

bioskop

Zeitschrift der Austrian Biologist Association

Ausgabe 4/05 Einzelpreis € 6,50 ISSN 1560-2516



GENE UND LEBEN

23

Charakterlose Gene

Ulrich Kattmann

19

Reales oder vermeintliches Risiko

Helge Torgersen

29

Vernetzte Nano-Welt

Gundula Weingartner

33

Wollt ihr den totalen Markt?

Richard Kiridus-Göller, Franz M. Wuketits

7

Gentechnik in der Landwirtschaft

Peter Weish

17

eLearning (+CD)

Monika Bachler

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

mit dem vorliegenden Heft präsentiert sich das **bioskop** in neuer Form, mit einem neuen Team, in dem freilich die meisten schon bisher, inhaltlich und strukturell, an der Zeitschrift mitgewirkt haben.

Unser Hauptanliegen bleibt, die Biologie in ihrer ganzen Tragweite und mit ihren vielfältigen Bezügen zu unserer Kultur ins Bild zu rücken und dabei auch kontroversen Themen gebührend Aufmerksamkeit zu schenken. Jedes Heft wird also auch weiterhin ein „Schwerpunktheft“ sein, fokussiert auf ein bestimmtes aktuelles Thema. Neu in unserer Zeitschrift sind die Rubriken „Personen und Geschichte“ und „Was uns bewegt“. Selbstverständlich soll das **bioskop**, wie schon bisher, nicht zuletzt den Erfordernissen des Schulunterrichts gerecht werden, und wir hoffen, in Zukunft verstärkt auch

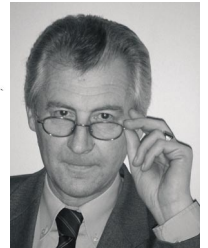
interessierte Schülerinnen und Schüler ansprechen zu können.

Die Fachdidaktik wird ein fester Bestandteil von **bioskop** sein. Von der Biologie wird oft gesagt, sie sei die Leitwissenschaft für das 21. Jahrhundert. Das ist keine Übertreibung, wie beispielsweise die andauernden Debatten über Biotechnologie, nunmehr auch im Zusammenhang der Nanotechnologie, erkennen lassen. In diesem Heft bemühen wir uns, den aktuellen Stand der Diskussion aufzuzeigen, Hintergrundinformation zu liefern und das Thema in einen breiteren Kontext zu stellen. Die Beiträge zusammengekommen machen das ganze Spektrum der Probleme deutlich erkennbar. Leben ist mehr als die Summe seiner Gene, so könnte man verkürzt sagen, und unsere eigene Zukunft wird maßgeblich auch davon abhängen,

wie wir das Leben in seiner ungeheuren Erscheinungsvielfalt, die uns Menschen ja mit einschließt, begreifen, wie wir mit dem Leben auf unserem Planeten umgehen.

Abschließend wollen wir uns noch bei Hans Hofer und Hubert Salzburger bedanken, die fünf Jahre lang die Hauptverantwortlichen für das **bioskop** waren, und wir laden Sie, liebe Kolleginnen und Kollegen, herzlich ein, uns künftighin mit konstruktiver Kritik zu unterstützen. Eine Zeitschrift lebt nicht zuletzt von Ihren Leserinnen und Lesern.

fuhten
Franz M. Wuketits



Buchempfehlung



Rupert Riedl:
DIE UNHEILIGE ALLIANZ.
Bildungsverluste zwischen
Forschung und Wirtschaft.

Wien: WUV Universitätsverlag FACULTAS, 2004.
128 Seiten, broschiert, ISBN 3-85114-859-6

Die Sorge um die Bildungspolitik gehört mit zum Vermächtnis von Rupert Riedl. In einem seiner letzten Bücher beschreibt er eine fatale Verbindung, die von Wirtschaft und Wissenschaft.

Nachdem die historischen Wurzeln des europäischen Bildungssystems ausgeleuchtet werden, wird dann auf die Wurzeln deren heutigen Zerstörung hingeführt und der Einfluss der Wirtschafts-ideologie auf das Bildungssystem dargestellt. Forschung und Lehre dienen nicht mehr der Wahrheitssuche, sondern der Gewinnmaximierung.

Das Geld wird nicht mehr in das Wissen um Zusammenhänge und nicht mehr zu einem besseren Verstehen der Welt investiert. Forschung und Lehre werden zu sektorialer Ausbildung in immer eng-

eren Bereichen gedrängt und verlieren so den eigentlichen Wert ihrer universitären Aufgabe.

Als „Orchideenfach“ wird abqualifiziert, was nicht der weiteren Geldvermehrung dient. Und was sich nicht den neuen bildungsökonomischen Kriterien beugt, das evaluiert man weg. So entsteht eine unverantwortbare Macht, deren Produkte unverantwortlich werden können. Die „Unheilige Allianz“ ist jene, die sich nun anschickt, das wichtigste Korrektiv unserer Kultur, nämlich Bildung zu verdrängen.

Wie er in den Schlussworten bekennt, schrieb sich der Autor das Buch in der Hoffnung auf eine „bessere Welt“ von der Seele, im Glauben an die Opposition der Gebildeten.

BILDNACHWEIS

Titelbild
GÖLLER, C.-G.



Fotos, Illustrationen & Grafiken
BRANDL, I.: S.26, 27, 28

dialog<>gentechnik: S. 13 (Abb.1), S. 16 (Abb.1),
S. 16 (Abb.2), S. 22

GARBER, K.: S. 17, 18

HAIGER, A.: S. 12, 14

IMP: S. 21

KATTMANN, U.: S. 24

KIRIDUS-GÖLLER, R.: S. 4, 5, 6

WIMMER, M.: S. 31

WEISH, P.: S. 9

Thema	4	Gene und Leben Richard Kiridus-Göller
Forum	7	Gentechnik in der Landwirtschaft Peter Weish
	12	Gen-Ethik in der Nutztierzucht Alfred Haiger
	19	Reales oder vermeintliches Risiko Helge Torgersen
Didaktik	23	Charakterlose Gene Ulrich Kattmann
	16	Biotechnologie zum Anfassen Karin Garber
	17	eLearning Monika Bachler
Focus	26	Nanotechnologie Inge Brandl
	29	Vernetzte Nano-Welt Gundula Weingartner
Personen und Geschichte	30	Wissenschaftlicher Nachruf auf Rupert Riedl Manfred Wimmer
Was uns bewegt	33	Wollt ihr den totalen Markt? Richard Kiridus-Göller, Franz M. Wuketits
ABA Intern	34	ABA-Nachrichten, Buchempfehlung, Abo, Mitgliedschaft, Leitbild

Ausgabe 4 / 2005 | 8. Jahrgang

Gene und Leben

Medieninhaber und Verleger
Austrian Biologist Association (ABA),
Member of European Countries
Biologists Association (ECBA)
bioskop erscheint viermal jährlich.

Präsident der ABA
Mag. Helmut Ulf Jost
Fuchgrabengasse 25, 8160 Weiz
helmut.jost@stmk.gv.at

Internet
www.bioskop.at
www.aba-austrianbiologist.com

Herausgeber
Prof. Dr. Franz M. Wuketits
franz.wuketits@univie.ac.at

Chefredakteur
Dr. Richard Kiridus-Göller
bioskop@vienna.at

Redaktionsmitglieder
Dr. Dieter Armerding
ÖStR Mag. Franz Bacher
Dr. Thomas Berti
Dr. Hans Hofer
HOL Hubert Salzburger

Redaktionssitz
Chimanistraße 5
A-1190 Wien

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. Georg Gärtner,
Universität Innsbruck

Dr. Susanne Gruber,
Wirtschaftsuniversität Wien
Prof. Dr. Walter Hödl,
Universität Wien
Prof. Dr. Bernd Lötsch,
Naturhistorisches Museum Wien
Prof. Dr. Erhard Oeser,
Universität Wien
Dr. Eberhard K. Seifert,
Wuppertal Institut
Prof. Dr. Gottfried Tichy,
Universität Salzburg
Doz. Dr. Peter Weish,
Universität Wien
emer. Prof. Dr. Horst Werner,
Universität Salzburg / IDN
Dr. Manfred Wimmer,
Gymnasium Waidhofen a. d. Thaya

Public Relations
Mag. Erwin Lengauer
erwin.lengauer@univie.ac.at

Werbung
Mag. Rudolf Lehner
r.lehner@asn-linz.ac.at

Layout und Satz
Clemens-G. Göller
clemens.goeller@vienna.at

Druck
Facultas Verlags- und Buchhandels AG
Berggasse 5, A-1090 Wien
www.facultas.at
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier
(Auflage 1000)

Gene und Leben

„Baupläne“ und „Bausteine“

Der Entdecker der Basenkomplementarität der DNA, der österreichische Biochemiker Erwin Chargaff, legte leidenschaftlich dar, dass „Leben“ zu jenen Wörtern gehöre, von denen ein jeder glaubt, dass er sie verstehe, ohne sie aber vernünftig erklären zu können.

RICHARD KIRIDUS-GÖLLER

Die klassische Lehrmeinung, die Bausteine des Lebens seien die Zellen: „Omnis cellula e cellula“, „Omne vivum e vivo“ ist der Vorstellung ähnlich, die reale Existenz der Natur beruhe auf Materie, und diese auf unteilbaren Einheiten – Atomen.

Wenn Exobiologen der Frage nachgehen, ob es auch Leben außerhalb unseres Planeten gibt, braucht es eine Grundvorstellung davon, was „Leben“ ist. Der Kardinalfrage „Was ist Leben?“ widmete der österreichische Physiker Erwin Schrödinger ein kleines einflussreiches Buch mit dem Untertitel „Die lebende Zelle mit den Augen eines Physikers betrachtet“. Der Ansatz biophysikalischer Erklärungsversuche zum Phänomen „Leben“ ist der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik, von dem Albert Einstein gesagt haben soll, es sei das einzige Naturgesetz, von dessen ewiger Unumstößlichkeit er überzeugt sei.

Schrödinger betrachtete den Kehrwert jener Formel, die sich auf dem Grabstein Ludwig Boltzmanns im Wiener Zentralfriedhof findet, als Lösungsansatz. „Das, wovon ein Organismus sich ernährt, ist negative Entropie. Oder, um es etwas weniger paradox auszudrücken, das Wesentliche am Stoffwechsel ist, dass es dem Organismus gelingt, sich von der Entropie zu befreien, die er, solange er lebt, erzeugen muss.“

Da Leben nur weit entfernt vom thermodynamischen Gleichgewicht möglich ist (Ilya Prigogine), muss es durch Abtransport von Entropie über Abgrenzungen gelingen, lokal Negentropie zu erzeugen. Das also ist der biophysikalische Bauplan der „Bausteine des Lebens“. Negentropie kann mit Information gleichgesetzt werden. Information ist die – unabhängig von „Inhalt“ oder „Bedeutung“ (!) – festzustellende Abweichung der Signalverteilung vom statistischen Durchschnitt.

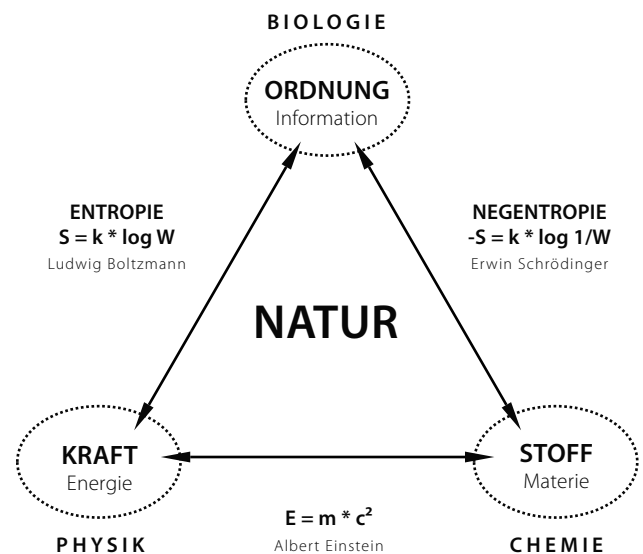
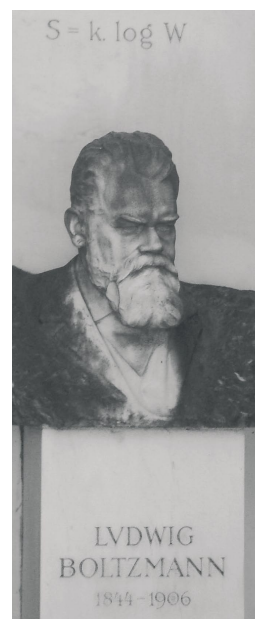
Die informationshaltigen Strukturen der „Bionten“ sind das Ergebnis von Zufall und Gesetzmäßigkeit. Mit dieser Feststellung ist aber die Frage nicht beantwortet, was deren Entstehungsgeschichte ist. Die Evolutionstheorie ist das dritte große naturwissenschaftliche Lehrgebäude neben der Quantenphysik und Relativitätstheorie.

Die Entwicklungsgeschichte des Lebens ist mit der Geschichte des Planeten eng verbunden. Die existenzbestimmenden Faktoren des Lebens fassen wir mit dem Begriff „Umwelt“ zusammen. Das

Umweltmedium Wasser ist der Hauptbestandteil alles Organischen, diesbezüglich haben alle Organismen das Milieu der Urmeere nie verlassen. Für das Lebendige existenznotwendig sind dann noch vier Substanzgruppen: Proteine, Polysaccharide, Lipide, Nukleinsäuren.

Das berühmte „Ursuppen-Experiment“ von Miller & Urey hat uns vor Augen geführt, dass sich die wesentlichsten biochemischen Verbindungen unter den Randbedingungen der Uratmosphäre spontan bilden. Die grundsätzliche Einsicht dahinter aber ist, dass durch Anregungen quantenphysikalischer Mikrozustände neue Eigenschaften auf der biomolekularen Funktionsebene wirksam werden. Begreifen wir die einwirkende kosmische Strahlung im Kontext der Relativitätstheorie und die Quantenphysik als den Hintergrund der atomaren Ereignisse, erscheint das Evolutionsgeschehen in neuem Licht: Die emergente Ordnung des Lebendigen ist ein Extrakt von Naturgesetzen. Konrad Lorenz fand den schönen Satz „Leben ist lernen“.

Dem Leben ging ein Licht auf: Mit der rettenden Erfindung der Photosynthese gelang es der Biosphäre, die organisch-chemischen Bedingungen des Urplaneten zu synthetisieren. Der Umstand, dass



Die 3 Entitäten der Natur

sich die Pflanze uns im Blattgrün zeigt, beruht auf Wechselwirkungen solarer Strahlung und submolekularen Ereignissen. Die Sonne ist der Motor des Lebens. Die primäre Leistung der Photosynthese ist die lichtbetriebene Zerlegung des Wassers, wodurch mit dem Wasserstoff „Reduktionskraft“ gewonnen wird, der Rest ist Abfall.

„Die nach ansteigenden Potentialen geordneten Redox-Systeme und ihre Substrate markieren die Reihenfolge in der Evolution und der Atmungskette und der sie besitzenden Organismen. NAD und ähnliche Coenzyme standen aufgrund ihres negativen Redoxpotentials am Anfang der Entwicklung. Damit wird auch klar, dass die Photosynthese nicht die Ursache, sondern die notwendige Folge der Evolution der Atmungskette war. Nicht weil photoautotrophe Organismen Sauerstoff produzierten, entwickelte sich die Atmungskette und erwies sich als Selektionsvorteil, sondern umgekehrt stand die sich sukzessiv verlängernde Atmungskette am Beginn dieser Entwicklung. Deshalb übte auch nicht der plötzlich in der Atmosphäre erscheinende Sauerstoff den entscheidenden Evolutionsdruck aus, sondern die Verbesserung der Energiebilanz aufgrund der Elektronentransportphosphorylierung, die bereits unter den anaeroben Bedingungen für ihre Besitzer vorteilhaft war“ (H.F. Müller: Evolution und Alter von Bakterien.- Naturwissenschaften 63 [1976] 224-230).

Die Abfolge der biochemischen Evolution in der codierten Verschränkung von Organismus und Umwelt ist weiterhin Gegenstand von Spekulation. Dafür, dass die reduzierende Uratmosphäre der Erde wich und sich eine oxidierende Lufthülle einstellte, gibt es bio-geochemische Belege. Der biogene Anteil des Luftsauerstoff-Gehalts ist eher hypothetisch als bewiesen. Die Koexistenz von freiem Sauerstoff und Stickstoff in der Erdatmosphäre ist mikrobiell bedingt und zur Sauerstoffproduktion durch UV-Photolyse des Wassers wissen wir nicht, welchen Einfluss über geologische Zeiträume der Gezeitenhub des Mondes auf den nicht zu vernachlässigenden Wasserdampfgehalt in der Hochatmosphäre hatte. Auch wenn der tatsächliche Beitrag der Photosynthese zum Sauerstoffgehalt unserer Atemluft fraglich ist, ist hingegen deren Beitrag als Kohlendioxid-Senke gewichtig. Die entropischen Wirtschaftsprozesse unserer Zivilisation drehen diese Vorgänge dramatisch um.

Der Zustand der Atmosphäre ist seit den Anfängen ein Bild-Spiegelbild-Phänomen des Lebens. Vom thermodynamischen Gleichgewicht entfernte Atmosphären eignen sich daher als Indikator für die Suche nach Leben im All.

Die biologische Selbstorganisation beruht auf der Übertragung des Negentropie-Gradienten auf die Umwelt. Die Verschränkung von Organismus und Umwelt gleicht Abbild und Urbild, diese Kausalität ähnelt der Beziehung von

Henne und Ei. Informationsbestände, die sich nicht direkt auf die genetische Information zurückführen lassen, fassen wir insgesamt als „epigenetische Information“ zusammen. Das Leben erzeugt sich jene Umwelt, die es zur eigenen Existenz braucht. Dieses Faktum gipfelt in den Kulturleistungen des Menschen.

Menschen und Schimpansen haben gemeinsame Vorfahren und sich vor etwa sechs Millionen Jahren auseinander ent-

Kurze Semiologie des Lebendigen

*Transformation und
Phasenübergänge der Information.*

1. Der syntakt. Aspekt: die „reine“ Information:

Jedes Zeichen entstammt einem Zeichenvorrat (Alphabet) und steht zu anderen Zeichen in Beziehung. Die digitale Basensequenz der „genetischen Information“ befindet sich in der syntaktischen Ebene des Lebendigen. -

Schulbiologie: die genetische Definition des Lebewesens.

2. Der semantische Aspekt: die „Funktion“:

Jedes Zeichen bezieht sich auf etwas, hat einen „Zweck“. Die Basentriplets der DNA korrelieren mit Aminosäuren und diese mit Proteinen usw. Informationskreisläufe transformieren zu Funktionskreisläufen, solche modelliert die Kybernetik. -

Schulbiologie: die physiologisch-morphologischen Lebensprozesse.

3. Der pragmat. Aspekt: die „Organisation“:

Es entstehen bild-spiegelbildliche Wechselwirkungen zwischen den Zeichen und den Empfängern der Zeichen im System. Damit entstehen analoge und homologe Muster - die „Ordnung“ der Organe und Organismen.

Die Vorgänge werden mit dem Instrumentarium der Chaos-Theorie abstrahiert. -

Schulbiologie: die aut-, syn- und demökologischen Muster des Lebens.

4. Selbstorganisation durch Iteration:

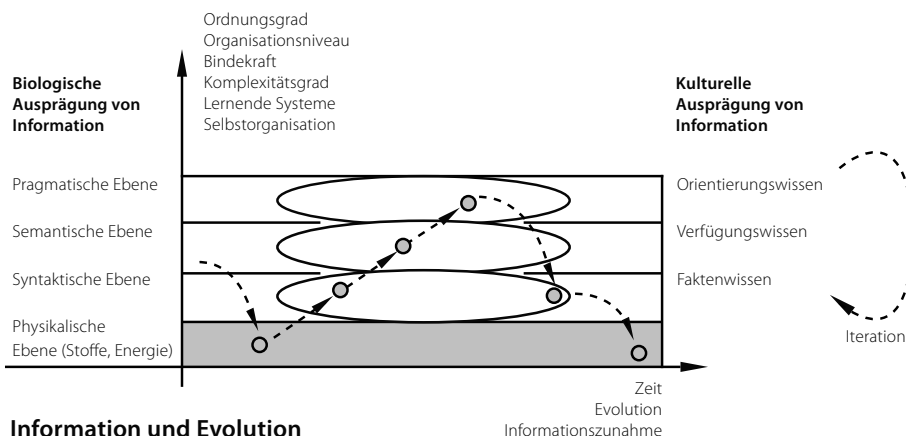
Der Informationsfluss iteriert (von lateinisch *iterare*, „wiederholen“) zwischen den semiotischen Ebenen (Phasen) und findet (errechnet, selektiert) in wiederholter Anwendung desselben Verfahrens „sinnvolle“ (systemkompatible) Lösungen: Die „Kohärenz“ betrifft die Möglichkeiten (Lösungsmengen) der Binnenbedingungen der Informationsträger (Organismen), die „Korrespondenz“ die der Außenbedingungen der Informationsquellen (der Umwelt). -

Schulbiologie: Systemwissen, die Evolutionsstrategie des Lebendigen.

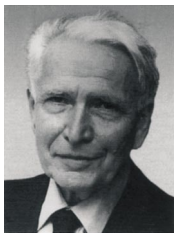
„Survival of the fittest“ (Charles Darwin)

„Alles Leben ist Problemlösen“ (Karl R. Popper)

„Leben ist lernen“ (Konrad Lorenz)



wickelt. Seitdem veränderte sich ihr genetischer Bauplan ungeachtet der Evolution kaum. Was macht den Menschen zum Menschen? Das Erbgut alleine mit Sicherheit nicht. Je nach Definition ist es bis zu 99 Prozent mit dem Erbgut des Menschen identisch. Der „Bauplan des Lebens“ ist eine Metapher und nicht die alleinige Grundlage der Ordnung des Lebendigen.



Erwin Chargaff (1905 – 2002)

Wir sollten uns im Klaren sein, wenn wir in lebende Systeme eingreifen, auf welcher Systemebene wir das tun. Der Beginn des Lebens ging mit der informationsgesteuerten Chemie einher, wobei die biochemischen Substanzen aufeinander wechselseitig angewiesen sind (vgl. Manfred Eigens Modell des Hyperzyklus). Zwar wissen wir nicht, wie die Information ins Genom gelangt ist, dennoch fasst der Medizin-Nobelpreisträger Renato Dulbecco (1978, S.35) die Kenntnisse in der Aussage zusammen, dass Leben die Aktualisierung der in den Genen codierten Anweisungen ist. Allerdings vermag die DNA ohne Proteine und RNA nichts.

