, deren Parzellen zu klein sind, um sie und ihre Familien zu ernähren. Auch wohlhabendere Bauern beschäftigen Lohnarbeiter auf ihren Höfen.

Die Dorfgemeinschaft organisiert ihre Arbeit weitgehend autonom, ohne Eingriffe durch den Grundherrn. Dort, wo sich Fruchtwechsellsysteme, wie die Drei- oder Mehrfelderwirtschaft, durchgesetzt haben, herrscht der Flurzwang, d.h. alle Bauern des Dorfs sind an die genossenschaftlich getroffenen Entscheidungen über Pflug-, Saat- und Erntezeiten gebunden. So wird eine gegenseitige Behinderung vermieden, aber es bleibt kaum noch Raum für individuelles Handeln. Wie wirkte sich dieses System auf die Intensität der Bodennutzung aus?

TRAPP

Akten- und Datenvernichtung • Containerdienst
Ferd.-Porsche-Straße 6 - 10 • 60386 Frankfurt / Main

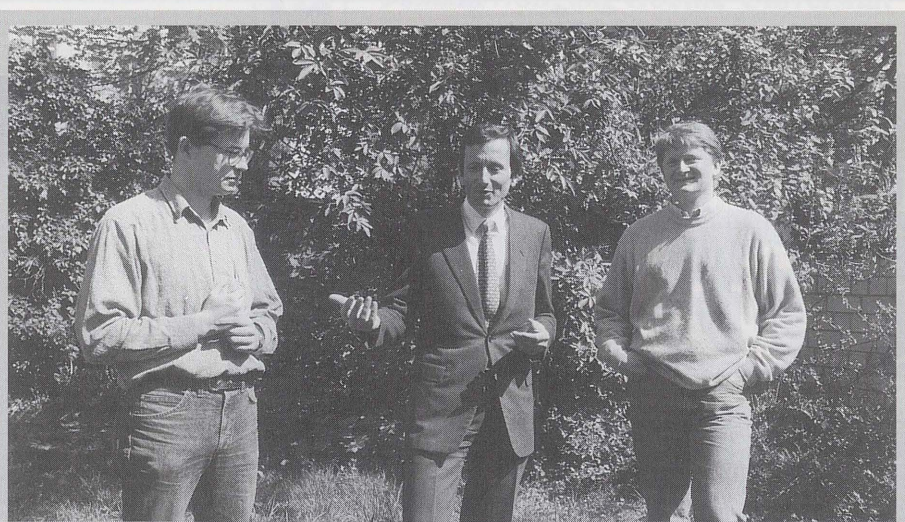
☎ 069 / 42 09 68 35 FAX 069 / 42 09 68 33

Die im Vergleich zum frühen Mittelalter dichte Bevölkerung (es sind Zahlen überliefert, die verschiedentlich denen des späten 18. Jahrhunderts entsprechen) bedingte eine durchschnittlich viel geringere Größe der bäuerlichen Parzellen. Nur den verbesserten Agrartechniken war es zu verdanken, daß sich zum Beispiel in England rund die Hälfte der Bevölkerung durch landwirtschaftliche Arbeit ernähren konnte, ohne auf Nebenerwerbsquellen angewiesen zu sein. Diese Techniken wirkten stark produktivitätssteigernd, waren aber anders als die heute vorherrschenden Innovationen wenig kapitalintensiv und dafür – wie zum Beispiel die Dreifelderwirtschaft – umso arbeitsaufwendiger.

Der Anteil der nicht-landwirtschaftlich tätigen Bevölkerung, die mit ernährt wurde, war im Hochmittelalter größer als in der Karolingerzeit, aber der einzelne Bauer hatte nicht unbedingt mehr zu essen als seine Vorfahren.

Die hochmittelalterlichen Grundherren versuchten in der Regel, so produktivitätsorientiert wie möglich zu wirtschaften, indem sie zum Beispiel die von ihnen gezahlten Löhne von der dafür erbrachten Leistung abhängig machten. Zudem waren Arbeitskräfte reichlich vorhanden und daher billig, so daß es möglich war, eine große Intensität der Kultivierung zu erreichen – auch hier allerdings eher pro Flächeneinheit als pro Kopf. Der Einsatz von Kapital blieb nämlich auch im Rahmen der Grundherrschaften beschränkt. In der Forschung wurde dafür immer wieder eine Haltung verantwortlich gemacht, der zufolge die Adligen sich mit einem Produktivitätsniveau, das zur Deckung ihres gesellschaftlich gegebenen Bedarfs ausreichte, beschieden hätten. So zu argumentieren heißt aber, die Vergangenheit ausschließlich vom Standpunkt der Gegenwart aus zu interpretieren: Verglichen mit heute waren die hochmittelalterlichen Investitionsraten gering, verglichen mit dem frühen Mittelalter wurden aber gewaltige Fortschritte erzielt.