Viren, die nichts als verpackte genetische Information sind, werden erst in Zellen aktiv. Die Signalabfolge der Nukleinsäuren ist eine rein syntaktische, ohne jede Bedeutung – der Informationsgehalt ist die Abweichung der Signalabfolge vom statistischen Durchschnitt. Erst mit der Transformation dieser „genetischen Information“ auf die Funktionsebene, wie das in Prokaryonten geschieht, entsteht so etwas wie semantische Information in Form von Bedeutungsträgern. Die Wechselseitigkeit der Elemente auf der

Funktionsebene bringt die nächste Komplexität, die Organisationsebene hervor: Der Sprung zu den Eukaryonten mit Organellen, die ihre eigene DNA beherbergen, muss einen bioökonomischen Vorteil haben, sonst wäre „höheres Leben“ nicht zu der enormen Vielfalt gelangt. Der Informationsbestand auf der Organisationsebene wird zuweilen als „pragmatische Information“ zusammengefasst. Das biologische System iteriert zwischen Information, Funktion, Organisation. Der Komplexitätsgrad des ökologischen Gesamtgefüges ist das Thema der Systembiologie.

Vom „Schmetterlingseffekt“ der Chaostheorie wissen wir, dass minimale Veränderungen in den Anfangsbedingungen einen wahren Wirbelsturm von Veränderungen auf der Makroebene auslösen können. Die Substitution der Selektionswirkung ökologischer Rahmenbedingungen durch die „Marktkräfte“ ist die Antithese zur nachhaltigen Einbindung des Menschen in den oikos der Biosphäre.

Systemwissenschaftlich ist die Angabe von Grenzwerten für freigesetzte genmanipulierte Objekte nicht vertretbar. Was unter Umständen am Spiel stehen kann, davon gibt die Ausbreitung von AIDS eine Ahnung, auch wenn dies nicht der erste Super-GAU gewesen sein sollte (Booby Hatch: Wechselwirkung 6[1984]4, S.38-41).

Die Logik des Lebendigen ist nicht die sozialdarwinistische des Marktes. Die Attraktivität der Gentechnik besteht nicht zuletzt darin, dass die Simplizität der Bakterien und ihre Eigenschaften den zeitgeistigen Denkmustern entgegenkommen: sie wachsen exponentiell und haben eine enorme Produktivität – sie würden aber ohne die computergesteuerte Umwelt in Bioreaktoren an ihren eigenen Stoffwechselprodukten zugrunde gehen.

Die Grundlagen unserer Zivilisation entziehen sich immer mehr unseren angeborenen Anschauungsformen. Zu den „Adaptionsmängeln“ der menschlichen Vernunft (Rupert Riedl) tritt die Aufkündigung des bio-kulturellen Zusammenhangs in der postmodernen Zivilisation hinzu. Es braucht uns daher nicht zu wundern, dass die Gentechnologie wie schon die Kernenergie mit Recht zum gesellschaftlichen Angstthema geworden ist.

L I T E R A T U R

- CHARGAFF, Erwin (1988): Unbegreifliches Geheimnis. Wissenschaft als Kampf für und gegen die Natur. 4. Aufl. Stuttgart (Klett-Cotta)
- DULBECCO, Renato (1987): Der Bauplan des Lebens. Die Schlüsselfragen der Biologie. München (Piper), S.35.
- EIGEN, Manfred / WINKLER Ruth (1985): Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall. München und Zürich (Piper)
- LORENZ, Konrad (1973): Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München (Piper)
- PRIGOGINE, Ilya (1988): Vom Sein zum Werden.- 5. Aufl. München und Zürich (Piper)
- RIEDL, Rupert (1975): Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. Hamburg und Berlin (Paul Parey)
- SCHRÖDINGER, Erwin (1987): Was ist Leben ? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet. Neuauflage München (Piper)
- WUKETITS, Franz M. (1981): Biologie und Kausalität. Biologische Ansätze zur Kausalität, Determination und Freiheit. Berlin und Hamburg (Paul Parey)

A U T O R U N D K O N T A K T

Dr. Richard Kiridus-Göller

Professor an der Vienna Business School
Franklinstraße 24, A-1210 Wien
bioskop@vienna.at



Gentechnik in der Landwirtschaft

Aus ökologischer und gesellschaftspolitischer Perspektive

Vorbemerkung

Dieser Aufsatz ist z.T. ein persönlicher Erfahrungsbericht über die langjährige Beschäftigung mit diesem Thema. Als Humanökologen, der seit Jahrzehnten in der Umweltbewegung aktiv ist, erfüllte den Autor der Vormarsch der sogenannten „grünen“ Gentechnik in der Landwirtschaft mit Sorge und Unbehagen. Die folgenden Darlegungen beziehen sich vorwiegend auf diesen Zweig, die „rote“ Gentechnik im Bereich der Medizin wird nur am Rande erwähnt, obwohl es auch dort viele offene Fragen gibt, die einer eigenen kritischen Betrachtung wert sind.

PETER WEISH

Gewinnerwartungen der Wirtschaft, Skepsis bei den Konsumenten

Die Entwicklung von Methoden zur Transplantation genetischen Materials über Artgrenzen hinweg eröffnet zahlreiche Möglichkeiten der Veränderung von Nutzpflanzen und Haustieren. Ziele sind Qualitätsverbesserung, Ertragsteigerung, Schädlingsresistenz, aber auch Herbizidresistenz, was den Einsatz spezieller Herbizide gezielt auch während der Wachstumsperiode ermöglicht.

Die großen Chemie- und Pharmafirmen haben sich der gewinnversprechenden Gentechnik zugewendet. Sie haben Saatgutfirmen aufgekauft und damit begonnen, ihre patentierten gentechnisch veränderten Sorten im großen Stil zu vermarkten. Erklärtes Ziel war und ist, mit gentechnisch modifizierten Nutzpflanzen den Agrarmarkt zu dominieren. An-

fang der Neunzigerjahre zeichnete sich ein durchschlagender Erfolg dieser Strategie ab. Die USA waren führend in der Anwendung und auch in der EU wurden auf Drängen der Wirtschaft die gesetzlichen Grundlagen für den groß angelegten Einsatz der Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion geschaffen. Darüber hinaus erfuhren die gentechnischen Forschungsprojekte großzügige staatliche Förderung.

Das Pro und das Kontra

Die Befürworter der Gentechnik machen unter anderen folgende Vorteile geltend: Mit dem Anbau gentechnisch veränderter Sorten (z.B. Mais) können höhere Erträge erreicht werden.

Gentechnische Sortenverbesserung gestattet die Verringerung von Chemikalieneinsatz in der Landwirtschaft, die damit umweltverträglicher wird.

Organische Rohstoffe als Ausgangsmaterial für technische Produkte können gentechnisch gezielt verbessert werden, was eine Vereinfachung von Verfahren und damit eine Verringerung der Umweltbelastung ermöglichen kann. Ein Beispiel dieser Art sind gentechnisch veränderte Kartoffeln zur Herstellung von Klebern. Solche „Industriekartoffeln“ sind allerdings nicht als Nahrungsmittel geeignet. Mit dem Einsatz von Gentechnik in der Pflanzen- und Tierzucht können Sorten/Linien mit Eigenschaften hergestellt werden, die mit herkömmlichen Zuchtmethoden nicht machbar sind (z.B. Resistenzzüchtungen).

Gentechnik erlaubt es, in Lebensmitteln

das Spektrum von Inhaltsstoffen gezielt zu verbessern, was für die Konsumenten Vorteile bringt, wie z.B. eine Erhöhung des Anteils an ungesättigten Fettsäuren in Ölen oder Vitaminen (Beispiel Golden Rice), Verbesserung der Lagerungseigenschaften, etwa bei der Anti-Matsch-Tomate „FlavrSavr“.

In der Pflanzen- und Tierzucht können mittels Gentechnik rascher die gewünschten Zuchtziele erreicht werden als mit der klassischen Auslesezüchtung. Das ist besonders bei der Verwirklichung von Zuchtzielen wie Produktivitätssteigerung, bei denen mit klassischen Zuchtungsverfahren die Möglichkeiten mehr oder weniger ausgeschöpft sind und daher keine schnellen Erfolge mehr zu erzielen sind, ein wesentlicher Faktor. Die Befürworter heben vor allem die Möglichkeit der raschen, gezielten Veränderung in der Pflanzen- und Tierzucht hervor. Gentechnik soll den Hunger in der Welt besiegen.

Aus ökologischer (ganzheitlicher) Sicht erscheint dieser Ansatz, ausgehend von der Manipulation des Zellkerns die Welt verbessern zu wollen, reduktionistisch und anmaßend. Die überhebliche und realitätsfremde Einstellung der Gentechniker kommt schon dadurch zum Ausdruck, dass sie große Teile der DNS, deren Funktion bis vor kurzem unbekannt war, abwertend als wertlos (junk DNA) bezeichnet haben. (siehe etwa Gibbs 2003). Die gentechnischen „Weltverbesserer“ verstehen nicht einmal die Vorgänge im Zellkern!

Gerade die als Vorteil ausgegebene Schnelligkeit der gentechnischen Veränderung ist in höchstem Maße bedenklich, weil Neuerungen so rasch in die Welt getragen werden und andere Sorten verdrängen, dass zu wenig Zeit zur Bewährung bleibt, zu wenig Zeit, um aus Fehlern zu lernen. Solange die Entwicklung langsam und zunächst kleinräumig

verläuft, kann lebensfähige Vielfalt zunehmen. Das ist der Pflanzenzüchtung im Laufe der kulturellen Entwicklung des Menschen auch Jahrtausende lang gelungen. Veränderungen waren langsam, Bewährtes wurde nicht vorschnell verdrängt. Das Ergebnis waren tausende regionale Landsorten, war lebensfähige Vielfalt als lokal angepasste, verlässliche, sozialverträgliche und zukunftsfähige Nahrungsbasis der Menschheit.

In den letzten Jahrzehnten jedoch – zunächst ganz ohne Gentechnik – hat die landwirtschaftliche Entwicklung die Bedingungen der biologischen Wertschöpfung (Vielfalt und Gemächlichkeit) verletzt, die Industrialisierung der Landwirtschaft ist zu rasant und zu großräumig geworden. Immer rascher wird Vielfalt ab- statt aufgebaut. Gentechnik wird diese verhängnisvolle Entwicklung weiter beschleunigen.

Der Hunger in der Welt kann nicht mit zu geringer Produktivität in der Landwirtschaft erklärt werden, sondern er hat sozioökonomische Ursachen. Die „Grüne Revolution“ kann als Warnung dienen. Statt den Hunger zu besiegen hat die großräumige Verdrängung traditioneller agrarischer Strukturen durch industrielle Landwirtschaft in der sogenannten Dritten Welt ökologische Schäden, Verschuldung, Hunger und Elend geschaffen. Gentechnik in der Landwirtschaft ist eine konsequente und verschärfende Weiterführung dieser Fehlentwicklung. Die industrielle Landwirtschaft mit ihrer Abhängigkeit von billigem, reichlichem Erdöl ist keine nachhaltige Basis der Welternährung. Die zukunftsfähigen, kleinräumigen, angepassten Landwirtschaftsformen dürfen ihr in der letzten Phase des Erdölzeitalters nicht geopfert werden.

Das Pro und Kontra um die Grüne Gentechnik weist deutliche Parallelen zur Auseinandersetzung um die Atomkraft auf:

Von Wirtschaft und Politik instrumentalisierte Expertengremien produzieren Unbedenklichkeitsbestätigungen, Skeptiker werden als inkompetente Pessimisten bezeichnet. Ökologische Systemzusammenhänge sowie mögliche Neben- und Spätfolgen spielen in den Entscheidungen keine wesentliche Rolle.

Ähnlich, wie Atomkraftexperten auf das Vorhandensein der natürlichen Strahlung verwiesen, um die zusätzliche künstliche als unbedenklich erscheinen zu lassen, erklären Gentechniker häufig, sie täten ja nichts anderes, als die Natur auch tut. Wenn jemand sein Tun damit rechtfertigen will, dass er ja im Grunde nichts anderes tut, als die Natur, so ist ihm zu antworten, dass der wesentliche Unterschied seines Tuns zu dem der Natur darin liegt, dass die Natur weder Verantwortungsträger ist, noch ein Gewissen hat. Die Natur ist auch nicht „grausam“, selbst wenn sie über Myriaden von Leichen geht – erst mit dem Menschen ist ein Wesen mit der Fähigkeit zu Mitleid und ethisch motiviertem Handeln in die Welt getreten. Wer eine katastrophenträchtige Versuch-Irrtum-Methode mit deren Natürlichkeit rechtfertigen möchte, verlangt nicht weniger, als einen Freibrief zu gewissenlosem Handeln. Erklärte Verantwortungslosigkeit ist aber keine zulässige Basis für folgenschwere technokratische Entwicklungen.

Auch das Argument, dass ein Verbot der Gentechnik im Lebensmittelbereich und in der Landwirtschaft schwere wirtschaftliche Verluste nach sich ziehen und Arbeitsplätze kosten würde, hat seine Parallele zur Atomkraftdiskussion vor mehr als 25 Jahren. Die E-Wirtschaft erklärte die Notwendigkeit des Atomkraftwerks Zwentendorf damals mit dem Argument: „...Damit die Lichter in den Wohnungen und Büros nicht verlöschen. Damit Motoren und Fabriken, damit die Verkehrsmittel nicht stehen bleiben. Damit die Arbeitsplätze und die

Existenz für Millionen gesichert sind...“ In beiden Bereichen kommt es zu einer Instrumentalisierung der Wissenschaft seitens Wirtschaft und Politik. Hunderte Millionen werden in raffinierte PR-Strategien investiert (RAMPTON & STAUBER 2003). Pro-Experten als tragende Säulen der Gentechnik PR ignorieren beharrlich wissenschaftliche Befunde, die konkrete Gefährdungen nachweisen und verbreiten unbeirrt Unbedenklichkeitsbestätigungen. Oft verkünden sie als Chemiker oder Genetiker ihre Sicht der Dinge als die wissenschaftliche Position schlechthin, so als gäbe es keine Ökologie als umfassende Systemwissenschaft.

Ebenso wie die Atomkraft wird Gentechnik massiv vom Staat gefördert. So wird etwa der britischen Regierung vorgeworfen, dass sie mit einer zynischen PR-Kampagne der Öffentlichkeit vorspiegelt, sie würde für den Schutz der Gesundheit und der Umwelt vor gentechnisch veränderten Organismen eintreten, in Wahrheit aber vertrete sie die Interessen der Industrie (LEAN 1999). Solcherart vernachlässigt der Staat die wesentliche Aufgabe, die ihm in der Vermeidung von Unternehmungen zukommt, die unverantwortliche Neben- und Spätwirkungen erwarten lassen. Der deutsche Moralphilosoph Robert SPAEMANN (1979) beschreibt diese Pflicht des Staates folgendermaßen: „...so ist es vor allem Aufgabe des Staates, die Verantwortung für die Nebenfolgen zu tragen, zu definieren und zu verteilen. Ja dies ist seine wichtigste Aufgabe überhaupt. Für den Staat gilt nicht, wie für das Individuum, dass das Handeln nur durch partielle Blindheit gegen entferntere Folgen ermöglicht wird. Der Staat hat, im Unterschied zum Individuum, die Pflicht, so weit zu sehen, wie es unter Zuhilfenahme aller in einer bestimmten Epoche zur Verfügung stehenden Mittel möglich ist. Gerade deshalb kann er sich selbst nicht, ohne seine eigentliche Aufgabe zu verfehlen, als Verwirklicher von „Zielen“, von „Program-

men“ verstehen wollen. Er kann seiner primären Aufgabe, die unerwünschten Nebenfolgen menschlicher Zweckhandlungen zu neutralisieren, nur genügen, wenn er nicht selbst als der größte Realisierer von Zwecken auch die größten, und dann von niemandem mehr kontrollierten Nebenfolgen produziert.“

Der grundlegende Unterschied der Pro- und Kontra-Positionen, wie er auch für die Gentechnik zutrifft, wurde bereits vor 30 Jahren beschrieben (WEISH 1975).

Das Gentechnik Volksbegehren

Obwohl Meinungsumfragen deutlich ergaben, da die mehr als 80 % der Befragten Gentechnik in der Nahrung ablehnen, hat die Politik den Gewinninteressen der einschlägigen Industrie nachgegeben und die Gentechnik war im Vormarsch. In dieser Situation erschien ein Volksbegehren als geeignetes Instrument einer demokratischen Willensäußerung. Die Initiatoren repräsentierten eine breite Basis: Die österreichische Bergbauernvereinigung, die ARGE Schöpfungsverantwortung (eine kirchliche Umweltinitiative), der Tierschutzverein Vier Pfoten und das Ökobüro – Koordinationsstelle Österreichischer Umweltorganisationen wie Greenpeace, Global 2000, WWF und Forum Wissenschaft und Umwelt.

Das Gentechnik-Volksbegehren vom April 1997 war das erfolgreichste partei-unabhängige Volksbegehren der österreichischen Geschichte.



1.226.551 Menschen unterstützten die drei Forderungen:

- Kein Essen aus dem Genlabor in Österreich!
- Keine Freisetzungen genetisch veränderter Organismen (GVO) in Österreich!
- Kein Patent auf Leben!

Der Souverän, das Volk, hatte seinen Vertretern im Parlament einen klaren Auftrag erteilt. Im parlamentarischen Ausschuss, der die Forderungen behandelte, setzten sich aber klar Lobbyisten der Industrie durch, die sogar in der Rolle beratender Regierungsexperten agierten.

Besonders deutlich war dies in der Behandlung der dritten Forderung des Volksbegehrens: „Kein Patent auf Leben“. Im Vorfeld des Volksbegehrens hatten Regierungsvertreter mehrfach erklärt, bei dieser Forderung gäbe es ohnehin Übereinstimmung ihrer Standpunkte mit dem Volksbegehren. Im Laufe der Arbeit des parlamentarischen Ausschusses stellte sich aber heraus, dass Patentierung von Genen und sogar ganzer Organismen in den USA möglich ist. Daher kann es doch in der EU nicht verboten sein? Und wenn es in der EU möglich sein wird, kann ja Österreich wohl nicht dagegen stimmen. Die normative Macht des Faktischen hat somit über ethische Grundsätze von Abgeordneten, Bürgerwillen und Demokratie gesiegt.

Die Folgen des Volksbegehrens

Unmittelbar nach dem Gentechnik-Volksbegehren war öfters davon die Rede, dass die Initiatoren darüber enttäuscht seien, dass im parlamentarischen Ausschuss keine Ergebnisse zustande gekommen waren.

Die Politiker der Regierungsparteien hatten sich als Industrievertreter qualifiziert und als Volksvertreter disqualifiziert, was die Initiatoren ohnehin erwartet hatten. Wenn aber nun die UnterzeichnerInnen

des Begehrens enttäuscht waren, so war das nicht bedauerlich: Enttäuschung ist immer gut, weil Täuschung immer schlecht ist. Die Täuschung, die Politiker würden dem mehrheitlichen Wunsch und Auftrag nach gentechnikfreier Nahrung entsprechen, war überwunden. Die Menschen erkannten wieder einmal, dass sie sich um ihre eigenen Angelegenheiten kümmern müssen, wenn sie etwa einen Markt für gentechnikfreie Nahrung wollen.

Auf diese Weise hat das Gentechnikvolksbegehren trotz Politikversagens außerparlamentarisch viel erreicht. Der Markt hat auf den klaren Wunsch (und sanften Druck von Umweltorganisationen) nach gentechnikfreien Produkten reagiert. Bauern, Lebensmittelerzeuger und Handelsketten bemühen sich erfolgreich, Gentechnik zu vermeiden.

Das Gentechnikvolksbegehren hat aber auch im Ausland Beachtung gefunden. Seit damals ist EU-weit die unbekümmerte Einstellung zur Gentechnik in der Nahrung einer tiefen Skepsis bis vehementen Ablehnung gewichen. Auslöser waren einerseits zahlreiche wissenschaftliche Befunde über negative ökologische Folgen, andererseits die Einsichten in die erschütternde Fehlentwicklung des industriellen Agrarsystems mit BSE, Dioxinskandal und anderen Auswüchsen. Die Menschen verstehen zunehmend, dass Gentechnik die Macht der Agrokonzerne weiter steigert und die Bemühungen um eine zukunftsfähige ökologische Landwirtschaft weltweit behindert.

Bisher gab es keine Freisetzungen gentechnisch veränderter Pflanzen in Österreich. Die unsauberen Praktiken von Saatgutfirmen waren allerdings 2001 die Ursache von Verunreinigung von Saatgut mit gentechnisch veränderten Sorten und damit unabsichtlicher und illegaler Freisetzungen. Statt Toleranzen zuzulassen, wie die Regierung beschlossen hat, was längerfristig die Produktion

gentechnikfreier Nahrung unterläuft, sind Nulltoleranzen für GVO im Saatgut zu fordern. Diese Forderung ist gerechtfertigt und heute noch erfüllbar. Eine weitere wichtige Forderung im Sinne des Vorsorgeprinzips besteht in der Etablierung Österreichs als gentechnikfreie Zone, was auch von internationaler Bedeutung ist.

Die Gentechnikindustrie macht großen Druck für die Patentierung nicht nur ihrer Produkte sondern auch von Genen, ja sogar ganzer Lebewesen. Der Wettlauf um die Aneignung der biologischen Ressourcen ist im vollen Gange. Derzeit wird um die Umsetzung der EU-Richtlinie gerungen. Es gibt vehemente Kritik in etlichen EU-Ländern. Aus dem allgemeingültigen Grundsatz, nur Erfindungen sind patentierbar, nicht aber Entdeckungen, folgt konsequenterweise, dass weder Lebewesen noch deren Bestandteile einschließlich Gene und Gensequenzen patentfähig wären. Patente wären nur auf Verfahren und Verfahrensschritte zu erteilen. Dieser Grundsatz wird in der gegenwärtigen Praxis verletzt und somit wird die Grenzziehung immer schwieriger.

In der Diskussion rund um das Gentechnikvolksbegehren 1997 war eine gängige Argumentation seitens der Befürworter etwa die folgende: Die Leute haben ja keine Ahnung von Gentechnik. Viele glauben sogar, Gene seien giftig. Die mehr als 1,2 Millionen Unterschriften für das Volksbegehren seien daher auch nicht viel wert. Die Österreicher sollten sich an den Engländern oder Franzosen ein Beispiel nehmen, die eine unverkrampfte Einstellung zur Technik haben und daher Gentechnik in der Nahrung bereitwillig akzeptieren. Vor rund 25 Jahren gab es eine ähnliche Argumentation zur Atomkraft: Diese Technik sei so kompliziert, dass nur Experten etwas davon verstünden, und im Ausland wird diese Zukunftstechnik erfolgreich eingesetzt.

Wenn wir unser Atomkraftwerk nicht in Betrieb nehmen, blamieren wir uns vor der ganzen Welt.

Wie seinerzeit bei der Atomkraft – um die es eine jahrelange intensive öffentliche Auseinandersetzung gab – zeigt sich auch bei der Gentechnik, dass die Menschen in Österreich nicht rückständig waren, sondern mit ihrer ahnungsvollen Skepsis gegenüber technokratischen Expertenvisionen international eine Vorreiterrolle einnehmen. In Großbritannien und auch in Frankreich ist die Bevölkerung mittlerweile aufgewacht, und es entstand eine engagierte Gegenbewegung gegen den Vormarsch der Gentechnik.

In letzter Zeit gab es nicht nur eine Reihe wissenschaftlicher Befunde, die die Argumente der Kritiker untermauern, sondern weltweit eine Welle der Ablehnung von Gentechnik im Landwirtschafts- und Lebensmittelbereich. Gegen die Patentierung von GVO entwickelt sich eine globale Basisbewegung. Der vorhergesagte Siegeszug der Gentechnik in der Landwirtschaft ist ausgeblieben, wenigstens bisher.

Zukunftsfähigkeit als Kriterium der Technikbewertung

In Bezug auf Technik spricht man oft davon, dass sie an sich weder gut noch schlecht – demnach wertneutral sei. Das mag in einfachen Fällen zutreffen, nicht aber bei einer teuren, in Hinblick auf konkrete Anwendung hin entwickelten Technik, wie etwa der Gentechnik in Pflanzenbau und Lebensmittelproduktion. Die Entscheidung zu einer aufwändigen Entwicklung wird getroffen, wenn sie für das Unternehmen profitabel erscheint, d.h. Wettbewerbsvorteile in der Konkurrenz um Marktanteile erwarten lässt. Die Konzerne sind nicht „böse“, was aber auch nicht bedeutet, dass sie „gut“ sind. Sie sind schlicht amoralisch, frei von Gewissen. „Unsere Industrie ist am Profit

orientiert. In ihrem Verhalten ein moralisches Kalkül zu erwarten, ist genauso hoffnungslos wie die Aussicht, eine Maschine lächeln zu sehen“, hat dies Prof. Dr. Manfred Hinz (Bremen) auf den Punkt gebracht. Konzerne agieren emotionslos, wie Intelligenzverbrecher.

Für verantwortungsbewusste Menschen ist es daher nicht akzeptabel, zuzusehen, wie Macht und Dynamik der Entwicklung mehr und mehr dem Einfluss menschlicher Wertvorstellungen entzogen werden.

Zukunftsverantwortung erfordert Systemwissen

Bei näherer Betrachtung der Pro- und Kontra-Positionen zur Gentechnik fällt auf, dass es vorwiegend Chemiker und Molekularbiologen sind, die als Pro-Experten in Erscheinung treten. Chemiker sind aber keine Experten für Umweltfolgen der Chemie, Atomphysiker keine Experten für Umweltrisiken der Atomphysik, und Genetiker keine Experten für Umweltrisiken des Einsatzes von GVO in der Landwirtschaft. Ihr Votum, mit Gentechnik sei der Hunger in der Welt zu besiegen, ist wissenschaftlich ohne Gewicht, selbst wenn es ehrlich gemeint ist und nicht von beruflichen Interessen ablenken soll. Mit Manipulationen im Zellkern die Welt verbessern zu wollen, ist ein reduktionistischer Ansatz, der ökologische und sozioökonomische Fragen ausblendet.

Es liegt in der Natur unserer komplexen Welt, dass sektorales Denken sich meist als unzulänglich erweist. Man kann verschiedene Schichten der Realität angeben, etwa die atomare, die molekulare, die der Zellen, der Organismen, der Ökosysteme, der Gesellschaft sowie die Schichten des Seelischen und Geistigen. Die Gesetze des Anorganischen, die mit Methoden der Physik und Chemie erforscht werden, gelten auch im Bereich des Lebendigen. Trotzdem ist der Satz:

„Alles Leben ist Chemie“ falsch, wenn er im Sinne von: Leben ist nichts anderes als Chemie gemeint ist. Auf jeder Seinsebene treten neue Phänomene auf. Die Besonderheiten des Lebendigen kann man nicht aus der Chemie ableiten, sie müssen mit anderen Methoden erforscht werden. Das Wesen des Lebendigen liegt außerhalb der Chemie. Die moderne Ökologie, als umfassende Systemwissenschaft der Natur und des Menschen untersucht die vielfältigen Beziehungen der Organismen zueinander und zu ihrer Umwelt.

Angesichts der vielschichtigen Umweltkrise – zum erheblichen Teil Ergebnis der Versuche, die Welt zu verbessern – gewinnt die Einsicht an Bedeutung, dass nicht alles, was machbar ist und kurzfristig Gewinn bringt, auch zu verantworten ist. Technik als Werkzeug des Menschen soll auch kein Schicksal sein, darf den Menschen nicht gegen ihren Willen aufgezwungen werden. Eine kritische Bewertung und gesellschaftliche Kontrolle der Technik ist das Gebot der Stunde. Werthaltungen stehen außerhalb der Wissenschaft, etwa die Frage, ob wir uns für die Lebensbedingungen kommender Generationen verantwortlich fühlen. Einzelne können für sich dazu nein sagen, ein mehrheitliches Bekenntnis beantwortet diese Frage aber positiv: Das Konzept einer zukunftsfähigen Entwicklung (Nachhaltigkeit) ist ein ethisches Konzept, weil es auf unserer Verantwortung für die Zukunft beruht.

Technikbewertung muss daher im Kontext der ökologischen und sozialen Entwicklung erfolgen. Wesentliches Kriterium ist die Frage, ob eine Technik zu einer zukunftsfähigen Entwicklung beiträgt, neutral zu ihr ist oder sie gar behindert. Auf die Gentechnik in der Landwirtschaft angewendet, ist die Antwort eindeutig: Sie ist Teil der industriellen Landwirtschaft, die aus mehreren Gründen nicht zukunftsfähig ist. In wenigen Jahrzeh-

ten wird ihre Energiebasis – billiges Erdöl – verloren gehen und sie ist auch nicht in der Lage, langfristig die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Vielfältige lokal angepasste kleinräumige Formen der Landwirtschaft und des Gartenbaus sind hingegen in der Lage, im Einklang mit biologischer und kultureller Vielfalt die Ernährungsbasis der Menschheit zu sichern. Mit Hilfe der Gentechnik in den Händen der Agro- und Chemiekonzerne wird die Globalisierung der industriellen Landwirtschaft weiter beschleunigt und zukunftsfähige agrikulturelle Strukturen weltweit im wahrsten Sinne des Wortes aus dem Feld geschlagen. Gentechnik in der Landwirtschaft untergräbt die Lebensbasis einer nachhaltigen Entwicklung.

Wenn wir aus dieser Sicht Auseinandersetzungen um die Gentechnik betrachten, wie z.B. der Problematik gentechnisch kontaminierten Saatguts, dann erkennen wir, dass die Frage, um die meist gestritten wird, ob ein halbes Prozent von GVO im Saatgut der Gesundheit oder dem Ökosystem schaden könnte, zwar nicht unwichtig ist, aber den Kern des Problems verfehlt. Die entscheidende Frage, ob eine Kontamination von Saatgut mit GVO für die zukunftsfähige Ökologische Landwirtschaft schädlich ist, kann hingegen eindeutig mit Ja beantwortet werden. Ein dramatisches Beispiel ist der Fall Percy Schmeiser in Kanada, dessen Existenzgrundlage als Bio-Raps-Züchter durch GVO Kontamination zerstört wurde (in: Grössler 2005). Biolandbau entspricht der wachsenden Nachfrage nach GVO-freien Produkten und wird nicht zuletzt als verantwortbare Alternative zur industriellen „Tierproduktion“ begrüßt. Eine schleichende irreversible Kontamination mit gentechnisch veränderten Sorten schädigt die Qualität der Bio-Landwirtschaft und ist eindeutig gegen die Interessen einer Mehrheit gerichtet und daher nicht zu rechtfertigen. Wenn Saatgutfirmen behaupten, un-

ter den derzeitigen Bedingungen nicht GVO-frei produzieren zu können, so sind diese Bedingungen zu ändern. Ein wesentlicher Schritt dazu ist die Einrichtung GVO-freier Zonen. Wenn man kurzfristige Gewinninteressen gegen langfristige Lebensinteressen abwägt und diesen Vorrang einräumt, so ist eine österreichweite GVO-freie Zone – auch ganz im Sinne des Gentechnik-Volksbegehrens – die klare Konsequenz. Wenn die EU Gesetze ein Verbot der Freisetzung von GVO auch derzeit nicht erlauben, so können andere Wege zum gleichen Ziel führen ...

Risiken der Gentechnik folgt in Heft 1/06

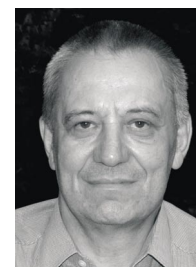
L I T E R A T U R

- GIBBS W. (2003): The unseen genome: Gems among the junk. Scientific American September: 48-53
 LEAN, G. (1999): Exposed: Labour's real aim on GM food. The Independent on Sunday (UK) 23 May.
 RAMPTON S and STAUBER J (2002): Trust us, we're experts! How industry manipulates science and gambles with your future. N.Y.
 SPAEMANN, R., 1979: Technische Eingriffe in die Natur als Problem der politischen Ethik. Scheidewege 9, 476-497.
 WEISH, P. (1975) : Das Pro und das Kontra in der Kernenergiefrage. Tagungsbeitrag zu den europäischen „agor hearings“, Brüssel 5. - 8. 11. 1975, Kärntner Naturschutzblätter 15, 57 - 64, 1976; Forum Europa Nr. 3/4, 56 - 59, 1976; Unsere Umwelt 3.Jhrg. Nr. 11/12, S. 8, 9, 1976; Natur und Land 63, 95 - 100, 1977.
 ZHU, Y. et al. Nature 406, 718-722, 2000

Siehe auch:
http://homepage.univie.ac.at/peter.weish/schriften/pro_und_kontra.pdf

A U T O R U N D K O N T A K T

Univ. Doz. Dr. Peter Weish
 Institut f. Ökologie u. Naturschutz
 Universität Wien, Biozentrum
 Althanstr. 14, A-1090 Wien
peter.weish@univie.ac.at



Peter Weish
 war Bevollmächtigter und
 Sprecher des Gentechnik
 Volksbegehrens.

„Machet euch die Erde untertan, ... auf dass ihr sie pfleget und bewahret!“

(Genesis 1/28, 2/15)

ALFRED HAIGER

Zur Situation

In den letzten fünfzig Jahren hat sich in der Produktionstechnik der mitteleuropäischen Landwirtschaft mehr geändert als in Jahrhunderten zuvor. Die meisten Entwicklungen wurden durch neue *technische Errungenschaften* verursacht und von betriebswirtschaftlichen *Zwängen* gesteuert. Dies führte in den westlichen Industriestaaten zu enormen Nahrungsmittel-Überschüssen, die den Eindruck erwecken könnten - und viele glauben es tatsächlich-, dass unser derzeitiges Landbewirtschaftungssystem äußerst effektiv und rational sei. In Wirklichkeit „basiert die moderne Landwirtschaft weitgehend auf reichlich verfügbarem billigen Erdöl... und eignet sich gewiss nicht für alle Zukunft“ (SCHUMACHER 1980). Global gesehen verbraucht rund 1/4 der Weltbevölkerung in den Industriestaaten knapp 3/4 der Energie- und Rohstoffvorräte unserer Erde. Das hat in der Landwirtschaft dazu geführt, dass die „Weltagarmärkte zu Abraumhalden geworden sind, auf denen die reichen Industrieländer mit hohen Subventionen ihre Überschüsse abladen und anderen Ländern aufzwingen“ (WEINSCHENK 1990).

Durch unsere völlig *falsche Agrarpolitik* (gleichermaßen zutreffend für die gesamte Wirtschaftspolitik, die auf weltweiten Freihandel setzt) werden sowohl die Entwicklungsländer als auch die westlichen Industriestaaten langfristig geschädigt: Während in den Entwicklungsländern die enormen Futtermittelexporte großteils den Anbau von Grundnahrungsmitteln für die dortige Bevölkerung verdrängen, erfordert der ruinöse Preisverfall auf den Weltagarmärkten in den Industriestaaten immer größere Budgetanteile für Ausgleichszahlungen, Lagerung und den Export von Überschüssen. Die Einkommen der Bauern selbst kommen aber in beiden Staatengruppen unter starken Druck, sodass die Landflucht zunimmt und die Ballungszentren wie Krebsgeschwüre wachsen.

In dieser Situation ist die Besinnung des Menschen auf seine *ethische* Verpflichtung gegenüber dem ihm anvertrauten Mitgeschöpf „Nutztier“ vordringlich und ein „Kurswechsel“ notwendig. Dabei kommt es auf jeden Einzelnen an, unabhängig davon was er ist: Wissenschaftler oder Politiker, Bauer oder Konsument.

Anwendungsgebiete genetischer Verfahren

Pharmazeutische Industrie Medizin	LABOR (betrifft nur KRANKE)
Umweltbiotechnologie Lebensmitteltechnologie Landwirtschaft (Pflanzen- und Tierzucht)	NATUR (betrifft alle GESUNDEN)

Gen-Ethik in der Nutztierzucht

Wie wurde bisher gezüchtet ?

Die Überführung wild lebender Tiere in den Haustierstand vor einigen tausend Jahren, die sogenannte Domestikation, war eine kulturelle Leistung ersten Ranges. Durch das Haustier wurde der Mensch unabhängig von der wechselhaften Jagdbeute. Er verdankte ihm Nahrungsmittel, Rohstoffe für die Bekleidung und Zugkraft für Arbeit und Fortbewegung, also ganz wesentliche Lebensgrundlagen. Der Mensch wiederum bot dem Tier Schutz vor Feinden und Witterung, unterstützte es bei der Futterbeschaffung und half bei der Aufzucht der Jungen. Seit der Mensch Haustiere hält, ist er aber auch bemüht, sie durch Zuchtwahl in ihrer Farbe, Form und Leistungsfähigkeit zu verändern.

Mit den herkömmlichen Zuchtmethoden (Selektion und Kreuzung) wurden äußerst leistungsfähige Nutztierassen für die Milch-, Fleisch-, Eier- und Wollerzeugung gezüchtet. So hat sich beispielsweise in den letzten 40 Jahren die Milchleistung je Kuh verdoppelt und die Legeleistung je Henne ist um das Dreifache gestiegen. Wo allerdings die Leistungszucht einseitig auf Kosten von Fruchtbarkeit und Lebenskraft überzogen wurde, ging entweder die Nutzungsdauer zurück oder hat sich die Produktqualität, beispielsweise bei Schweine- und Geflügelfleisch, drastisch verschlechtert.

Transgene Tiere für die Massentierhaltung

Der Bauplan und der gesamte Stoffwechsel eines Lebewesens ist in den Erbanlagen (Genen) in Form von langen DNS-Strängen (Chromosomen) festgelegt. Würde man alle Chromosomen eines höher entwickelten Säugetiers

aneinander reihen, so ergäbe dies rund 3 Milliarden Basenpaare, wobei drei Basenpaare einer Aminosäure entsprechen. Aber nur etwa 5 Prozent der gesamten DNS entsprechen den rund 50.000 aktiven Genen eines Säugers, die in jeder einzelnen der etwa 60 Billionen Körperzellen enthalten sind. Um sich ein Bild von den Größenverhältnissen machen zu können, stelle man sich vor, ein Schwein wäre 100 Kilometer lang, dann würde der Durchmesser einer Zelle etwa einen Meter betragen. Die im Zellkern einer solchen Zelle zusammengeknäuelte DNS würde einem Faden von 150 Kilometer Länge entsprechen, der aber nur 0,3 Millimeter dick wäre (BREM 1988).

Beim Gentransfer wird nun mittels spezieller Techniken ein ganz bestimmter Abschnitt, ein sogenanntes Genkonstrukt, dieses DNS-Fadens mittels Restriktionsenzymen „herausgeschnitten“ und auf Tiere einer anderen Art übertragen. Die so entstandenen „neuen“ Tiere werden als *transgen* beziehungsweise als genetisch veränderte Organismen (GVO) bezeichnet. Als Beispiel sei ein Schweine-Resistenzgen angeführt, das von einer Münchner Arbeitsgruppe bearbeitet wird (BREM 1989), jedoch bis heute keine praxistauglichen Ergebnisse brachte (MÜLLER 2003). Es ist bekannt, dass bestimmte Mäuselinien, die ein Gen MX+ tragen, wesentlich unempfindlicher für Influenzainfektionen sind als Mäuse, die das Allel MX- besitzen. Diese Arbeitsgruppe versucht daher, ein MX+-Genkonstrukt von der Maus in das Schwein zu transferieren, um influenzaresistente Schweinelinien zu erzeugen.

Die Influenza, bekannter unter der Bezeichnung Grippekrankheit, wird aber vorwiegend in der Massentierhaltung zum Problem, wo viele Schweine, die auf einen extrem hohen Muskelfleischanteil gezüchtet wurden und auf engstem Raum ohne Einstreu auf Betonspaltenböden gehalten werden. Die Gentechnik dient daher in diesem Fall der *Anpassung* von Lebewesen an künstlich erzeugte *lebenswidrige Umstände*.

Wem nützt Embryotransfer und Gentechnik?

Will man sich vom Tun und Lassen der menschlichen Gesellschaft ein Bild machen, dann ist es meist zielführend, sich die Frage zu stellen, wem nützt es (cui bono?). Beim *Embryotransfer* (ET) sind dies viele Wissenschaftler, die meisten Tierärzte bzw. Zuchtleiter und einige gewinnsüchtige Züchter. Mit Sicherheit gelangt dadurch die Rinderzucht in noch weniger Hände und die genetische Vielfalt wird langfristig, insbesondere in Verbindung mit der Klonierung (Abb.), weiter eingeengt. Zweifelsohne ist der Embryotransfer die ideale Einstiegschance für kommerzielle Zuchtunternehmen und damit ein weiterer Verlust landwirtschaftlicher Einkommensmöglichkeiten. Wenn daher ein Züchter seine Kühe „spülen“ lässt oder Sperma von Stieren verwendet, die mittels ET „erzeugt“ wurden, hat er persönlich seinen Teil an den geschilderten Folgen *mit zu verantworten*.

Der Embryotransfer ist auch die unabdingbare Voraussetzung für den Gentransfer, denn nur die dem Mutterleib

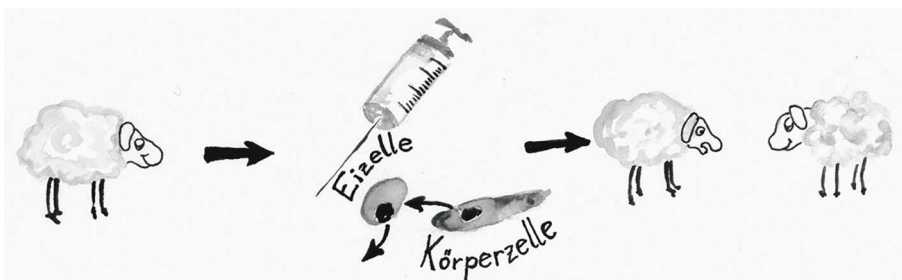
entnommenen Keimzellen können gentechnisch manipuliert werden. Und was beim Tier funktioniert, kann auch beim Menschen „missbraucht“ werden.

Wem nützt aber die Anwendung gentechnischer Methoden in der landwirtschaftlichen Nutztierzucht hauptsächlich? Auf jeden Fall einigen multinationalen Konzernen und den von ihnen mit Forschungsaufträgen geförderten Wissenschaftlern. Bezeichnenderweise wird die derzeitige Situation der Patentierung gentechnisch veränderter Lebewesen von einem einflussreichen Wissenschaftler der Universität München so zusammengefasst (KRÄUSSLICH 1989):

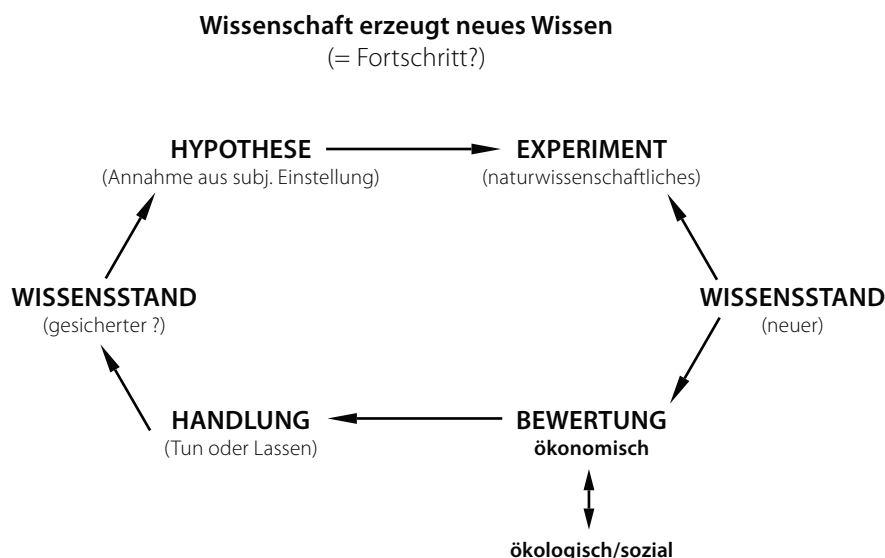
„Das Bedürfnis nach einem wirksamen Rechtsschutz wächst, da der mit moderner Genomforschung verbundene finanzielle Aufwand die Kosten traditioneller Tierzüchtung erheblich übersteigt. Die notwendigen Investitionen werden jedoch nur dann erfolgen, wenn eine Ausbeutung moderner tierzüchterischer Ergebnisse durch Dritte verhindert werden kann“

Das Wort „Ausbeutung“ ist in diesem Zusammenhang treffend gewählt.

Heute ist es auch möglich, gentechnisch veränderte Bakterien, Pflanzen und Tiere *patentrechtlich* schützen zu lassen und *Lizenzgebühren* zu verlangen. Seit 1999 erteilt das Europäische Patentamt in München auch Patente auf menschliche Zellen und Gene, ganze Pflanzen und Tiere. Auf eine in Millionen Jahren entstandene Pflanzen- oder Tierart mit vielen tausend verschiedenen Erbanlagen wird eine einzige Erbanlage einer anderen vorhandenen Art mittels Gentransfer übertragen, und diese „Neuschöpfung“ kann patentrechtlich geschützt werden. Einen Teil der „Schöpfung“ eignet sich ein gewinnmaximierender Konzern - eine winzig kleine, aber mächtigen Gruppe von „Geschöpfen“ - zur alleinigen kommerziellen „Ausbeutung“ an.