Wahrscheinlicher ist, daß das komplizierte Zusammenwirken höherer Investitionen und sich dadurch steigernder Erträge, mit deren Hilfe wiederum mehr investiert werden konnte, von Menschen, die nicht gewöhnt waren, in ökonomischen Kategorien zu denken, höchstens ansatzweise durchschaut wurde. Immerhin wurden dank der seit dem frühen Mittelalter wesentlich verbesserten Agrartechnik und dank des vermehrten Einsatzes von Arbeit auch so Erträge erzielt, die um das drei- bis fünffache über den Raten der Karolingerzeit lagen.



Professor Dr. Bertram Schefold (49) studierte zunächst Mathematik, theoretische Physik und Philosophie. Mit seiner Doktorarbeit über die Theorie der Kuppelproduktion an der Universität Basel wandte er sich den Wirtschaftswissenschaften zu. Nach der Promotion ging er für zwei Jahre nach Cambridge/Großbritannien und Harvard/USA, 1974 wurde er zum Professor für Wirtschaftswissenschaften an die Universität Frankfurt berufen.

Mit der doppelten Qualifikation als Soziologe und Volkswirt ist **Dr. Helge Peukert (36)** zum Institut für Markt und Plan

gekommen; beide Studiengänge schloß er mit dem Diplom an der Universität Frankfurt ab. Es folgte eine Doktorarbeit über das sozialökonomische Werk Wilhelm Röpkes, die er vor zwei Jahren beendete. Seitdem arbeitet er an dem Projekt „Wirtschaftssysteme im historischen Vergleich“ mit, zu dem auch Oliver Volckart (29) gestoßen ist. Er hat an der Freien Universität Berlin Geschichte und Anglistik studiert und sitzt zur Zeit an einer Doktorarbeit über ein Thema aus der spätmittelalterlichen-frühneuzeitlichen Verfassungsgeschichte.

Die „Krise des Spätmittelalters“ ist mittlerweile beinahe zum geflügelten Wort geworden. Aber anders als Wilhelm Abel (der den Begriff in den dreißiger Jahren prägte) annahm, läßt sie sich offenbar nicht ausschließlich auf die Seuchenzüge zurückführen, denen in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts etwa ein Drittel der europäischen Bevölkerung zum Opfer fiel. Der Schwarze Tod hätte nämlich kaum so viele Menschenleben gefordert, wenn die Bevölkerung nicht schon vor seinem ersten Auftreten zumindest in West- und Mitteleuropa durch Mangelernährung und Hungersnöte geschwächt gewesen wäre. Nach dem bisher Gesagten dürfte klar sein, aus welchem Grund das der Fall war: Die Produktivität der hochmittelalterlichen Landwirtschaft war groß, konnte in Westeuropa, wo die Bevölkerungsdichte hoch war, aber ohne eine – nur durch größeren Kapitaleinsatz mögliche – weitere Intensivierung nicht mehr gesteigert werden. Wenn das hochmittelalterliche System im Laufe der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts zusammenbrach, liegt das also daran, daß es in Westeuropa an Boden mangelte, im Osten an Arbeit, und überall an dem Willen und der Fähigkeit, den Kapitaleinsatz zu vergrößern.



Nur 24
Stunden nach
der Bestellung
kann Ihr Büro
wie neu aus-
sehen

TOP
BÜROMÖBEL

der Schnelllieferant

sagenhafte Auswahl
Beratung inclusive

Dieburger Straße 36
Frankfurt-Fechenheim
Telefon (069) 942101-0
Telefax (069) 421031

Dr. Wirth

2 x in Frankfurt

069/50009-0

Dr. Wirth
AppleCenter
Berner Straße 52
60437 Frankfurt



AppleCenter

069/28 39 56

Dr. Wirth
AppleCenterpoint
c/o Farbton
Junghofstr. 16
60311 Frankfurt



AppleCenterpoint

Beachten Sie bitte auch den Beitrag „Das Handschriftenerkennungssystem AQUIRE“ von Bernd Klauer und Klaus Waldschmidt auf Seite 20 dieses Magazins.