(Abb. 1) Das Prinzip des Kerntransfers, Copyright dialog<>gentechnik



Wissenschaft als Wirtschaftsmotor

In seinem letzten Buch „Das Prinzip Verantwortung“ (mit dem Untertitel: Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation) schreibt Hans JONAS (1984): „Die dem Menschenglück zugeordnete Unterwerfung der Natur hat im Übermaß ihres Erfolges... zur größten Herausforderung geführt, die je dem menschlichen Sein aus eigenem Tun erwachsen ist. Der endgültig entfesselte Prometheus, dem die Wissenschaft nie gekannte Kräfte und der Wirtschaft den rastlosen Antrieb gibt, ruft nach einer Ethik, die durch freiwillige Zügel seine Macht davor zurückhält, dem Menschen zum Unheil zu werden.“ Ob der durch Wissenschaft gewonnene Erkenntnisgewinn auch ein bleibender Fortschritt für die Allgemeinheit ist, kann nicht durch das naturwissenschaftliche Experiment entschieden werden, sondern muss einer ökonomischen, ökologischen und sozialen Bewertung unterzogen werden (siehe graphische Darstellung).

In einem kapitalistischen Wirtschaftssystem entscheidet über „Tun oder Lassen“ aber meist die *ökonomische Bewertung* des Forschungs-Auftraggebers alleine. Die langfristigen *ökologischen* und *sozialen* Negativfolgen für Natur und Gesell-

schaft sind oft noch gar nicht bekannt oder werden absichtlich heruntergespielt bis verheimlicht. Es muss einem aber auch immer bewusst sein, dass es sehr oft auch Forschungsergebnisse gibt, die bei bestem Wissen und Gewissen in ihrer Langzeitwirkung nicht abschätzbar sind. Dann gebietet die Klugheit, *es nicht zu tun!* KANT meint, dass es keiner Wissenschaft oder Philosophie bedürfe, um zu wissen, was man zu tun habe, um ehrlich und gut, ja sogar um weise und tugendhaft zu sein (zit. JONAS 1984).

Auf jeden Fall ist anzumerken, dass es höchst zweifelhaft ist, wenn sich der Staat (als Vertreter des Gemeinwesens) immer stärker aus der Forschungsfinanzierung zurückzieht und die Universitäten auf Drittmittelwerbung verweist. Damit werden auch sie ihrer Objektivität beraubt und zu verlängerten Werkbänken gewinnmaximierender Konzerne. (Beispiel eines Betroffenen: Trotz 30jähriger Bemühungen in Form zahlreicher Konzeptentwürfe, einstimmiger Kollegiumsbeschlüsse, zahlreicher Eingaben und Vorsprachen, sowie Vermittlerdiensten etc. hat es keine politische Führung in Österreich gegeben, die dem Institut für Nutztierwissenschaften ein entsprechendes Versuchsgut zur Verfügung gestellt hätte, um den europaweit einmaligen Zustand zu beenden).

Was ist erlaubt?

„Es gehört zum Wesen der Ethik, danach zu fragen, wie wir als Menschen im Hinblick auf unsere Mitwelt eigentlich handeln sollten, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob die gefundenen Antworten in unserer Gesellschaft mehrheitsfähig sind oder nicht“ (TEUTSCH 1985). Damit haben wir auch eine Entscheidungsrichtlinie für unser Problem der Gentechnik in der Nutztierzucht.

Wenn die Gentechnik in der Tierzucht, mit Ausnahme der Erbfehlerdiagnose (s.u.), offensichtlich keine Probleme löst, die mit den herkömmlichen Zuchtmethoden nicht beherrschbar wären und unvorhersehbare Risiken nicht auszuschließen sind, ist es wohl nur vernünftig, diese Technik *zumindest vorläufig nicht* anzuwenden. Auf keinen Fall darf die „Zellkernspaltung“ wie vor rund 60 Jahren die „Atomkernspaltung“ unter Ausschluss der Öffentlichkeit entwickelt werden. Der Entscheid über das in diesem Bereich Erlaubte sollte nicht den „Betreibern“- also Konzernen und davon abhängigen Wissenschaftlern - überlassen werden, sondern wäre nach einer alle Aspekte umfassenden Diskussion von einer demokratischen Mehrheit zu fällen. Wer allerdings auf dem Standpunkt steht, dass der Naturwissenschaftler nicht zwischen verantwortlichem Tun und notwendigem Unterlassen abwägen bräuchte, muss sich den Vorwurf von C.F. von WEIZSÄCKER gefallen lassen: „Eine Wissenschaft ist nicht erwachsen, wenn sie ihre Folgen nicht bedenkt.“

Ausnahme: Erbfehlerdiagnose

Wie alle Organismen sind auch landwirtschaftliche Nutztiere mit Erbfehlern belastet. Im Rahmen von Zuchthygienemaßnahmen kann durch bestimmte Anpaarungspläne beziehungsweise Stammbaum-Analysen auf Anlagenträger geschlossen werden. Solche Anlagenträger von der Weiter-

zucht auszuschließen liegt sowohl im Interesse der Tiere, denen Schmerzen und Leiden erspart werden, als auch im Interesse der Tierhalter, denen wirtschaftlicher Schaden erspart bleibt. Die molekulare Erbfehlerdiagnose kann unter bestimmten Umständen solche erblichen Defekte schon sehr früh erkennen und auch heterozygot-rezessive Anlagen nachweisen, bevor Nachteile für das Tier entstehen und der wirtschaftliche Schaden eingetreten ist. Ein wesentlicher Vorteil der molekularen *Gendiagnostik* gegenüber der bisherigen Anpaarungs- oder Stammbaumanalyse besteht darin, dass die Genhäufigkeit auf ein wesentlich niedrigeres Niveau gedrückt werden kann. Die Gentechnik in Form der Erbfehlerdiagnose als Methode der Erbhygiene bei landwirtschaftlichen Nutztieren kann daher beim derzeitigen Wissensstand *befürwortet* werden, solange nicht als zweiter Schritt die „Genreparatur“ folgt.

Schlussfolgerungen

Mit den herkömmlichen Zuchtmethoden (Selektion und Kreuzung) wurden äußerst leistungsfähige Nutztierassen geschaffen. Wo allerdings die Leistungszucht einseitig auf Kosten von Fruchtbarkeit und Lebenskraft (Fitness) überzogen wurde, ging die Nutzungsdauer zurück bzw. hat sich die Produktqualität drastisch verschlechtert. Zur weiteren Leistungssteigerung oder Behebung dieser unerwünschten (korrelierten) Folgen bedarf es allerdings keiner neuen Zuchttechniken im Sinne einer „Genreparatur“, sondern der Rückkehr zu einem *ganzheitlichen Zuchtziel* und einer Selektion nach der „Lebensleistung“. Denn verantwortliches Züchten heißt in Generationen denken und betriebs- wie marktwirtschaftliche Wünsche nur soweit zu berücksichtigen als die biologischen Grundlagen der Fruchtbarkeit und Lebenskraft (Fitness) nicht geschädigt werden.

Spätestens nach Seveso und Tscherno-

byl darf aber nicht mehr alles gemacht werden, was technisch möglich ist. Zuerst ist abzuklären, ob es

- ökologisch unbedenklich
- wirtschaftlich nachhaltig und
- sozial-ethisch verantwortbar ist.

**Keiner dieser Punkte
ist jedoch für die
„Gentechnik in der Nutztierzucht“
bis heute erwiesen.**

L I T E R A T U R

- BREM, G. (1988): Biotechniken in der Schweinezucht. 12. Hülseberger Gespräche 63-67, Hamburg.
- BREM, G. (1989): Zur Entwicklung des Gentransfers beim Nutztier. Int. Agrarentwicklung 30-45, TU, Berlin.
- JONAS, H. (1984): Das Prinzip Verantwortung. Surkamp Taschenbuch 1085.
- KRÄUSSLICH, H. (1989): Patentierte Tiere? Tierzüchter 41, 539.
- LERNER, I. M. (1968): Heredity, Evolution and Society. Freeman and Co., San Francisco.
- MÜLLER, M. (2003): Persönliche Mitteilung (Veterinärmedizinische Universität, Wien).
- SCHUMACHER, E. F. (1980): Das Ende unserer Epoche. Rohwolt Verlag, Hamburg.
- TEUTSCH, G. M. (1985): Folgen der modernen Tierproduktion und mögliche Alternativen aus der Sicht der Ethik. Festschrift 10 Jahre Angewandte Tierphysiologie 5-18, GHS Kassel.
- WEINSCHENK, G. (1990): Wieviel Freihandel erträgt die Landwirtschaft? Förderungsdienst 38, 6-8.

A U T O R U N D K O N T A K T

Dipl. Ing. Dr. Alfred Haiger

O. Univ. Prof. i. R.

Eichfeldergasse 17/2/6

A-1210 Wien

simone.barmueller@boku.ac.at



Alfred Haiger war 27 Jahre Vorstand des Institutes für Nutztierwissenschaften an der Universität für Bodenkultur in Wien.

DAS BÖSE

*Ein Mensch – was noch ganz ungefährlich,
Erklärt die Quanten (schwer erklärlich!).
Ein zweiter, der das All durchspäht,
Erforscht die Relativität.
Ein dritter nimmt, noch harmlos, an,
Geheimnis stecke im Uran.
Ein vierter ist nicht fernzuhalten
Von dem Gedanken, kernzuspalten.
Ein fünfter – reine Wissenschaft –
Entfesselt der Atome Kraft.
Ein sechster, auch noch bonafidlich,
Weil die verwerten, doch nur friedlich.
Unschuldig wirken sie zusammen:
Wen dürften, einzeln wir verdammen?
Ists nicht der siebte erst und achte,
Der Bomben dachte und dann machte?
Ists nicht der Böseste der Bösen,
Ders dann gewagt, sie auszulösen?
Den Teufel wird man nie erwischen:
Er steckt von Anfang an dazwischen.*

Eugen Roth

Erklärung der UNESCO zur Biomedizin

Die UNESCO-Generalversammlung hat eine „Welterklärung zu Bioethik und Menschenrechten“ beschlossen, die ethische Prinzipien für wissenschaftliche und medizinische Versuche an Menschen aufstellt. Kernpunkt der Erklärung: „Das Interesse und das Wohlergehen des Einzelnen soll Vorrang vor dem alleinigen Interesse der Wissenschaft oder der Gesellschaft haben.“

Die UN-Organisation für Bildung, Erziehung und Wissenschaft will internationale Standards, um der biomedizinischen Forschung und Experimenten mit Embryonen, Stammzellen, Organen oder menschlichem Gewebe klare Grenzen zu setzen. Die genaue Ausgestaltung bleibe den einzelnen Staaten überlassen.

Einschränkungen sollen nur auf der Basis von Gesetzen zum Beispiel zur öffentlichen Sicherheit und Gesundheit oder zum Schutz der Rechte anderer Menschen möglich sein. Persönliche Daten und Intimsphäre müssten geschützt werden, die Entscheidungsprozesse transparent sein. Außerdem dürfe die Umwelt nicht zu Schaden kommen.

Biotechnologie zum Anfassen

Wie SchülerInnen Wissenschaft im Unterricht hautnah erleben können

Die Biotechnologie ist als „Zukunftstechnologie“ in aller Munde und SchülerInnen gehören der Generation an, die mit den Anwendungen der Gentechnik besonders in Berührung kommen wird. Es ist daher wichtig, dass sie sich bereits im Unterricht mit dem Thema auseinandersetzen. Laut Lehrplan sollen SchülerInnen Einblicke in ausgewählte Forschungsschwerpunkte der modernen Biowissenschaften erhalten. In Anbetracht der Flut an neuen Forschungsergebnissen auf diesem Gebiet stellt dieses Anliegen die LehrerInnen allerdings vor eine große Herausforderung.

KARIN GARBER

Unterstützung bei der Unterrichtsgestaltung liefert dialog<>gentechnik, ein wissenschaftlicher Verein, der als kompetente Informationsstelle zur Gentechnik fungiert. Speziell für LehrerInnen wurde auf www.dialog-gentechnik.at ein Schulkorner eingerichtet. Er ist eine wahre Fundgrube an Tipps, kommentierten Links und Unterlagen für den Schulbereich. Neben Folien zum Herunterladen und übersichtlichen Factsheets zu unterschiedlichen Themenbereichen der Gentechnik, bietet dialog<>gentechnik auch einen regelmäßigen Newsletter mit Meldungen über aktuelle gesetzliche Entwicklungen und neue Forschungsergebnisse.

Zusätzlich zu der Fülle an Angeboten für den theoretischen Unterricht ist es dialog<>gentechnik auch ein Anliegen, einen praktischen Bezug zum Unterrichtsstoff herzustellen. Zwei Projekte – Der „Schulkoffer Gentechnik“ und das „Vien-

na Open Lab“ – bieten LehrerInnen die Möglichkeit, den Unterricht abwechslungsreicher zu gestalten und durch praktisches Erleben den Lehrstoff nachhaltiger zu vermitteln.

Der „Schulkoffer Gentechnik“ Das Labor im Klassenzimmer

War das Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht bisher hauptsächlich eine Domäne des Chemie- oder Physikunterrichts, eröffnet der „Schulkoffer Gentechnik“ die Möglichkeit, auch molekularbiologische Experimente auf den Lehrplan zu setzen. Im Schulkoffer Gentechnik sind einfache Experimente zusammengefasst, die LehrerInnen gemeinsam mit SchülerInnen im Klassenzimmer durchführen können. Dabei lernen sie nicht nur grundlegende molekularbiologische Techniken wie Gelelektrophorese und Polymerasekettenreaktion kennen, sondern erfahren unter anderem auch, wie WissenschaftlerInnen das Erbmaterial aus Zellen isolieren, wie das Prinzip des genetischen Fingerabdrucks funktioniert, oder wie fremde DNA in Bakterienzellen eingebracht wird.

Bei regelmäßig angebotenen Einschulungen werden LehrerInnen in die Handhabung der Geräte, die Durchführung der Experimente und die Interpretation der Ergebnisse eingeführt. Eingeschulte Lehrkräfte können den Koffer direkt bei dialog<>gentechnik kostengünstig ausborgen. Er enthält neben den Geräten und Reagenzien auch die Versuchsanleitungen und Hintergrundinformationen zu den angewendeten Methoden.

Das „Vienna Open Lab“ Das Klassenzimmer im Labor

Wer nicht nur im Klassenzimmer, sondern auch in einem richtigen Labor experimentieren will, sollte ab Mai 2006 dem Vienna Open Lab einen Besuch abstatten. Diese gemeinsame Initiative des Institutes für Molekulare Biotechnologie (IMBA) und dialog<>gentechnik wird interessierten BesucherInnen die Möglichkeit bieten, in die Rolle von WissenschaftlerInnen zu schlüpfen.

AUTOR UND KONTAKT

Dr. Karin Garber MAS

Tel.: 01/4277-52290

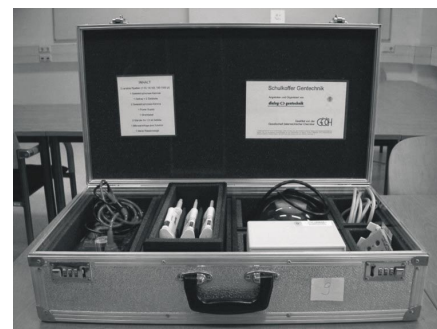
office@dialog-gentechnik.at

www.dialog-gentechnik.at

www.viennaopenlab.at



dialog <> gentechnik



(Abb. 1) Schulkoffer Gentechnik, gefördert

DAS ZUKUNFTSMINISTERIUM

bm:bwk



(Abb. 2) Konzentration beim Laden d. Agarosegels

eLearning

Unterrichtsmaterial zum Thema Stammzellen und Klonen - von SchülerInnen für SchülerInnen

Mehr als 200 SchülerInnen und 21 Lehrkräfte aus 14 österreichischen Schulen beteiligten sich im Schuljahr 2004/2005 an einem innovativen eLearning Projekt von dialog<>gentechnik.

MONIKA BACHLER

Sie erstellten gemeinsam einen umfangreichen eLearning Kurs zum Thema Stammzellen und Klonen. Da diese Forschungsgebiete breit in den Medien und in der Gesellschaft diskutiert werden, jedoch in den derzeitigen Schulbüchern kaum vorkommen, stand die aktuelle Thematik im Mittelpunkt des vom bm:bwk finanzierten Schulprojekts. Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes war, den Einzug von eLearning im österreichischen Schulalltag zu fördern. Laut Wikipedia versteht man unter eLearning das Lernen mit Hilfe von elektronischen Kommunikationsmittel und verschiedener Publikationsformen, in dem PC, CD-ROM oder das Internet eingesetzt werden. Das Ergebnis des eLearning Schulprojektes kann sich sehen lassen:

Neben drei einführenden Einheiten, die biologische Grundlagen vermitteln und das Projekt vorstellen, bieten elf weitere Einheiten eine Fülle an elektronischem Unterrichtsmaterial (eContent), von SchülerInnen für SchülerInnen gestaltet und programmiert. Eine CD-ROM Version des eContent ist dieser bioskop Ausgabe beigelegt.

Schulen zeigten großes Interesse am Projekt

dialog<>gentechnik und das bm:bwk luden im Herbst 2004 per Erlass österreichische Schulen (AHS und BHS) zur Teilnah-

me ein. Das Interesse war groß - aus 20 eingegangenen Bewerbungen wurden 11 Schulteams aus ganz Österreich ausgewählt. Zu Beginn standen den Schulteams eine Fülle an Themenpaketen rund um Stammzellen und Klonen zur Auswahl, die dialog<>gentechnik mit Unterstützung der Bioethikkommission im Bundeskanzleramt erarbeitete. Neben rein naturwissenschaftlichen Fragestellungen rund um das therapeutische oder reproduktive Klonen und den verschiedenen Stammzellentypen kristallisierten sich am Eröffnungsworkshop der Lehrkräfte die medizinischen Anwendungen der Stammzellentherapie sowie ethische Fragen als thematische Schwerpunkte heraus. Die Projektarbeit in den Schulen konnte beginnen.

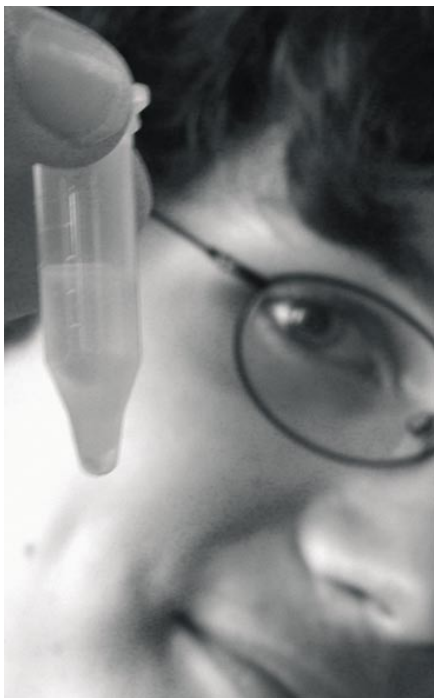
Im Schulunterricht und teilweise auch in ihrer Freizeit setzten sich die SchülerInnen und Lehrkräfte mit den vielfältigen Aspekten ihres jeweiligen Themas auseinander und recherchierten wesentliche Informationen im Internet. Manche Schulteams arbeiteten auch eng mit wissenschaftlichen Institutionen oder Krankenhäusern zusammen - die Gestaltung der schulinternen Projektarbeit war völlig offen. Jedes Schulteam stellte die aufbereiteten Informationen und gesammelten Bilder digital mit Hilfe eines Computerprogrammes zu einer oder zwei eLearning Einheit(en) zusammen. Anschauliche Graphiken und Comics von talentierten SchülerInnen illustrieren so manches Werk. Die entstandenen eLearning Einheiten variieren - je nach Autorenschaft - in Informationsgehalt und Umfang, durchschnittlich besteht eine Einheit aus 10 bis 20 Seiten. Um sich durch eine Einheit per Mausklick durch-

zuarbeiten, benötigt man durchschnittlich zwischen 20 und 50 Minuten, d.h. in einer Unterrichtsstunde sind die meisten Einheiten zu schaffen.

Das Projekt war in mehrerlei Hinsicht ein Pilotprojekt

Erstens wurde ein komplexes naturwissenschaftliches Thema inklusive der ethischen Konsequenzen im regulären Schulunterricht bearbeitet. Dabei forderten offenes Lernen und klassen- und fächerübergreifende Projektarbeit hohe Kooperations- und Kommunikationskompetenzen von SchülerInnen und Lehrkräften! Vor allem war der Zeitaufwand beträchtlich - viele Lehrkräfte waren auch in ihrer Freizeit mit dem Projekt beschäftigt. Von Seiten des bm:bwk wurde besonders Wert auf interdisziplinäre und fächerübergreifende Zusammenarbeit gelegt. Sogar Kooperationen zwischen Schulen fanden statt. „Um ein schulenübergreifendes Projektteam zu koordinieren, müssen geeignete Rahmenbedingungen vorhanden sein“ meinte Frau Mag. Erika Hödl, Lehrerin am Akademischen Gymnasium in Linz. Sie organisierte mehrere Projekttag mit ihrer Partnerschule, dem Aloisianum in Linz, bei denen sich die SchülerInnen und Lehrkräfte beider Schulen trafen.

Zweitens ermöglichte das Pilotprojekt einen Einstieg in eLearning und virtuelle Kommunikation. Technische Unterstützung bekamen die Teams dabei von der Grazer Firma bitmedia eLearning solutions, die „eL-SITOS“, eine Lernplattform, und die Autorensoftware „Content Creator“ zum Programmieren des eContent zur Verfügung stellte. Über die Lernplattform konnten die Schulteams verstärkt



virtuell miteinander kommunizieren und Informationen austauschen. Dieses Angebot wurde jedoch aufgrund technischer Schwierigkeiten wenig genutzt.

Ein erfolgreiches Schulprojekt

Das oberösterreichische Schulteam rund um Mag. Erika Hödl gewann für seine beiden eLearning Einheiten zum Thema adulte Stammzellen den - mit 1.100 € dotierten - Erwin Wenzel Preis - ein schöner Erfolg. Auch das Vorarlberger Schulteam um Mag. Cyril Krista vom BRG-BORG



Dornbirn-Schoren, das sich detailliert mit Leukämie und Knochenmarkstransplantation beschäftigte, erntete bereits im Frühling 2005 dafür Lorbeeren – den 3. Preis in der Kategorie Naturwissenschaften beim L@rnie-Award, einem eContent Wettbewerb des bm:bwk mit 121 eingereichten Beiträgen.

Ob das von SchülerInnen erstellte Unterrichtsmaterial für andere SchülerInnen besonders interessant und brauchbar ist, wurde in einem Probedurchlauf mit Schulklassen getestet. Das Feedback der Lehrkräfte und SchülerInnen war durchwegs sehr positiv. Auch bei WissenschaftlerInnen fand das Projekt Gefallen. Alle Einheiten wurden von ExpertInnen auf ihre inhaltliche Richtigkeit hin überprüft, da von Anfang an klar war, dass das Projektenergebnis als Unterrichtsmaterial zum Einsatz kommen sollte. Prof. Renée Schroeder, renommierte Wissenschaftlerin, Mitglied der Bioethikkommission des Bundeskanzleramtes und Schirmherrin des Projektes: „Derartige Projekte fördern die Fähigkeit und das Interesse von jungen Menschen, sich mit neuen Technologien und wissenschaftlichen Fragestellungen aktiv auseinander zu setzen.“ Im Sommer 2005 überarbeitete dialog<>gentechnik den eContent und verband die Einheiten zu einem eLearning Kurs. Herausfordernd war dabei, den spezifischen Stil der SchülerInnen zu erhalten und trotzdem inhaltliche Korrekturen vorzunehmen.

Ein wertvoller Erfahrungsschatz für zukünftige Projektvorhaben

Ein Erfahrungsaustausch von Lehrkräften und SchülerInnen im Rahmen der Abschlussveranstaltung des Projektes hat eines gezeigt: alle Beteiligten haben viel gelernt und neue Erfahrungen gemacht. Ob nun Wissen über das gewählte naturwissenschaftliche Thema, neue Formen der Unterrichtsgestaltung oder erste Erfahrungen mit eLearning.

„Der Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht und die Thematik waren für viele Beteiligte eine Herausforderung. Um die vielfältigen Erfahrungen der Lehrkräfte und SchülerInnen zu sammeln und zu verwerten, wird das Projekt zurzeit im Rahmen eines MNI-Projektes evaluiert“, meint Dr. Monika Bachler, die verantwortliche Projektleiterin bei dialog<>gentechnik. Der unabhängige Verein dialog<>gentechnik, dessen Mitglieder wissenschaftliche Gesellschaften Österreichs sind, versteht sich als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Er hat das Ziel, den sachlich fundierten Dialog über Biowissenschaften zu fördern und als kompetente Ansprechstelle für die Öffentlichkeit zu dienen. Seit Herbst 2005 läuft bereits ein Nachfolgeprojekt: eContent und Biowissenschaften, bei dem die Vernetzung und Kommunikation von WissenschaftlerInnen und Schulen im Mittelpunkt stehen. Die CD-ROM „Stammzellen und Klonen“ mit dem gesamten eLearning Kurs liegt gemeinsam mit einem Fragebogen dieser Ausgabe bei. Mit dem Fragebogen sollen Daten zum Unterrichtseinsatz der CD-ROM erhoben werden.

Bitte senden Sie ausgefüllte Fragebögen per Fax oder Post an dialog<>gentechnik. Die CD-ROM kann in kleiner Stückzahl kostenlos bei dialog<>gentechnik bezogen werden.

AUTOR UND KONTAKT

Dr. Monika Bachler

Tel.: 01/4277-52290

Fax: 01/4277-9522

office@dialog-gentechnik.at

www.dialog-gentechnik.at



dialog <> gentechnik

Das Projekt wurde finanziert von

DAS ZUKUNFTSMINISTERIUM

bm:bwk

Die Fixierung auf die eindeutige Unterscheidung zwischen realen und vermeintlichen Risiken der Grünen Biotechnologie führt nicht zu einer rationalen Debatte, sondern zur Lähmung.

HELGE TORGENSEN

Wenn von Grüner Gentechnik die Rede ist, kommt bald Risiko zur Sprache. Die Debatte über reale oder vermeintliche Risiken gentechnisch veränderter Organismen dauert nun 30 Jahre - ohne eine Lösung in Sicht. Die Ablehnung der landwirtschaftlichen Biotechnologie in Europa scheint für viele bloß eine Sache der Risikowahrnehmung – in der Öffentlichkeit würden vermeintliche Risiken überbewertet, die Regulierung solle sich hingegen nur der realen Risiken annehmen. Wie kann man aber eindeutig feststellen, welche Risiken real und welche bloß vermeintlich sind? Weil die Gründe für die Skepsis über wissenschaftliche Risikoargumente hinausgehen, hatte die Wissenschaft trotz ihres Primats Probleme damit. Wenn nur über Risiko geredet wird, besteht die wirkliche Gefahr darin, dass alle anderen Gesichtspunkte auf der Strecke bleiben.

Während sich ursprünglich die Bedenken gegen die Gentechnik als solche richteten, standen später Risiken im Zusammenhang mit verschiedenen Anwendungen im Vordergrund, insbesondere bei Pflanzen und Lebensmitteln. Trotz eines enormen Aufwands waren bisher alle Versuche vergeblich, postulierte Risiken eindeutig nachzuweisen oder vollständig auszuschließen und die wenig fruchtbare Debatte darüber wissenschaftlich zu beenden. Selbst wenn die Behörden entsprechende Produkte schließlich zuließen, fanden diese kaum den Weg in die Regale der europäischen Supermärkte.

Vordergründig konnte man sich offensichtlich nicht darauf einig, ob eindeu-

tige Risiken bestehen oder nicht. Befürworter der Technologie meinten, dass angesichts der öffentlichen Meinung die Zögerlichkeit der Behörden politische Gründe hätte, denn am nachweisbaren Risiko könnte es ja nicht liegen. Die Gegenseite vermutete wirtschaftliche Interessen, denen trotz ungeklärter Risiken zum Durchbruch verholfen werden sollte. Beide hatten in gewisser Weise recht. Aber warum schienen die Probleme so unlösbar und Kompromisse unmöglich? Um das zu verstehen, muss man einen kurzen Blick auf die Geschichte der Debatte in Europa werfen und die regulative Doktrin der sound science in den USA dagegen halten.

Sound science („robuste“ Wissenschaft)

beinhaltet die Forderung, postulierte Effekte wissenschaftlich nachzuweisen. Die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Untersuchungen sind nach einer Begutachtung durch Experten (peer review) in einer anerkannten Fachzeitschrift zu veröffentlichen und zu wiederholen, bevor ein Zusammenhang als gesichert gilt. Der Begriff geriet in Misskredit, u.a. weil die Tabakindustrie unter Hinweis auf sound science lange den Zusammenhang zwischen Rauchen und Lungenkrebs negierte. (Mooney, C., 2005, *The Republican War on Science*, New York: Basic Books.)

Die Debatte um die Biotechnologie

Während einer dreißigjährigen Diskussion verändern sich Themen und auch Einstellungen in der Öffentlichkeit. Will man unterschiedliche Phasen einer Debatte unterscheiden, bieten sich Medienanalysen an (Bauer/Gaskell 2002). Für die Biotechnologie ergibt sich dementsprechend folgendes Bild:

In den 1970er Jahren beherrschte die Begeisterung über die Molekularbiologie als neue Wissenschaft die Medienberichterstattung. Diskussionen um Risiken

Reales oder vermeintliches Risiko?

und ihre Bearbeitung durch die beteiligten Wissenschaftler taten dieser kaum Abbruch, obwohl die Risikobehauptungen von den Wissenschaftlern selber kamen. Diese waren durch selbst auferlegte Beschränkungen aber zunächst in der Lage, die Öffentlichkeit von ihrer Bereitschaft zur Verantwortung und der sicheren Handhabbarkeit der Technologie zu überzeugen.

In den frühen 1980er Jahren veränderte sich die Berichterstattung; wirtschaftliche Erwartungen wurden zu einem Hauptthema. In der Folge sah sich die entstehende Biotechnologie-Industrie der Kritik an industriellen Verwertungsgeboten von „Risikotechnologien“ im allgemeinen ausgesetzt (das traf die Atomenergie, die Chemie und die Computer in gleicher Weise). Befürworter und Gegner begannen, ihre Behauptungen auf konkrete Anwendungen zu beziehen, die auch ohne Biotechnologie bereits Gegenstand erbitterter Debatten waren. Mit der Anwendungsperspektive wurden die Argumente erweitert, und Behauptungen über Nutzen und Nachteile spielten eine wesentliche Rolle. Mit der Landwirtschaft kam ein starker nationaler Akzent in die Diskussion.

Es gab aber beträchtliche Unterschiede in der Behandlung des Themas. Wie etwa Biotechnologie zu regulieren sei, wurde in den einzelnen EU-Mitgliedsländern unterschiedlich beantwortet. Während einige keinen Bedarf dafür sahen, kamen Gesetzentwürfe aus Dänemark und Deutschland. Daraufhin versuchte die EU-Kommission, mit einer Harmonisierung der Gefährdung des erhofften gemeinsamen Marktes für biotechnologische Produkte gegenzusteuern; Richtli-

nien kamen aber erst 1990. Später flauten die Konflikte vielerorts ab. Wie Pharmazie und Chemie schien Biotechnologie auf dem Weg zu einer mehr oder weniger akzeptierten Industriesparte.

Die ersten Konflikte in den 1980er Jahren betrafen die industrielle Verwendung in geschlossenen Systemen wie die Arzneimittelproduktion. Die Debatte blieb meist auf eine kleine Aktivisten-Öffentlichkeit und Medienberichte beschränkt. Auch die ersten Nahrungsmittelprodukte kamen ohne besonderen Nachhall. Erst als 1996 der Massenimport von Gen-Soja und Gen-Mais nach Europa begann, nahmen sich NGOs (Non Governmental Organisations, z.B. Greenpeace) des Themas auf einer breiteren Basis an und trafen damit in Europa auf viel stärkeren Widerhall als in den USA. Alte Konflikte wurden aufgrund neuer Risikobehauptungen wieder belebt, und Widerstand regte sich auch in Ländern, die der Biotechnologie zuvor positiv gegenüber gestanden waren. War es zunächst um konkrete Risiken gegangen, wurde nun Unsicherheit über die Folgen schlagend. Die Regulierungsinstrumente erwiesen sich als ungenügend, um trotz der Bedenken zu Entscheidungen zu kommen, die politisch durchsetzbar waren. Auf EU-Ebene waren nationale Regierungen untereinander und mit der Kommission – und diese mit dem Parlament – uneins.

1998 zog man die Notbremse und erließ ein de-facto-Moratorium für Neuzulassungen, um die Regulierung anzupassen. Die Neuauflage der Richtlinie nahm Forderungen wie Segregation (Trennung) und Kennzeichnung, zeitlich befristete Genehmigungen und das Vorsorgeprinzip auf. Allerdings erwies sie sich ebenfalls als nicht recht wirksam: Einige Mitgliedsstaaten sahen weiterhin Sicherheitsprobleme; andere vermuteten dafür politische Gründe. Die Kommission wäre nun in der Lage gewesen, die Pattsituation zu beenden – zu Gunsten der Antrag-

steller, wie man angesichts des erklärten Ziels (Nutzung der Biotechnologie in der Landwirtschaft) erwarten würde (European Commission 2001). Der Anlass ließ allerdings alte Streitigkeiten zwischen Rat, Generaldirektoraten und Parlament neu entflammen, die bereits früher in Lähmung geendet hatten.

Hat es Amerika besser?

Die Regierung der USA kritisierte an der EU-Regulierung seit je her, dass diese sich auf den verwendeten Prozess (Biotechnologie) beziehe. Das sei unangemessen, es komme nur auf die Eigenschaften des Produkts (z.B. des Lebensmittels) an, und da ließe sich kein wesentlicher Unterschied ausmachen. Die USA trugen diese Meinungsverschiedenheiten sogar vor die Welthandelsorganisation (WTO) (Bauer/Gaskell 2002). Der Tenor aus den USA war stets, dass in Europa Risikoaspekte mit anderen vermischt würden, so dass politische und wirtschaftliche Argumente die rationale wissenschaftliche Bestimmung des Risikos als alleinige Basis für die Entscheidungsfindung verzerrten (Miller 1997). Würde hingegen ausschließlich „robuste“ Wissenschaft (sound science) diesen Prozess bestimmen, gäbe es keine Hemmnisse für technischen Fortschritt und Handel, weil kaum (nachweisbare) Risiken entstünden. Die EU hingegen verteidigte ihre Position mit dem Argument, dass es sich um eine neue Technologie handele, mit der erst Erfahrung gesammelt werden müsse.

Aber auch die OECD hatte die Bedeutung einer auf Risiko gegründeten Regulierung hervorgehoben (OECD 1992), die nach wissenschaftlichen Kriterien bestimmen solle, wann die Behörden einzuschreiten hätten. Ein weiteres, schlagendes Argument betraf die Akzeptanz der Produkte: Mit Hinweis auf sound science postulierten viele Kommentatoren, dass man diese nur durch eine auf Wissenschaft basierende Regulierung erzielen könne. Das

Konzept, dass Regulierung nur aufgrund wissenschaftlicher Befunde zulässig sei, scheint schlüssig. Schließlich können im Streitfall nur wissenschaftlich gestützte Argumente in einem Gerichtsverfahren bestehen. Der Nachteil ist allerdings, dass das Konzept in Europa nicht besonders gut funktioniert – und außerdem fiktiv ist (Levidow/Carr 2000).

Der feine Unterschied zwischen „real“ und „vermeintlich“

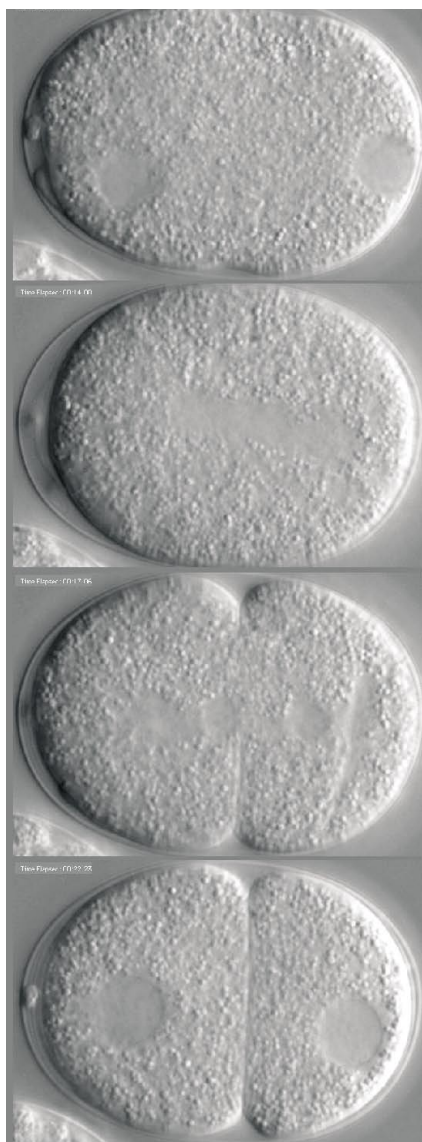
Eine wichtige Aufgabe der Regulierung ist, zu bestimmen, wann die Behörden einzuschreiten haben. Bei einer auf Risiko beruhenden Regulierung bedeutet das, tatsächliche von vermeintlichen Risiken zu unterscheiden. Die Verwaltung muss also großes Interesse daran haben, ein für alle Mal zu bestimmen, ob ein Risiko real ist oder bloß als solches wahrgenommen wird. Die Wissenschaft scheint ein Instrument hierfür anzubieten: Sind Risiken wissenschaftlich nachweisbar, sind sie real und alle anderen vermeintlich und daher unbedeutend. Unter der Voraussetzung, dass sich Wissenschaft und Politik strikt trennen lassen, kann so die Wissenschaft der Politik sagen, was sie tun soll.

Was geschieht aber, wenn Wissenschaftler selbst zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen kommen? Und welche Wissenschaften sollen befragt werden?

Der Wissenschaftsbetrieb ging mit kontroversen Fragen nicht immer angemessen um (Gill et al. 1998). So tat man sich zuweilen schwer, Argumente anzuerkennen, die nicht der herrschenden Meinung entsprachen, besonders wenn sie von NGOs kamen und auf vorläufigen Forschungsergebnissen beruhten, die in der Öffentlichkeit oft übertrieben bewertet wurden und Aufmerksamkeit garantierten. In der Folge zeigten Vergleiche mit dem „Normalfall“, d.h. mit analogen Organismen aber das jeweilige Phänomen zuweilen ebenfalls. Nach weiteren Untersuchungen erschien der Normal-

fall auf einmal ziemlich riskant, weil das Phänomen häufiger war als man dachte. Schließlich wurde das Risiko anerkannt, aber in Beziehung zu dem gesetzt, was bisher als akzeptabel galt, ohne dass man davon gewusst hätte – und daher als normal eingeschätzt.

Selbst wenn aber Einigkeit darüber bestünde, was wissenschaftlich als Risiko zu gelten hat, bliebe der Unterschied zwischen realem und vermeintlichem Risiko aus politischer Sicht unklar. Denn Risiken, auch wenn sie nur von einzelnen Gruppen als solche wahrgenommen werden, sind für die Politik wegen ihres Potentials zur Mobilisierung der Öffentlichkeit real, allerdings nach anderen als naturwissenschaftlichen Kriterien.



Risikowahrnehmung

Die Sozialpsychologie fand einleuchtende Erklärungen für solche unterschiedlichen Risikowahrnehmungen (Slovic 1987). Laien beurteilen Risiken anders als Experten, aber weniger irrational als Wissenschaftler manchmal glauben. Die Wahrnehmung eines Risikos beruht auf vielen Faktoren wie dem „Schreckenspotential“. Außerdem spielt eine Rolle, wer eine neue Technologie kontrolliert und ob ein Risiko freiwillig akzeptiert wird. Nicht nur die Quelle des Risikos ist maßgeblich, sondern auch der Zusammenhang: Entscheidend ist, wer das Risiko verursacht, wer es vermindern kann, wer den Nutzen zieht oder den Nachteil hat, wer es kommuniziert und wie das geschieht. Ein Risiko und seine Wahrnehmung sind nicht nur naturwissenschaftlich bestimmbare Faktoren, sondern in einen breiteren (gesellschaftlichen) Kontext eingebettet.

Wissenschaftler meinen oft, dass mangelndes faktisches Wissen irrationale Ängste hervorrufe. Im Umkehrschluss hieße das, dass es zu rationalen Risikoabschätzungen käme, wäre bloß das Wissen groß genug. Diesem „Defizit-Modell“ entsprachen viele vergebliche Versuche, die öffentliche Meinung über Informationskampagnen zu beeinflussen. Faktisches Wissen hat aber einen viel geringeren Einfluss auf Einstellungen, als viele wahrhaben wollen (Gaskell et al. 2003), und Kampagnen mit dem Ziel, eine unwissende Öffentlichkeit zu belehren, haben mitnichten zu einer Änderung der Meinung geführt.

Eurobarometer-Umfragen über ein Jahrzehnt zeigten, dass viele Europäer nach wie vor Risiken bei Anwendungen der Grünen Gentechnik sehen. Das ist eine gesellschaftliche Tatsache, auch wenn manche das für ein Ergebnis von NGO-Kampagnen und daher für bedeutungslos halten, weil es nicht die „reale“ Meinung der Bevölkerung sei. Ein Grund,

warum deren Argumente so viel Anklang finden, ist aber gerade, dass der Begriff Gentechnik einen Risikoaspekt zu anderen umstrittenen Themen beisteuern kann, deren Problematik dann wieder zurückgespiegelt wird.

Risikowahrnehmung ist jedoch nicht der einzige Faktor für Akzeptanz; ein weiterer ist die Wahrnehmung von Nutzen (Gaskell et al. 2004). Zwar sieht eine Mehrheit der Bürger Risiken; diejenigen, die einen Nutzen wahrnehmen, sind aber positiv eingestellt. Weil aber viele keinen Nutzen von gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln erkennen, lehnen weitaus mehr sie ab. Das ist eine rationale Einstellung, denn es wäre irrational, ein Risiko ohne Nutzen zu akzeptieren. Entscheidungen unter Risiko folgen allerdings auch nicht immer einer (impliziten) Kosten-Nutzen-Rechnung, wie es das Modell der rationalen Entscheidung annimmt (Jaeger et al. 2001). In diesem Fall ist für etliche der Nutzen – oder besser dessen Abwesenheit – von noch größerer Bedeutung als ein gering angenommenes Risiko. Das Argument vom vernachlässigbaren Risiko geht hier also völlig an der Sache vorbei.

Risiko und Nutzen spielen somit jeweils eigene, wenn auch individuell verschiedene Rollen in der Akzeptanz. Wenn der Nutzen auf der Hand läge, könnte dennoch die Akzeptanz deutlich größer sein, vorausgesetzt es gäbe keine ideologischen Grabenkämpfe. Angesichts der Bemühungen, die Technologie und die Debatte in Länder der Dritten Welt zu exportieren, müsste allerdings der Nutzen auch gerecht verteilt sein, wenn man breite Unterstützung will.

Implizite Normen

Warum Nutzenargumente eine geringe Rolle in der Debatte und offiziell keine in der Entscheidungsfindung spielen, hängt damit zusammen, dass normalerweise der Nutzen einer neuen Technologie für selbstverständlich erachtet wird

– gäbe es keinen, würde ein „Neuerer“ nicht so viel Geld ausgeben. Der individuelle Nutzen wird hier mit gesamtgesellschaftlichem gleichgesetzt, Innovation ist Selbstzweck. Die Frage nach dem Nutzen erübrigt sich, Gegenargumente können sich nur auf Risiken beziehen.

In einer auf Risiko beruhenden Regulierung ist für die Diskussion versteckter Werturteile kein Platz, normative oder sozio-ökonomische Argumente sind nicht zulässig. Sie spielen in Wirklichkeit aber durchaus eine Rolle, wenn auch nicht offiziell. Daher müssen sie sich hinter Risikoaspekten verstecken, weil nur die legitim sind. Wenn nun ein Risiko naturwissenschaftlich nicht nachweisbar ist, bleibt nur das unwiderlegbare Argument von der Unsicherheit – man kann es nicht ausschließen. Unter Beachtung des Vorsorgeprinzips resultiert die bekannte Pattsituation, und das Vorsorgeprinzip gerät unversehens in Misskredit (Torgersen 2005).



Eine Technologie-Regulierung, die nur die Frage nach dem Risiko stellt, kann bloß einen Teil der Probleme reflektieren. So wichtig es ist, negative Folgen für Gesundheit und Umwelt zu vermeiden – es reicht nicht aus, um einer misstrauischen Öffentlichkeit eine umstrittene Technologie schmackhaft zu machen. Wenn Nutzen und dessen Verteilung wichtig für die Akzeptanz ist, ist die Frage politischer Natur. Eine auf Risiko basierende Regulierung muss daher von einer entsprechenden Politik begleitet sein.

Politik und/oder Risiko?

Angesichts von Einstellungen und Nutzenverteilungen könnte eine solche Politik eine vorsichtigeren Strategie einschlagen, als es die reine Risikoabschätzung nahe legte – wie es in vielen Ländern auch geschieht. Es macht politisch wie wirtschaftlich keinen Sinn, dem Markt Nutzpflanzen aufzudrängen, die zwar gegen Pflanzenbekämpfungsmittel immun sind, aber – bei noch so geringem Risiko – nirgendwo Akzeptanz finden. Höhere Risiken könnten aber in Kauf genommen werden, wenn ein dringender gesellschaftlicher Bedarf besteht.