**Buchmessenbeilage zum
Wissenschaftsmagazin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität**

Impressum

Herausgeber

Der Präsident der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Redaktion und Gestaltung

Ulrich Thimm, Referent für Wissenschaftsberichterstattung, Senckenberganlage 31, Postfach 11 19 32, 60054 Frankfurt am Main, Raum 1057, Telefon (069) 798-3266, Telefax (069) 798-8530,

Mitarbeit: Saphir Robert.

Vertrieb

Ingrid Steier, Senckenberganlage 31, Postfach 11 19 32, 60054 Frankfurt am Main, Raum 1058, Telefon (069) 798-3637.

Anzeigenverwaltung und Herstellung

Anzeigenagentur Alpha, Informationsgesellschaft mbH, Bürstädter Straße 48, Postfach 14 80, 68623 Lampertheim 1, Telefon (06206) 57021, Telex 4 65 749 alpha d, Telefax (06206) 3942;

Satz- und Layout-Herstellung auf CCS-Textline mit Unterstützung der Fa. Rudolf J. Manke - Softwaresysteme, 68623 Lampertheim 5, Telefon (06241) 80904.

Bezugsbedingungen

FORSCHUNG FRANKFURT kann gegen eine jährliche Gebühr von 15,- DM, abonniert werden. Das Einzelheft kostet 4,- DM bei Versand zzgl. Porto. Einzelverkauf u.a. im Buch- und Zeitschriftenhandel in Uni-Nähe und beim Vertrieb.

Die Beilage „FORSCHUNG FRANKFURT extra“ erscheint zur Buchmesse und wird kostenlos mit der Ausgabe 3/90 des Wissenschaftsmagazins geliefert.

Für Mitglieder der Vereinigung von Freunden und Förderern der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main e.V. sind die Abonnementgebühren für FORSCHUNG FRANKFURT im Mitgliedsbeitrag enthalten.

Hinweis für Bezieher von FORSCHUNG FRANKFURT (gem. Hess. Datenschutzgesetz): Für Vertrieb und Abonnementverwaltung von FORSCHUNG FRANKFURT werden die erforderlichen Daten der Bezieher in einer automatisierten Datei gespeichert, die folgende Angaben enthält: Name, Vorname, Anschrift, Bezugszeitraum und - bei Teilnahme am Abbuchungsverfahren - die Bankverbindung. Die Daten werden nach Beendigung des Bezugs gelöscht.

Die Beiträge geben die Meinung der Autoren wieder. Der Nachdruck von Beiträgen ist nach Absprache möglich.

10. Jahrgang

ISSN 0175-0992

Abbildungen

Titelbild: Nikolaus Koeniger; Seite 1 Foto: Deutsche Presseagentur.

Osteuropa: Seite 2 und 3 Konzeption und Illustration: Uwe Jäschke; Seite 4 bis 10 Fotos: Deutsche Presseagentur; Seite 11 Foto: Simone Humml.

Bäckerasthma: Seite 12 und 13 Konzeption und Illustration: Hans-Jürgen Hein; Seite 14 oben und 15 oben Grafiken: Hans-Jürgen Hein; Seite 14 unten und 15 unten: Rainer Wiewrodt; Seite 16 Abbildung: Bayer; Seite 17 und 18 Abbildungen: Rainer Wiewrodt; Seite 19 oben Foto: Simone Humml; Seite 19 unten Foto: Rainer Wiewrodt.

Schrifterkennung: Seite 20 und 21 Konzeption und Illustration: Elmar Lixenfeld; Seite 21 unten und 22 Abbildungen: Bernd Klauer; Seite 24 und 25 Fotos: Elmar Lixenfeld; Seite 26 Abbildung: Bernd Klauer.

Sauerstoffüberdrucktherapie: Seite 28 und 29 Konzeption und Illustration: Hans-Jürgen Hein; Seite 30 Foto: Simone Humml; Seite 31 bis 39 Fotos und Abbildungen: Gerd Hoffmann.

Bienenkunde: Seite 41 bis 53 Fotos und Abbildungen: Gudrun und Nikolaus Koeniger.

Wirtschaftsgeschichte: Seite 58 und 59 Fotos: Universitätsbibliothek Heidelberg; Seite 61 Abbildung: Lee, The !Kung San; Seite 62 Abbildung: Rösener, Die Bauern; Seite 63 Foto: Simone Humml.