Es scheint, dass in Europa implizit bereits eine „relative“ Risikobewertung gilt – Kennzeichnung und Segregation legen das nahe. Der US-Regierung ist daher zuzustimmen, wenn sie behauptet, dies hätte wenig mit einer auf sound science beruhenden Regulierung zu tun. Im Interesse größerer Glaubwürdigkeit und politischer Steuerungsfähigkeit sind diese Maßnahmen aber wirksamer als der ständige Hinweis auf das (widerlegte) Argument, Regulierung dürfe nur wissenschaftliche Grundlagen haben, wenn sie glaubwürdig sein soll. Was dabei unberücksichtigt bleibt, sind die versteckten normativen Festsetzungen. Eine weitere Aufgabe wäre die Diskussion über den eigentlichen Gegenstand, in diesem Fall eine Bewertung der europäischen Landwirtschaft in ihren vielfältigen Formen – eine Initiative, die nicht zuletzt im Licht des riesigen Subventionsbedarfs überfällig ist.

Die Unterscheidung zwischen realen und bloß vermeintlichen Risiken ist letztlich nicht die wichtigste Frage. Das größte Risiko ist offensichtlich die Versuchung, alle Energie auf dieses eine Problem zu konzentrieren und all die vielen anderen zu vergessen.

LITERATUR

- BAUER, M. und GASKELL, G. (Hg.), (2002): Biotechnology. The Making of a Global Controversy, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
European Commission, (2001), Towards a strategic vision of life sciences and biotechnology – consultation document <com2001_0454en01>.
GASKELL, G., et al., (2003), Europeans and Biotechnology in 2002, Eurobarometer 58.0. A report to the EC Directorate General for Research from the project „Life Sciences in European Society“ QL67-CT-1999-00286 (2nd Edition: March 21st 2003); <europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/eb/ebs_177_en.pdf>.
GILL, B., et al., (1998): Riskante Forschung, Berlin: Rainer Bohn Verlag.
JAEGER, C. C., et al., (2001): Risk, uncertainty and rational action, London: Earthscan.
LEVIDOW, L. und CARR, S. (2000): Unsound Science? – Trans-Atlantic Regulatory Disputes over GM Crops, International Journal of Biotechnology 2(1-3), 257-273.
SLOVIC, P. (1987): Perceptions of risk, Science 236, 280-285.
TORGERSEN, H. (2005): Expertise und Politik im Widerstreit? Entscheiden unter dem Vorsorgeprinzip, in: BOGNER, A. und TORGERSEN, H. (Hg.): Wozu Experten? Wissenschaft und Politik: Sozialwissenschaftliche Diagnosen einer Beziehung im Umbruch, Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften, 67-85.

WEBTIPP

BIOSICHERHEIT
Lexikon Gentechnik
<http://www.biosicherheit.de/lexikon>

AUTOR UND KONTAKT

Dr. Helge Torgersen

Institut für Technologiefolgen-
Abschätzung der Österreichischen
Akademie der Wissenschaften
Strohgasse 45
A-1030 Wien
torg@oeaw.ac.at
www.oeaw.ac.at/ita



Charakterlose Gene

Konzepte und Denkfiguren zur Vererbung

In lebensweltlichen Vorstellungen zu »Gene und Leben« wird den Genen häufig eine eigenartige Macht über unser Schicksal zugesprochen. Aufgabe von Aufklärung und Unterricht ist es, ein naturwissenschaftlich zutreffendes Bild der Gene zu zeichnen. Gelernt werden kann dieses jedoch nur, wenn die lebensweltlichen Vorstellungen in das Lernen einbezogen werden. Ein fundamentales Werkzeug sind hierfür fachdidaktische Untersuchungen nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al. 1997). Der Kern des Modells ist das In-Beziehung-Setzen von Lernerperspektiven (Alltagsvorstellungen) und fachlich geklärten wissenschaftlichen Konzepten, um daraus einen lernförderlichen Unterricht zu konstruieren.

ULRICH KATTMANN

1. Verkörperte Alltagsvorstellungen: Weitergabe und Kontinuität

In Schulbüchern – und selbst in Hochschullehrbüchern – findet sich die lapidare Feststellung, oft gar als Merksatz formuliert: „Merkmale werden von den Eltern auf die Nachkommen vererbt“. Vererbung wird also – trotz der Kenntnis der Genetik – unbefangen als Merkmalsweitergabe verstanden, wie sie auch in Alltagsäußerungen enthalten ist: „Die Augen habe ich von meiner Mutter“. Die Lehrbuch-Autoren wissen es eigentlich besser: Nicht Merkmale werden vererbt, sondern Anlagen, die Gene genannt werden und die keinesfalls die Eigenschaften der Merkmale tragen.

An die Anschauung der Merkmalsvererbung appelliert indes z. B. auch eine

Werbeanzeige der Sparkassen, bei denen man Vermögen bilden soll: „Damit Sie Ihren Nachkommen mehr vererben als nur Ihre Nase“. Damit wird biotische Vererbung – sprachlich völlig zurecht – assoziiert mit der Vererbung von Gütern. Tatsächlich entstammt der Terminus „Vererbung“ dem Erben im rechtlichen Sinne. Die Metapher „Vererbung“, die in der Genetik unanschaulich auf „Anlagen“ oder „Gene“ angewendet wird, ist ursprünglich anschaulich gebildet aus der Alltagserfahrung. Vererbung bedeutet hier – sichtbar und körperlich – die Weitergabe von Gütern und Gaben, „Erbstücken“ oder alltäglicher: das Geben und Empfangen von Geschenken.

Nach der Theorie der Entwicklung des kognitiven Systems von George Lakoff (1987, vgl. Gropengießer 2003) werden lebensweltliche Vorstellungen aus Erfahrungen der (frühkindlichen) Wahrnehmung, der Körperbewegung, der physischen und sozialen Umwelt gebildet. Das „Weitergeben“ stellt dabei nicht nur den unsichtbaren Prozess plastisch vor Augen, sondern determiniert auch die Vorstellung vom Weitergegebenen: Geschenke und Erbstücke werden beim Weiterreichen nicht oder kaum verändert. Dasselbe wird für Merkmale und Gene imaginiert: Das Vererbte wird als konstant gedacht. Weitergabe und Konstanz sind bei der Vererbung zwei Seiten derselben Medaille.

Die Erhebung von Vera Frerichs (1999) zu Schülervorstellungen über Strukturen und Prozesse der Vererbung bestätigt diese Interpretation der Vorstellungsbildung und der gebildeten Begriffe.

Die im Bereich Genetik erhobenen Vorstellungen beziehen sich auf die Termini

„Vererbung“, „Gene“ und „Merkmal“. Die Interviews wurden mit 10 Schülern von Gymnasien (Klassenstufe 8 bis 12) durchgeführt. Die Schüler der Klassenstufen 8 bis 10 hatten zum Zeitpunkt der Interviews noch keinen Unterricht in Genetik gehabt, während diejenigen der Klassenstufen 11 und 12 sowohl in klassischer wie molekularer Genetik unterrichtet worden waren.

Aus den Interviews ist klar die Vorstellung von der Weitergabe von Merkmalen abzuleiten. In den Teilchen sind die Merkmale miniaturisiert vorhanden. So wird postuliert, Farbmerkmale würden durch kleine Pigmentkörnchen weitergegeben. Die Schüler unterscheiden nicht oder nicht klar zwischen Genotyp und Phänotyp. Zuweilen werden Gen und Merkmal explizit gleichgesetzt.

Einige Schüler verbinden dieses Konzept deutlich mit der Vorstellung, dass die weitergegebenen Teilchen grundsätzlich konstant sind. Neue Merkmale beruhen auf bereits vorhandenen Anlagen: Als die Konzepte übergreifende Denkfigur, die für die Schüler erklärungsmächtig ist, lässt sich erschließen:

Denkfigur:

»Überdauern von

Merkmalen und Genen«:

Die Vererbung von Merkmalen kann durch die Weitergabe von unveränderten Elementen (Merkmalen oder Genen) von einer Generation zur anderen erklärt werden.

Bedeutsam ist, dass diese Denkfigur auch in der durch die Molekulargenetik eingeführten Informationssprache für die Gene beibehalten, ja von dieser sogar gestützt wird. An die Stelle der konstanten merkmals tragenden Teilchen tritt dann die von den Schülern unverändert als kontinuierlich und konstant gedachte Weitergabe von Informationseinheiten: Bei der Vererbung werden Informatio-

Phänomenebene Wahrnehmung	Genebene Kausalanalyse
Merkmale Farbe, Größe, Gestalt Charaktere defekt/funktionierend gut/schlecht krank/gesund dominant/rezessiv	chemische Stoffe Gene (Allele) Genprodukte Genwirkungen quantitativ: mehr/weniger: Genaktivität Produktionsrate qualitativ: mutiert: Unterschiede in der chemischen Struktur
„bedeutungsvoll“	„charakterlos“

Tab. 1: Unterscheidung der Ebenen: Gene sind keine Merkmale

nen von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben.

In der letzten Äußerung wird schön deutlich, dass das Konzept der Informationsweitergabe für die Schüler nur ein Substitut für die Merkmalsweitergabe darstellt: Die Gene mutieren danach vom Merkmalsträger zum Bedeutungsträger: Die Merkmale werden nunmehr als Information weitergereicht. Eine grundlegende Vorstellungsänderung zu einem Verständnis der Gene als Teil des chemischen Systems der Zellen ist damit offensichtlich nicht verbunden.

Lehrerinnen und Lehrer vermuten bei den zitierten Schüleraussagen oftmals, diese Schülerinnen und Schüler hätten schlechten Unterricht gehabt, sonst würden sie sich so nicht äußern. Wir halten diese Deutung für nicht zutreffend. Wir haben nicht die Wirkung von Unterricht untersucht, sondern sind der Frage nachgegangen, welche Vorstellungen aufgrund allgemeiner Alltagserfahrungen bei den Lernenden vorherrschen. Mit unserer Annahme, dass die erhobenen Konzepte erfahrungsbasiert sind und die Schülervorstellungen daher auf der Orientierung an phänotypisch sichtbaren Merkmalen beruhen, können die in fachlicher Sicht unbefriedigenden Ergebnisse anderer Studien sinnvoll gedeutet und für das fachliche Lernen genutzt werden (Lewis & Kattmann 2004).

2. Fachliche Klärung: Chemie versus Information

In der Didaktischen Rekonstruktion werden für die fachliche Klärung historisch bedeutsame und aktuelle wissenschaftliche Quellen herangezogen (Frerichs 1999). Hier können nur wenige Aspekte kurz beleuchtet werden.

- Vererbt werden nicht Merkmale, sondern Gene. Deshalb sind Genotyp und Phänotyp klar zu unterscheiden. Gene sind jeder Eigenschaft zu entkleiden: Sie sind charakterlos, weder gut noch schlecht, weder krank noch gesund. (Kattmann 1995, s. Tab. 1)

- Die Unterscheidung von Merkmalen und Genen sollte zu einer sprachlichen Differenzierung führen, in der die Alltagssprache der Vererbung von der Fachsprache der Genetik unterschieden wird. (Tab. 2)

- Die Genwirkung sollte geklärt werden, indem die Gene als chemische Stoffe (DNA) mit den Vorstellungen von den Genen als Informationsträger kontrastiert werden. Gene sind Teile des chemischen Systems der Zelle. DNA-Abschnitte fungieren nur innerhalb der Zelle als Gene. Da Gene chemische Stoffe sind, ist ihre Wirkung immer nur eine chemische und exakt auch nur als solche zu beschreiben (s. Tab. 1). Gene tragen an sich und für

Metapher „Vererbung“	Genetisches Fachwort
»Erbmerkmal« »Erbanlage« »Erbgut« »Erblichkeit« »Erbkrankheit« »erbliche Belastung« »genetische Last« »Erbgesundheit« »Eugenik«	genetisch bedingtes Merkmal Gen Genom genetisch bedingte Varianz genetisch bedingte Krankheit gegenstandslos, entfällt gegenstandslos, entfällt gegenstandslos, entfällt gegenstandslos, entfällt
Erbgefüge (Fachwort für weitergegebene Zellstrukturen, außer Gene z. B. auch Membranen)	

Tab. 2.: Sprache der Vererbung und Sprache der Genetik: vorgegenetische und genetische Termini

sich genommen keine Information. Ausdrücke wie „genetische Information“ sind daher immer als Metapher zu verstehen.

- Werden Gene als Bedeutungsträger missverstanden, so wird ihnen leicht die heilsbringende oder unheilsschwangere Macht zugeschrieben, die mit den Hoffnungen und Ängsten gegenüber der Gentechnik verbunden ist (vgl. Kattmann 2004). An die Stelle müsste eine überlegte und nüchterne Betrachtung der Gene als notwendige, aber nicht allein bedeutsame Teile der organismischen Systeme treten.

3. Didaktische Strukturierung: Umgehen mit eigenen und fremden Vorstellungen

Ein wichtiger Grundsatz der Didaktischen Strukturierung ist es, mit den ermittelten Korrespondenzen zwischen fachlichen Konzepten und Alltagskonzepten die Lernenden die eigenen Vorstellungen in verschiedenen Bereichen reflektieren zu lassen und sie mit fremden (auch wissenschaftlichen) Vorstellungen zu konfrontieren. Es wird also das Einnehmen einer Metaposition angestrebt, von der aus die Schüler mit ihren Vorstellungen umgehen und diese weiterbilden können.

Dazu gehört das konsequente Verwenden der Sprache der Genetik, was nicht adressiert werden, sondern durch Einsicht in die mit den Wörtern verbundenen Konnotationen wahrgenommen und als Lernhilfe erkannt werden soll-

te (s. Tabelle 2): Krankheit gehört zum Phänotyp, nicht zum Genotyp, deshalb ist der Terminus „Erbkrankheit“ ebenso irreführend wie „Erbgesundheit“ und „Eugenik“. Die letzteren Termini bezeichnen darüber hinaus obsolete Begriffe, weil die mit ihnen bezeichneten Vorstellungen biologisch nicht haltbar sind (vgl. Kattmann 1991).

Das Phänomen der Vererbung spielt in Alltagsvorstellungen eine große Rolle. Deshalb ist es schon auf unteren Klassenstufen möglich, das Phänomen anzusprechen und z. B. die Grundfrage „Was wird eigentlich vererbt?“ in einfacher Weise anschaulich anzusprechen. Die Rezeptmetapher der Vererbung hilft dabei, Gene von Merkmalen zu unterscheiden (vgl. Gropengießer 1995, Kattmann 1999).

Als grundlegend ist die Unterscheidung von Genotyp und Phänotyp anzusehen, sodass gelernt wird, zwischen Genen und Merkmalen eindeutig zu differenzieren. Die Gene werden auch deshalb als Merkmalsträger vorgestellt, weil ihre chemische Wirkungsweise und der physiologische Zusammenhang mit den Merkmalen in der klassischen formalen Genetik meist völlig verborgen bleibt. Anstelle des schematischen und oft verständnislos betriebenen Formalismus beim Aufstellen von Erbgängen und Mendel-Regeln sollte von Beginn an erklärt werden, auf welche Weise Gene an der Merkmalsausprägung beteiligt sind. Schon auf der Sekundarstufe I kann die Genwirkung durch einfache Gen-Enzym-Merkmal-Zusammenhänge (z. B. bei der Blütenfarbe) verdeutlicht werden (vgl. Baalman & Kattmann 2000). In einer umfangreichen Unterrichtsstudie konnte Marie-Christine Knippels (2002) zeigen, dass ein Hin- und Hergehen zwischen den biologischen Systemebenen das Verständnis der Prozesse entscheidend fördert. In der Sekundarstufe II ist zur Vorstellungsbildung von der Natur der Gene eine enge Verschränkung mit Physiologie, Molekularbiologie und Ent-

wicklungsbiologie geboten (s. Tabelle 3). Aus den angeführten Ergebnissen ergibt sich im Sinne der Didaktischen Rekon-

Genetikunterricht: Worauf ist zu achten? Was ist zu verändern?

1. Unterscheidung der Ebenen von Genotyp und Phänotyp:
Beachten der Unterscheidung von Merkmal und Gen, Phänotyp und Genotyp (s. Tab. 2)
2. Reflexion und Gebrauch der Sprache:
Differenzieren zwischen der Vererbung und der Sprache der Genetik (s. Tab. 3).
3. Reflexion der »genetischen Information« als Metapher:
Gebrauch der Informationssprache im Sinne des »als ob«, Rezeptmetapher der Vererbung
4. Verschränkung von Genetik mit Physiologie und Entwicklungsbiologie, chemische Erklärung der Genwirkung, Einbettung der Gene als Teile des chemischen Systems der Zelle:

Klassische Erbgänge: Erklärung der Merkmale durch Gen-Enzym-Beziehungen (z. B. Blütenfarbstoffe, Albinismus, PKU) oder Proteinstrukturen (z. B. ABO-Antigene, Rhesusfaktor, Sichelzellenhämoglobin)

Molekulargenetik: Transkriptionsapparat, zelluläre Regulation der Genaktivität, Zelldifferenzierung, genomische Prägung

Entwicklungsgenetik: Musterbildung durch Gradienten embryonaler Signalstoffe
5. Genetik im Kontext von Evolution, Veränderungen der Gene:
Mutationen als normale (nicht krankhafte) Änderungen, Häufigkeit in Populationen

Tab. 3: Einige Leitideen für die Didaktische Strukturierung des Genetik-Unterrichts (vgl. Frerichs 1999)

truktion eine Anzahl weiterer wesentlicher Grundsätze für den gesamten Unterricht in Genetik, die zum Setzen neuer Akzente und zu neuen Verknüpfungen führen. Dazu gehört, Genetik und Gene in den Kontext anderer biologischer Themenbereiche, insbesondere von Evolution zu stellen.

(Baalman, Frerichs & Kattmann 2005, s. Tab. 3, Punkte 4. und 5.).

LITERATUR

- BAALMAN, W., FRERICHS, V. & KATTMANN, U. (2005). Genetik im Kontext von Evolution: oder: Warum die Gorillas schwarz wurden. MNU 58, Nr. 7, 420-427.
- BAALMAN, W. & KATTMANN, U. (2000): Birken-spanner: Genetik im Kontext von Evolution. Unterricht Biologie 24, Nr. 260, 32-35.
- FRERICHS, V. (1999): Schülervorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen zu den Strukturen und Prozessen der Vererbung – ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- GROPENGIEßER, H. (2003): Lebenswelten, Denkwelten, Sprechwelten. Wie man Schülervorstellungen verstehen kann. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 4. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- GROPENGIEßER, I. (1995): Was wird eigentlich vererbt? Unterricht Biologie 19, Nr. 209, 17-19.
- KATTMANN, U. (1991): Heterozygotenvorteil und Eugenik. Unterricht Biologie 15, Nr. 167, 4-13.
- KATTMANN, U. (1995): Gene und Genetik. Unterricht Biologie 19, Nr. 209, 4-13.
- KATTMANN, U. (1999): Phänomen Vererbung. – Erbgänge beim Menschen. In: R. Hedewig, U. Kattmann & D. Rodi (Hrsg.), Vererbung. Handbuch des Biologieunterrichts Sekundarbereich I, Band 6. Köln: Aulis.
- KATTMANN, U. (2004): Schöne neue Welt: Gen- und Fortpflanzungstechnik. Unterricht Biologie 28, Nr. 291, 4-14.
- KATTMANN, U., DUIT, R., GROPENGIEßER, H. & KOMOREK, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 3, Nr. 3, 3-18.
- KNIPPELS, M. C. P. J. (2002): Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education. The yo-yo learning and teaching strategy. Utrecht: CD- Press.
- LAKOFF, G. (1987): Women, fire, and dangerous things. What categories reveal about the mind. Chicago: University Press.
- LEWIS, J. & KATTMANN, U. (2004): Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. International Journal of Science Education 26, 195-206.

AUTOR UND KONTAKT

Dr. Ulrich Kattmann

emer. Univ.Prof. für Didaktik der Biologie der Universität Oldenburg
Mittellinie 71, D-26160 Bad Zwischenahn
ulrich.kattmann@uni-oldenburg.de
www.uni-oldenburg.de/biodidaktik



Gerade riskierte ich einen kritischen Blick auf mein erst einjähriges Auto: von der rechten Vordertüre bis ganz nach hinten zieht sich ein hässlicher Kratzer, die Reifen sehen so aus, als ob sie keine weitere Fahrt mehr heil überstehen könnten, außerdem sollte ich den Wagen wieder einmal einer gründlichen Reinigung unterziehen...

INGE BRANDL

Noch vor ein paar Jahren hätte man mich für verrückt erklärt, wenn ich mich den Träumen von kratzfesten, Schmutz abweisenden Lacken, Reifen mit längerer Laufleistung und dgl. hingegen hätte.

Heute machen Materialien futuristische Wandlungen durch: da wird von Kleidung berichtet, die bequem und atmungsaktiv ist, jedoch fett- und ölhaltige Substanzen abperlen lässt; Lebensmittelverpackungen, die sich verfärben, wenn der Inhalt verdorben ist; Glas, das nicht anläuft; Materialien, die 2000 Mal steifer als Diamant sind und von Stoffen, die Medikamente direkt an den Wirkungsort transportieren können uvm.

Eine Million Nanopartikel auf einem „i“-Punkt

Hätten Sie es je für möglich gehalten, dass man auf der Spitze einer gewöhnlichen Nähnadel schreiben kann?

Theoretisch ist es sogar möglich, die gesamte Literatur dieser Welt auf die Größe einer Briefmarke zu bekommen!

In der Größenordnung „Nano“ (1 Milliardstel Meter bzw. 1 Millionstel mm) bewegt sich zum Beispiel das Erbmateriale im Inneren einer Zelle – ca. 8 aufeinander folgende Nucleotide haben die Länge von 3,4 Nanometern; – das Verhältnis von zehn Nanometern zu einem Meter ist so wie das der Erde zu einer Grapefruit oder einem „i“-Punkt auf dem 1 Million Nanopartikel Platz finden!

Nanotechnologie

„Die Welt in der Welt in der Welt ... Nanowelt“



Lange Nacht der Forschung: Schüler/innen der BHAK Landeck, Mag. Markus Schubert, Mag. Inge Brandl vor dem NanoTruck aus Deutschland

Querschnittsdisziplin Nanotechnologie

Im Nanomaß strukturierte Materialien verbessern die meisten Bereiche unseres Lebens. Viele Gegenstände aus dem Alltag wurden bereits unter Einbeziehung der Nanotechnologie erzeugt, wie z.B. Farbdrukertinte (Pigmente würden nicht auf dem Papier halten, wenn sie nicht Nanometer-Größe hätten) – während andere Bereiche, so z.B. jene in der Pharmaindustrie (Nanobiotechnologie) unzureichend erforschten „Neuland“ sind.

Man kann sagen, dass in jedem Molekularbiologen, Genetiker, Gentechniker, Chemiker auch ein Nanotechnologe steckt! Oder dass Teilgebiete der Bionik (z.B. Lotusblüteneffekt) Teilgebiete davon sind. Aber Nanotechnologie ist noch viel mehr: Multiple Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologie in medizinischer Diagnostik, Computer-Chips, Energietechnik, Biotechnik, Materialien uvm. können nur durch Überschneidung der

Disziplinen erreicht werden. Die unterschiedlichen Anwendungen haben im allgemeinen wenig miteinander zu tun; Nanotechnologie umfasst Forschungsgebiete aus der belebten und unbelebten Natur. Die Zusammenarbeit von Forschern und Unternehmen aus Bereichen wie Biologie, Biotechnologie, Chemie, bis hin zu Elektronik, Medizin, Optik, Mikroelektronik und Materialwissenschaften ist erforderlich, um in den nächsten Jahren weitere zweckdienliche Erkenntnisse zu erzielen.

Industrielle Revolution durch neue Eigenschaften

Bald wird fast jeder Industriebereich unter dem Einfluss der Nanotechnologie stehen – Nanotechnologie könnte der Volkswirtschaft Milliarden bringen und verspricht nach der Mikroelektronik der Grundstein für die nächste industrielle Revolution zu sein. Ausschlaggebend für alle „Nanowunder“ ist, dass sich in der „Nanowelt“ wesentliche Eigenschaftveränderungen der Stoffe ergeben:

- je kleiner die Partikel, desto größer die Oberfläche im Verhältnis zum Gesamtvolumen: für Nanopartikel ergibt sich dadurch eine sehr gute chemische Reaktionsfähigkeit und Löslichkeit;

- Nanoteilchen können sich selbst organisieren – sie können sich z.B. an Oberflächen anordnen; Van-der-Waals-Kräfte machen die Partikel klebrig, sie haben eine starke Tendenz dazu, Agglomerate zu bilden. Nanoteilchen verleihen verschiedenen Materialien besondere Adhäsionskräfte und erzeugen ultraharte neue Stoffe!

- Es lassen sich Teilchen erzeugen, die vollkommen andere chemische und physikalische Eigenschaften besitzen als große (makroskopische) Körper aus denselben Stoffen (z.B. lassen sich große Maschinen also nicht miniaturisieren). Unter 50 nm gelten die Gesetze der klassischen Physik nicht mehr – sie weichen den Quantengesetzen!

Anwendungen Nanobiotechnologie

Die Kenntnis der Struktur von Biomolekülen ist eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis von biologischen Prozessen auf molekularer und zellulärer Ebene, sowie für ihre Anwendung in Biotechnologie, Medizin und Pharmazie. Ein wesentlicher Schritt zur industriellen Nanofertigung war 1986 die Entwicklung des Rastertunnelmikroskops mit dem auch die Manipulation der Atome realisiert wurde.

Im folgenden werde ich schwerpunktmäßig nur auf einige wenige Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Nanobiotechnologie eingehen; - man verspricht sich von ihr, dass Krankheiten, welche heute unheilbar sind, künftig besiegt werden können:

Was „Pille“/Raumschiff Enterprise schon längst konnte, wird in absehbarer Zeit wohl auch für uns möglich sein!

Es gibt bereits...

- Nano-Skalpelle, die Zellen operieren können!

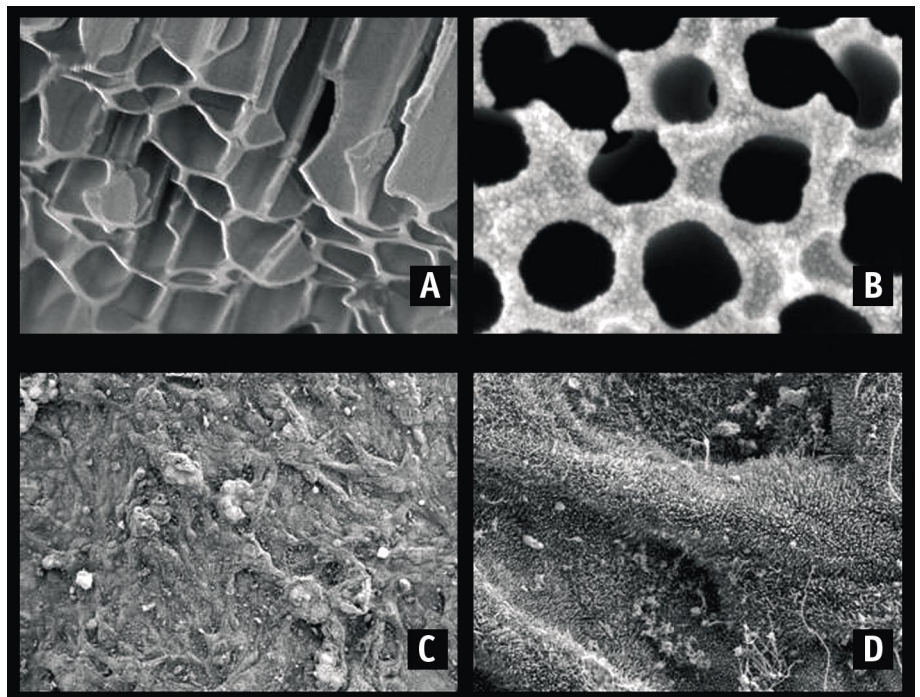
- Waagen, die auf ein Milliardstel Gramm genau wiegen können – somit kann man z.B. Viren abwiegen, es ergeben sich viele neue Untersuchungsmöglichkeiten im Bereich Medizin, Mikrobiologie und Chemie!

- Molekulare Motoren, welche mit Licht angetrieben werden.
Gerade entwickelt werden die unterschiedlichsten Nanokörper gegen Krebs:

- Nanopartikel aus Eisenoxid (auch Gold) und einer Oberflächenbeschichtung, die sich speziell an Krebszellen anheftet, reichern sich bei Krebszellen an, das Gewebe wird anschließend von außen einem starken Magnetfeld ausgesetzt. Die Temperatur in den Zellen steigt über 42 Grad Celcius, die Tumorzellen sterben ab;

- Medikamente (z.B. Chemotherapeutika) werden in Nanopartikel verpackt und durch eine spezielle Oberflächenbeschichtung gelangen sie genau zum Wirkungsort. So können z.B. Blutgefäße zerstört werden, die den Tumor ernähren. Es können auf diese Art auch biologische Barrieren, wie z.B. die Blut-Hirnschranke überbrückt werden.

- „Nanokörper“ werden als extrem kleine Antikörper, die sich an Tumorzellen anlagern können, in den kranken Körper gespritzt. Dadurch werden die Krebszellen nicht nur von T-Killerzellen, sondern auch von Fresszellen erkannt und angegriffen. Mit Nanoteilchen beschichtete Oberflächen werden besser vertragen. Eine große Rolle hierbei spielen Diamantbeschichtungen (siehe Abb./UNI Innsbruck) oder sich selbst organisierende DNA-Nanoröhren (nicht zu verwechseln mit Kohlenstoff-Nanoröhren) z.B. beim Einsatz von künstlichen Gelenken: Osteoblasten binden besser an Titan, wenn diese beschichtet sind (Verbesserung um ein Drittel)



A: Hohe Vergrößerung eines unbehandelten Aluminium Oxyd Filters

B: Hohe Vergrößerung des gleichen Filters mit ultra-nano-kristallinem Diamant beschichtet

C + D: zeigen, dass Nierenepithelzellen, wenn sie auf UNCD beschichteten Oberflächen wachsen, besser anhaften und ein morphologisches Erscheinungsbild aufweisen, das der Situation in vivo wesentlich besser entspricht

(Aufnahme v. Prof. W. Pfaller, Institut für Physiologie, Medizinische Universität Innsbruck)

Nanosensoren erkennen kleinste Veränderungen in biologischen Abläufen – z.B. ließen sich erhöhte Eiweißkonzentrationen, welche mit der Frühphase der Demenzkrankheit Alzheimer verbunden sind, nachweisen – die Krankheit würde früher diagnostiziert und behandelt – ähnlich verhält es sich für Parkinson und Diabetes.

Momentan noch reine Science fiction: Der Biologische Nanocomputer (Entwicklung in Israel) ist noch weit von einer kommerziellen Nutzung entfernt, es gibt allerdings schon viel versprechende Prototypen: Hardware des Computers sind Enzyme, die Software ist DNS; diese Art von Computer ist extrem winzig (eine Million davon würden in einem Wassertropfen Platz haben) und viel leistungsfähiger als Silicium-Chips; diese Nanomaschine könnte z.B. innerhalb des menschlichen Körpers Anwendung finden, wo Krankheiten am Entstehungsort diagnostiziert und behandelt werden. Dieser Roboter würde abnorme biochemische Vorgänge im Körper aufspüren und selbst entscheiden, wie diese behoben werden sollen.



<http://www.zm-online.de>:
Mario Lips / Bislang noch reine Utopie: Ein Mini-U-Boot fährt durch das menschliche Gefäßsystem und bietet neuartige Diagnose- und Therapiemöglichkeiten)

Risiken der Nanotechnologie

Gerade jene Eigenschaften, die Nanopartikel technologisch so interessant erscheinen lassen, machen sie für uns gefährlich, sofern sie als Nanopartikel in die Umwelt kommen. Viele Studien weisen darauf hin, dass Nanopartikel generell giftiger sind, wenn sie in den menschlichen Körper eintreten, als größere Partikel aus

den gleichen Materialien. Z.B. erkennen die Fresszellen unseres Immunsystems Partikel, welche kleiner als 70 nm sind, nicht als körperfremd an.

Die Nanopartikel können auf unterschiedlichste Art (durch Mund, Lunge, Haut) in den Körper gelangen und über die Blutbahnen transportiert werden. Sie sind sehr mobil und wurden bereits in den Organen nachgewiesen (Leber, Gehirn,...). Durch ihre besonderen Eigenschaften treten sie mit körpereigenen Substanzen/Zellstrukturen in Wechselwirkung. Nanopartikel können vermutlich auch über die Plazenta der Mutter auf das Ungeborene übertragen werden – Studien dazu fehlen. Über allgemeine Auswirkungen auf die Umwelt ist noch nichts bekannt.

Für gewöhnlich gelangen industriell gefertigte Nanopartikel nicht frei in die Umwelt – sie sind meist Bestandteil von Verbundstoffen und dgl.

Keine menschliche Erfindung

Nanopartikel sind keine Erfindung des Menschen, denn wir sind seit schon immer von ihnen umgeben:

Waldbrände, vulkanische Eruptionen, Verkehr u.a. Verbrennungsprozesse setzen Feinstaub frei (in einem gewöhnlichen Innenraum befinden sich ca. 10.000 – 20.000 Nanopartikel pro Kubikzentimeter, 100.000 im Stadtverkehr)! Folglich haben industriell erzeugte Nanopartikel wahrscheinlich im Vergleich zu den natürlichen Partikeln nur eine untergeordnete Bedeutung für unsere Gesundheit.

Umgang mit Verantwortung

Man hat derzeit nur wenige Erfahrungen mit diesen neuartigen Nanopartikeln, außerdem existieren keine gesetzlichen Vorschriften, wie man mit ihnen zu handtieren hat.

Jede Art muss individuell untersucht werden – Nanotechnologie ist ein zu breiter

Begriff, um Risiken zu verallgemeinern, die Studien über die Auswirkungen stehen gerade erst am Anfang! Viele Krankheiten entstehen erst nach Jahren, es wird also schwierig sein, Nanopartikel als Verursacher heranzuziehen.

Dialog zur Risikovermeidung

Um von Start an Vorurteile und Ängste zu vermeiden, ist es wichtig, seitens der Forschung einen offenen Dialog mit allen zu führen. Die Forschungsergebnisse müssen transparent bleiben und die Einführung einer Art „globale Risikoprüfung“ (Datenbank) wäre wünschenswert; Forschungsförderungsgelder sollten von Anfang an nicht nur für diverse Anwendungen, sondern auch für Risikoforschung eingesetzt werden. Es ist nicht zielführend, Nanotechnologie wegen der oben genannten Risikobereiche abzulehnen – das Potential, unter Einbeziehung der Nanotechnologie den Alltag komfortabler zu gestalten, scheint unendlich, Unglaubliches wird ermöglicht!

Viele Veränderungen werden uns Konsumenten als selbstverständlich vorkommen – ohne es immer bewusst wahrzunehmen, sind wir von Nanomaterialien umgeben.

AUTORIN UND KONTAKT

Mag. Inge Brandl

BHAK Landeck / Biologie, Ökologie und Warenlehre, Chemie
Defreggerstr. 34
6020 Innsbruck
inge.brandl@gmx.at



Vernetzte Nano-Welt

GUNDULA WEINGARTNER

Die Österreichische NANO Initiative, die vom BMVIT, gemeinsam mit mehreren Ministerien, Bundesländern und Förderstellen getragen wird, unterstützt die Bildung von Netzwerken, die sich mit der Querschnittsdisziplin Nanotechnologie beschäftigen. Durch die regionale und nationale Bündelung von Ressourcen und Fachwissen erwartet man sich einen klaren Mehrwert für die österreichische Nano-Landschaft. Neben dem Netzwerk MNA (Micro@Nanofabrication Austria), dem steirischen NANONET Styria und dem NanoScience and Technology Center Linz (NSTL) hat sich die Initiative W INN (Westösterreichische Initiative für NanoNetzwerke) als westösterreichisches Netzwerk gebildet.

Think small!

W INN zählt Hochschulen, Forschungsinstitute, Unternehmen und Kompetenzzentren zu seinen Mitgliedern und garantiert so die Verbindung von Fachwissen mit fundiertem, praxisnahem Know-how. Neben den fachspezifischen Schwerpunkten legt W INN verstärkt Augenmerk auf die Information der Öffentlichkeit, sowie Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen. Kooperationen mit Lehrerververtretungen und Bildungseinrichtung sowie die Durchführung von gemeinsamen Projekten, sichern den Schülern und in weiterer Folge der Bevölkerung den Zugang zur Nanotechnologie.

Ausflug in den Nanokosmos

Jüngstes Beispiel: im Zuge der „Langen Nacht der Forschung“ am 1. Oktober 2005 holte W INN den blitzblauen nanoTruck nach Innsbruck und lud tiroler Schülerinnen und Schüler auf eine Reise in den Nanokosmos ein. Zahlreiche Ex-

ponate und Installationen vermittelten in leicht verständlicher Form Grundlagen, Anwendungen und Potenzial der spannenden Nanotechnologie. Kurz davor unterstützte W INN das Pädagogische Institut des Landes Tirol bei der Organisation und Umsetzung einer regionalen Lehrerfortbildung zum Thema Nanotechnologie. Die Veranstaltung bildete den Auftakt für das Schuljahr 2005/06, in dem die Querschnittsdisziplin Nanotechnologie in den Lehrplan Österreichs Höherer Schulen implementiert wird.

Nano-Service für Lehrer und Schüler

W INN bietet Lehrern und Schülern eine Reihe von Serviceleistungen rund um das Thema Nanotechnologie, wie Informations- und Unterrichtsmaterialien, und unterstützt ausgewählte Schülerprojekte, Exkursionen und Veranstaltungen. Darüber hinaus steht W INN als kompetenter Ansprechpartner für alle Fragen rund um das Thema Nanotechnologie zu Verfügung.

QUELLEN

<http://www.zm-online.de>

<http://nano.ivcon.net>

<http://www.heise.de>

<http://nanoTruck.net>

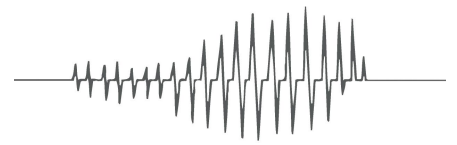
<http://winn.at>

Unter <http://exchange.winn.at/nanoinformation/> können Artikel über Chancen und Risiken der Nanotechnologie, Hintergrundinformationen, sowie Präsentationsfolien und Filme für den Unterrichtgebrauch heruntergeladen werden.

AUTORINNEN & KONTAKT

Dr. Gundula Weingartner

Westösterreichische Initiative für NanoNetzwerke
g.weingartner@winn.at



FORUM ÖSTERREICHISCHER WISSENSCHAFTLER FÜR UMWELTSCHUTZ

Wer sind wir?

Das FORUM WISSENSCHAFT & UMWELT wurde im Frühjahr 1985, ausgelöst durch die Ereignisse um Hainburg, als Personenverein konstituiert. Die derzeit rund 250 Mitglieder aus ganz Österreich sind überwiegend Angehörige von Universitäten und öffentlichen wissenschaftlichen Einrichtungen. Die Sektion Innsbruck wird als Zweigverein geführt.

Was wollen wir?

- In Fragen des Natur- und Umweltschutzes dem Sachverstand einschlägig geschulter Wissenschaftler öffentliches Gehör verschaffen und der Manipulation und Verfälschung fachlicher Aussagen und Gutachten entgegenzutreten.
- Die komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen politischen Rahmenbedingungen, Lebens- und Wirtschaftsformen unserer Industriegesellschaft und den Reaktionen der Umwelt (der Ökosysteme) durchleuchten und für Entscheidungsträger sowie die interessierte Öffentlichkeit aufbereiten.
- Ganzheitliche Antworten auf die vielschichtigen Bedrohungen der natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen finden und wissenschaftlich fundierte Grundlagen für ökologisch (und sozial) verträgliche politische Entscheidungen erarbeiten.
- Durch interdisziplinären Dialog und Bemühung um fachlichen Konsens in möglichst repräsentativ zusammengesetzten themenbezogenen Arbeitsgruppen der Vereinzelung des Wissenschaftlers und der durch Expertenstreit bewirkten Verunsicherung von Entscheidungsträgern und Öffentlichkeit entgegenwirken.

Schwerpunkte

- Zukunftsverträgliche Entwicklung von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft
- Bewahrung der Vielfalt des Lebens
- Interdisziplinarität in Wissenschaft, Forschung und Lehre
- Objektivität und Seriosität von Gutachten
- Verantwortung in der Wissenschaft

Leistungen

Studien - Expertisen - Gutachten - Veranstaltungen
- Workshops Arbeitskreise - Interdisziplinäre Zeitschrift - Stellungnahmen - Presseaussendungen

Forum Wissenschaft & Umwelt

Mariahilfer Straße 77-79
1060 Wien
T 01/5852985
F 01/5852986
umweltforum@utanet.at
www.fwu

Wissenschaftlicher Nachruf auf Rupert Riedl

„Nichts in der Entwicklung dieser Welt ist für sich alleine zu verstehen.“ (Riedl 1999, S.205)

Eigentlich war dieser Artikel ursprünglich als Überblick über Riedls Schaffen konzipiert. Leider wurde daraus ein wissenschaftlicher Nachruf auf Rupert Riedl, der am 18. September verstorben ist.

MANFRED WIMMER

Einleitend seien mir einige persönliche Vorbemerkungen gestattet. Den Menschen Rupert Riedl jenseits aller wissenschaftlicher Aktivitäten und Leistungen zu skizzieren, erscheint als schwieriges Unterfangen. Ich will mich hier auf eine bestechende Eigenschaft beschränken, die darin zum Ausdruck kam, dass in seinem Existieren kaum Differenzen zwischen dem Wissenschaftler und der Privatperson Rupert Riedl gegeben waren. Wissenschaft als Beruf und Wissenschaft als Lebens- und Geisteshaltung erscheinen bei vielen Individuen als getrennte Bereiche. Nicht so bei Rupert Riedl, der in seinem ganzen Menschsein eine Synthese lebte. Eine Synthese, die sich auch in seinen wissenschaftlichen Arbeiten zeigt, deren breit gefächertes Spektrum kaum einen Aspekt des Menschseins ausspart. Eine elementare Form der Neugierde und Offenheit, gepaart mit einem Blick auf „das Ganze“ lassen Konturen eines Menschen entstehen, der sich durch keinerlei disziplinäre Grenzen Beschränkungen auferlegen ließ. Eines Menschen, der sich immer wieder die Frage stellte, in welch größeren Rahmen sein Tun einzuordnen wäre.

Der Anfang

Biographisch gesehen am 22. Februar 1925. An diesem Tag wurde Rupert Riedl als Sohn des Bildhauers Josef Riedl geboren. Ein Mensch, von dem Rupert Riedl immer mit Hochachtung sprach. Häufig wurde folgender Satz des Vaters zitiert, der gleichsam auch als Lebensmotto galt: „Wenn du für diese Gesellschaft etwas tun willst, dann darfst du nicht Maß an ihr nehmen“. Was darin zum Ausdruck kommt, ist zweierlei: einerseits Distanz und andererseits Engagement. Distanz vor allem zum jeweiligen „Mainstream“ und zu den bestimmenden Seilschaften in den Wissenschaften sowie zu aktuellen „Zeitgeistigkeiten“ in Kultur und Gesellschaft. Engagement andererseits für „die Kreatur“ in all ihren Verletzlichkeiten und Zerbrechlichkeiten und deren Einbettung in eine Kultur, deren Rolle sowohl stützend wie auch fördernd gesehen wird.

Die Schulzeit wird als überwiegend belastend und niederdrückend erfahren, die Leistungen sind eher schlecht. Auf die Kriegsmatura folgt die Einberufung zur Wehrmacht 1943. Auf einen langen Lazarettaufenthalt folgt die abenteuerliche Rückkehr nach Wien 1945. (vgl. dazu Riedl 2004, S. 56 f.) Trotz unklarer Zukunftsperspektiven findet sich im Kriegstagebuch bereits 1944 eine Art „Lebensplan“, welcher biologische Expeditionen, wissenschaftliche Filme und Theoretische Biologie beinhaltet.

Der Versuch, in den Fußstapfen des Va-

ters zu schreiten, führt vorerst zu einem kurzen Gastspiel an der Akademie der bildenden Künste (1945-1946), gefolgt von Medizin und Ägyptologie als weitere Stationen des Weges hin zur Zoologie, welche dann zur wissenschaftlichen Heimat wird.

Meeresbiologie

Es folgen frühe wissenschaftliche Aktivitäten im Bereich der Meereskunde – jedoch nicht im Labor, sondern im Rahmen abenteuerlicher Expeditionen und mit riskanten Tauchgängen. Markant und innovativ dabei das Bestreben, Meeresbiologie nicht nur im Labor, sondern in den Lebensräumen selbst zu betreiben. Auf die „Unterwasser-Expedition Austria“ 1948-49 folgte die „Österreichische Tyrrenia Expedition“ 1952 und eine Expedition ins Ostmediterrän (Süddalmatien, Ägäis) 1953.

Sowohl Dissertation wie auch Habilitation stehen in diesem Kontext. Die bekanntesten Resultate dieser Periode sind der Film „Leben im Riff“ (1956) und die Bücher „Fauna und Flora der Adria“ (1963) – später erweitert zu „Fauna und Flora des Mittelmeeres“ (zahlreiche Auflagen) – sowie der Band „Biologie der Meereshöhlen“ (1966). Diese Arbeiten begründeten den Ruf Rupert Riedls als Meeresbiologe, der 1967 zu einer Berufung in die USA an die University of North Carolina in Chapel Hill führte. Auch hier erfolgen zahlreiche marinbiologische Forschungen, die bereits zunehmend mit Überlegungen zur

Evolutionstheorie einher gehen. Zentral dabei der Gedanke einer sog. „korrelativen Selektion“ oder Autoselektion, d.h. eines zusätzlichen Evolutionsfaktors, der den üblichen Faktoren Mutation und Selektion zur Seite steht und eine eigene Selektionsquelle durch die internen Vorgaben des Organismus darstellt. Für die später entwickelte „Systemtheorie der Evolution“ stellen diese Überlegungen Kernelemente dar.

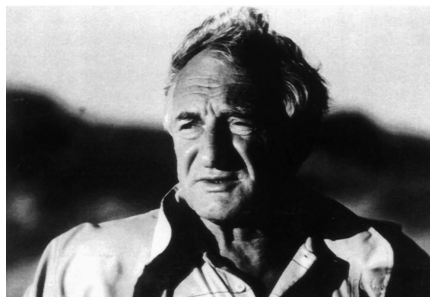
Evolution- und Erkenntnistheorie

1971 erfolgt die Rückkehr nach Wien. Was sich hier verdichtet sind Überlegungen zum Zusammenhang zwischen Naturordnung und Denkordnung, welche konsequent in Richtung erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Grundlagen der Biologie weitergeführt werden. Der darin zum Ausdruck kommende ganzheitliche Gesichtspunkt stellt dabei einen der zentralen Gehalte des Riedl'schen Schaffens dar (vgl. Riedl 1999).

Diese nicht reduktionistische Sicht von Evolution, die den Organismus in seiner systemischen Ganzheit berücksichtigt, wurde als „Systemtheorie der Evolution“ bekannt.

Die logische Konsequenz dieses Ansatzes führt direkt zur Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie. Viele Mitglieder der biologischen Zunft werteten diesen Schritt als Häresie, als nicht legitime Überschreitung naturwissenschaftlicher Überlegungen hinein in die Philosophie. Nicht so Rupert Riedl, dessen Überlegungen in diesem Grenzbereich erstmals in dem Band „Biologie der Erkenntnis – Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft“ (1980) erschienen, womit auch einer der Marksteine zur Begründung der evolutionären Erkenntnistheorie gelegt wurde. Eines der Grundanliegen dieser Theorie ist die Rückführung höherer kognitiver Leistungen auf deren biologische Vorbedingungen – ein An-

liegen, welches sich auch bei Konrad Lorenz in seinem berühmten Buch „Die Rückseite des Spiegels“ (1973) findet. Von den zahlreichen Einsichten, die aus dieser „Naturalisierung“ der menschlichen Vernunft wie auch anderer menschlicher Fähigkeiten gewonnen wurden, sei hier eine der für Riedl wichtigsten herausgestellt: die Adaptierungsmängel. Diese zeigen sich in den „Fehlleistungen“, welche unsere angeborenen (ratiomorphen) Verrechnungsmechanismen liefern können, sobald sie außerhalb des für sie selektionswirksamen Milieus aktiv werden. So scheitern beispielsweise unsere Anschauungsformen außerhalb des „Mesokosmos“, d.h. jenes Milieus, innerhalb dessen sie selektiert wurden. Mikro- und makrokosmische Dimensionen erweisen sich für unsere angeborenen



Anschauungsformen als kaum verstehbar. In ähnlicher Weise versagen zahlreiche evolutionär bedingte moralische Regulative innerhalb anonymer Massengesellschaften, weil der selektionswirksame Kontext in der überschaubaren Kleingruppe lag. Ein wesentlicher Aspekt von Bildung bestand für Rupert Riedl in einer Aufklärung über derartige Adaptierungsmängel unserer Ausstattung.

Dieser Versuch, die menschliche Vernunft ausgehend von deren evolutionären Wurzeln zu begründen, führte vor allem bei traditionellen Philosophen zu heftigen Abwehrreaktionen, was Riedl in keiner Weise irritierte, sondern ihm Anlaß zu weitergehenden Publikationen war, von denen hier nur ein Werk angeführt sein soll: „Die Spaltung des Weltbildes – Bio-

logische Grundlagen des Erklärens und Verstehens“ (1985). Was Riedl hier unternimmt, ist nicht weniger als der Versuch, die unsere Kultur bestimmende, Unheil bringende Kluft zwischen Natur- und Geisteswissenschaften zu überbrücken. Ausgehend von dem Aristotelischen Ursachenkonzept kommt Riedl in dem Buch zu dem Ergebnis, dass komplexe Systeme aufgrund ihrer hierarchischen Organisation nur über wechselseitige Erklärungen zureichend verstanden werden können. Nichts in dieser Welt kann bloß ausgehend von seinen Untersystemen (bedingenden Ursachen etc., „bottom up“) verstanden werden, sondern in jedem System spielen auch aus den Obersystemen wirksam werdende „top down“ Faktoren eine Rolle. Wegweisend dabei der Gedanke, dass die Analyse jedes Objektes nicht nur die bedingenden Untersysteme in Betracht ziehen darf (wie dies bei der „klassischen“ naturwissenschaftlichen Methodologie der Fall ist), sondern hier auch immer die entsprechenden Obersysteme mit berücksichtigt werden müssen.

Gesellschaftstheorie

Von da aus kann die Brücke zu Riedls Sicht von Kultur und Gesellschaft geschlagen werden. Dabei ist zu bemerken, dass seine letzten Jahre zunehmend von einem politischen und gesellschaftlichen Engagement gekennzeichnet waren, welches durch eine tiefe Sorge über die sich abzeichnenden und vollziehenden gesellschaftlichen Entwicklungen motiviert war.

Dabei ist vor allem der Bildungsbereich eine Zone, an der Riedl sowohl im universitären wie auch im schulischen Bereich immer wieder das Verkommen von Bildungs- zu Ausbildungsstätten kritisiert. Der Einzug ökonomischer Macher-Mentalitäten in die Wissenschaften verdrängt dabei zunehmend den Blick auf das Ganze, auf die Wurzeln dieser Kultur, und der noblen Forderung „Bildung für

alle“ sprechen gegenwärtige Entwicklungen Hohn.

Bildung war für Riedl eines der letzten Korrektive, welches in dem tiefen Sumpf von Humbug und Betrug einen Hoffnungsschimmer wirft. Ausgerichtet vor allem auf eine Kenntnis der Vorbedingungen menschlichen Denkens und Handelns, kann die Rolle der Kultur als humane Ergänzung und Erweiterung unserer biologischen Ausstattung erst richtig interpretiert werden. Die tragenden Säulen jeder Kultur – Glaube, Wissenschaft und Kunst – stellen dabei neue Ordnungsmuster bzw. Differenzierungsformen als Produkte menschlichen Tuns dar, deren Stellenwert und Gehalt erst durch Bildung einsehbar wird. (Riedl 2004, S. 131). Wie weit diese Einsicht innerhalb von rigorosen, unmittelbar an konkreten Anwendungen orientierten Ausbildungsprogrammen und Effizienz maximierenden mentalen Trainingsprozeduren geleistet werden kann, sei dahingestellt. Auch im Schulbereich ist der Trend unverkennbar: Jene zentralen Bildungsinhalte, für die Riedl einstand, werden zugunsten eindimensionaler, von der Wirtschaft bestimmter „Fertigkeitskanons“ ausgehöhlt (vgl. dazu Weißbuch der Europäischen Kommission 1995).

Rupert Riedl hat hier seine Position immer mit aufrechtem Gang und Vehemenz vertreten und ist wohl damit dem Gehalt der letzten Zeilen seiner Autobiographie gerecht geworden:

**„Wenn man aber an den Sinn
eines Lebens denkt,
dann ist dieser wohl daran zu messen,
wie viel es an Humanität
und Kultivierung, mit einem Wort
‘zu einer besseren Welt’,
beigetragen hat“.**

(Riedl 2004, S. 438)

**„Was soll die Teilung in Geistes- und
Naturwissenschaften; sind die einen
unnatürlich und die anderen geistlos?“**

(Die Strategie der Genesis, 1976, S. 40).

**„Die Lebensprobleme der Kulturen
wandeln sich mit ihrer Zeit und mit
ihnen unser Sinn, im Sinne der von uns
geforderten Lösungen.“**

(Evolution und Erkenntnis, 1982, S. 266)

**„Wir werden diese Welt nicht verstehen,
wenn unsere Theorien den
Bedingungen ihres Entstehens
zuwiderwirken.**

**Und wenn wir auch zu klein sind,
um die Welt zu ruinieren, unsere kleine
Menschenwelt zu ruinieren,
das würden wir vermögen.“**

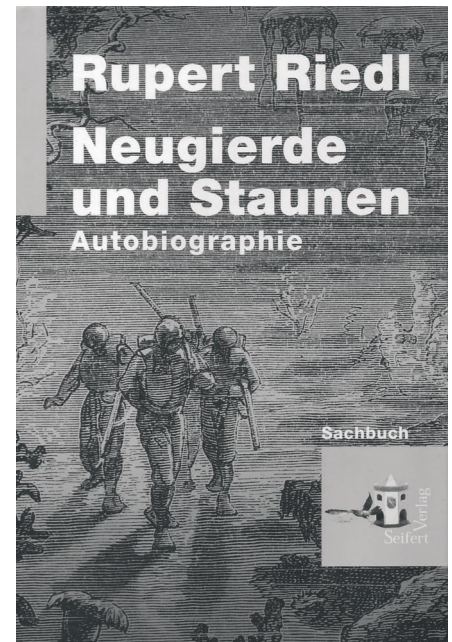
(Die Spaltung des Weltbildes, 1985, S. 290).

**„Wir müssen die Entwicklungsgesetze
dieser Welt erkennen und unterrichten.
Und wir bedürfen mehr Bildung, um
die Einhaltung dieser Gesetze politisch
durchsetzen zu können. Und solange
wir dieses Bildungsziel noch nicht
erreicht aben, sollten wir wenigstens
durch die Differenzierung unserer
Individualität und unseres
Lebenskreises hinwirken auf eine Welt
nach dem Maß des Menschen.“**

(Kultur - Spätzündung der Evolution?, 1987, S. 173).

**„... als Biologe bin ich natürlich
Optimist. Leben ist gemacht, um zu
überleben.“**

(Die Gärten des Poseidon, 1989, S. 236)



RUPERT RIEDL:
NEUGIERDE UND STAUNEN
Autobiographie

1. Aufl., gebunden mit Schutzumschlag, 446 Seiten.
Wien: Seifert Verlag, 2004

ISBN 3 902406-12-7

L I T E R A T U R

RIEDL, Rupert (1975): Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. Parey: Hamburg.

RIEDL, Rupert (1980): Biologie der Erkenntnis. Die stammesgeschichtlichen Grundlagen der Vernunft. Parey: Hamburg.

RIEDL, Rupert (1985): Die Spaltung des Weltbildes. Biologische Grundlagen des Erklärens und Verstehens. Parey: Hamburg.

RIEDL, Rupert (1999): Zufall, Chaos, Sinn. Nachdenken über Gott und die Welt. Kreuz: Stuttgart.

RIEDL, Rupert (2004): Neugierde und Staunen. Autobiographie. Seifert: Wien

RIEDL, Rupert (2004): Meine Sicht der Welt. Seifert: Wien

WEISSBUCH DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION (1995): Lehren und Lernen. Auf dem Weg zur kognitiven Gesellschaft. Luxemburg

A U T O R U N D K O N T A K T

Mag. Dr. Manfred Wimmer

BG & BRG

A-3830 Waidhofen / Thaya

Gymnasiumstraße 1

manfred.wimmer2@utanet.at

Was uns bewegt

„Wollt ihr den totalen Markt?“

Das Werden und Vergehen gehört zum System des Lebens. Was daher in diesem Rahmen ökonomisch knapp ist, das sind Zeit und Information.

Genetisch leben wir in den Nachkommen weiter, die Eingriffe in unsere Umwelt hinterlassen – mittlerweile gewaltige – „Fußabdrücke“, im kulturellen Bereich sind es Ideen, die fortwirken.

Lehrmeinungen sterben mit ihren „Trägern“, wenn sie nicht tradiert werden. Was aber, wenn es gar nicht mehr auf Lehrmeinungen ankommt, nicht mehr auf Argumente, sondern um den Markt von Meinungen, nach denen gerade gefragt wird? Genau dies kommt derzeit in Gang. Die Nachfrageorientierung geht vor der Angebotsorientierung.

„Unsere Kundenorientierung bezieht sich auf unsere Schüler/innen und deren Eltern sowie auf die Wirtschaft und Gesellschaft. Ihre Ideen und Bedürfnisse sind uns wichtig und die Basis für die Entwicklung unserer Bildungsangebote und Schulprogramme“ (Unser Leitbild. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Abteilung für kaufmännische mittlere und höhere Schulen). Es ist schon ein Unterschied zwischen dem, was in der Gesellschaft ankommt und dem, worauf es ankommt, zwischen dem, was eine Gesellschaft erhält und was sie unterhält.

Auf subtile Art werden aus Fächern Gegenstände, aus Lehrbüchern Schulbücher – und aus *Freiheit* wird *Freizeit* (mit der aber viele nichts mehr anzufangen wissen, es sei denn, ihre Gestaltung wird ihnen vorgeschrieben). Und welche Zukunft hat ein Fach wie Biologie, wenn es mit Chemie und Physik zu „Science“ fusioniert wird? Der innere Zusammenhang der naturwissenschaftlichen Fächer ist ähnlich anspruchsvoll wie die Trinität

in Glaubensfragen. Transdisziplinarität tut den Naturwissenschaften gut – und würde auch den Geisteswissenschaften gut tun. Denn in der traditionellen Spaltung unseres Weltbildes in Gesellschaft und Natur ist Natur keine ökonomische Kategorie (und daher schwer zu „fassen“). Brückenfächer wie die Warenlehre „laufen aus“. (Wozu brauchen wir's denn ...?)

Die Mahner verstummen durch natürlichen Abgang. Zuletzt Rupert Riedl. Wie ihm gedenken wir Werner Katzmann, Umweltbildner der ersten Stunde.

Wir gedenken dem Biokybernetiker Frederic Vester. Wir gedenken Peter Glotz, der für **bioskop** „Der Hass auf die Naturwissenschaft“ zur Verfügung gestellt hatte. Wir gedenken einer unserer engagiertesten Lehrerinnen, Margarethe Schlager-Rauscher, Trägerin des Goldenen Ehrenzeichens um die Verdienste der Republik, die bis zum Ende ihrer Kräfte für eine gerechte Sache kämpfte. Wir gedenken Herbert Waginger, Protagonist der ökointelligenten Warenlehre im Sinne angewandter Biologie. Die allgemeine Lebenserwartung wächst, doch letztlich holt der Tod alle ein. Die hier Genannten sind indes zu früh verschieden. In ehrendem Andenken trägt **bioskop** ihr Wort weiter.

Es ist uns bewusst, welchen Anteil die Wissenschaft und ihre Lehre gemeinsam an unserer Kultur und am gesellschaftlichen Wohlergehen haben. Dieses Bewusstsein aber gilt es noch zu verbreiten, weiter zu tragen an die nächste Generation. Die Wissenschaft darf nicht vom Markt aufgefressen werden. Wer nicht weiß, woher wir kommen, kann auch nicht wissen, wohin wir gehen. Will man's wissen? Das bleibt die Frage.

Richard Kiridus-Göller
Franz M. Wuketits



Frederic Vester

(23. November 1925 – 2. November 2003)



Werner Katzmann

(6. Mai 1943 – 28. Februar 2004)



Peter Glotz

(6. März 1939 – 25. August 2005)



Margarethe Schlager-Rauscher

(22. Mai 1950 – 7. April 2005)



Herbert Waginger

(25. November 1946 – 2. August 2005)



Rupert Riedl

(22. Februar 1925 – 18. September 2005)

ABA-Nachrichten

Fachdidaktikertag Biologie

24./ 25. September 2005 in Graz
Die Ergebnisse in Schlagworten
Im Plenum präsentiert v. Univ. Prof. Dr.
Hubert Weiglhofer:

Publikationsorgan

Bioskop mit eigenem Fachdidaktikteil.

Stellenwert an PH und Uni

Als die Berufswissenschaft der BU-LehrerInnen nimmt die FD eine zentrale Stellung in Forschung, Aus- und Weiterbildung ein und muss personal, finanziell und strukturell ausgestattet werden.

Verankerung

Die Biologiedidaktik gehört als selbständige Disziplin zum Fach Biologie.

Angeborene Strukturen u. Synergien

ABA, IMST, IDN.

VORANKÜNDIGUNG:

ABA-Exkursion 12.-15. Juli 2006

Thema: „Vulkanland Steiermark“

Nähere Informationen:

Mag. Oswald Hopfensberger

hopo@utanet.at

ABA-Jahreshauptversammlung

2006 in Wien

Freitag, 21. April 2006

9:30 bis 16:00 Uhr

**Campus Vienna Biocenter 6/1,
Rennweg 95B, 1030 Wien**

Die Veranstaltung steht unter dem Motto „Ethik und Bioethik“ und wird von dialog<>gentechnik gestaltet.

Samstag, 22. April 2006

9.00 bis 13 Uhr

Naturhistorisches Museum, Kinosaal

„Naturforscher um Mozart - Sternstunden der Biologie“ Festvortrag von Gen. Dir. Univ. Prof. Dr. Bernd Lötsch
Univ. Prof. Dr. Franz M. Wuketits spricht über „Die Bedeutung der Biologie für die Kultur“

Nachmittagsprogramm:

Exkursion in das Konrad-Lorenz-Institut für Evolutions- und Kognitionsforschung in Altenberg.

Steirisches ARGE - Treffen 2006

Das steirische ARGE - Treffen 2006 wird wieder gemeinsam mit der ABA veranstaltet. Alle ABA - Mitglieder sind dazu herzlich eingeladen. Den Höhepunkt bildet neben dem gemütlichen Beisammensein wieder ein spannender Diavortrag unseres Kollegen Mag. Dr. Richard Kunz, diesmal über die Südafrikanische Kapregion, den wir in gewohnt hervorragender Qualität erwarten dürfen.

Zeit:

Samstag, 21. Jänner 2006, 17.00 Uhr

Ort:

Bischöfliches Gymnasium
Lange Gasse 2, 8010 Graz

Rückfragen bitte an:

Mag. Margit Delefant
delefant@twin.at

Buchempfehlung

Gefahr Gentechnik: Irrweg und Ausweg



Der Bestseller in Sachen Gentechnik - informativ, fesselnd und schonungslos offen, berichtet über das, was uns alle erwartet:

Am Beginn des 3. Jahrtausends stehen wir, trotz gegenteiliger Prognosen vor immer größer werdenden gesundheitlichen Problemen. Multinationale Unternehmen bestimmen die Politik, gesunde Lebensmittel werden zur Mangelware, die Bauernschaft steht vor dem Abgrund. Trotz des Versprechens der Gentechnik-Saat-Multis in den 90er-Jahren, den Welt hunger zu beseitigen, gelingt es immer weniger Staaten sich selbst zu ernähren.

Gefahr Gentechnik: Irrweg und Ausweg

von GRÖSSLER, M. (2005)
kostet im Buchhandel **24,90 €**.

ABA - Mitglieder erhalten das Buch um **15,40 €** plus Versandkosten, wobei auch Selbstabholung möglich ist.

Bestellungen für ABA-Mitglieder bei:

Claudia Schmitzberger
imagine.publicrelations@aon.at
Tel.: 0699 11303320
www.concordverlag.at

Bestell- und Beitrittsformular

☐ **Ich abonniere die Zeitschrift bioskop für 1 Jahr**
(4 Ausgaben) zum Preis von EUR 25,-
Das Abonnement verlängert sich automatisch nach Ablauf des Jahres,
wenn es nicht 4 Wochen vor Jahresbeginn gekündigt wird.

Ich beantrage die Aufnahme

- ☐ **als ordentliches Mitglied** (zutreffendes bitte ankreuzen)
- ☐ **Vollmitglied** (EUR 25,- jährlich)
 - ☐ **Schüler / Student** (EUR 10,- jährlich)
- ☐ **Ich trete als förderndes Mitglied bei und spende EUR 37,- jährlich.**

.....
Name, Titel

.....
Straße, Nr. PLZ Wohnort

.....
Tel. Nr. E-Mail

.....
Dienstanschrift

.....
Ort, Datum Unterschrift

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Angaben vereinsintern
zur Datenverarbeitung weiterverwendet werden dürfen.

Einsenden an den ABA-Treasurer:

Mag. Irmgard Reidinger-Vollath
Rebengasse 10
A-7350 Oberpullendorf

Bankverbindung

BLZ 51000 Bank Burgenland
Kontonummer: 916 269 101000

Vorschau auf 2006

Heft 1/06: Tierethik und Tierschutz
Heft 2/06: Biodiversität
Heft 3/06: Licht und Leben
Heft 4/06: Biologie und Weltweisheit

Internet

www.aba-austrianbiologist.com
www.bioskop.at



LEITBILD DER AUSTRIAN BIOLOGIST ASSOCIATION

**„Die ABA ist eine Vereinigung von Biologen/innen,
das heißt von in Berufen mit biologischem Schwerpunkt Tätigen.“**

Unser Ziel ist, die Belange der Mitglieder zu vertreten und die Biologie zum Nutzen der Gesellschaft und deren Umwelt in der Republik Österreich und der Europäischen Union in Theorie und Praxis zu fördern.

Wir verstehen uns als Kommunikationsforum für alle Biologen/innen, egal welcher Orientierung.

Wir leisten und fördern Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit im Sinne unseres Leitbildes, unter anderem durch Herausgabe der Zeitschrift **bioskop**.

Wir beziehen Stellung zu aktuellen Themen, entwickeln Konzepte und beraten Entscheidungsträger der Gesellschaft.

Wir bekennen uns zu einem zukunftsverträglichen, nachhaltigen und friedlichen Lebensstil unter gleichberechtigten Menschen, die Bewahrung des biologischen Welterbes ist unser Anliegen. Wir unterstützen daher Aktivitäten in Natur- und Umweltschutz sowie zur Förderung von Gesundheit und Wohlergehen auf personaler, sozialer und ökologischer Ebene.

Im Sinne eines berufsübergreifenden Zusammenwirkens setzt sich der Vorstand aus Vertretern möglichst vieler verschiedener Sparten biologischer Berufe zusammen. Der Vorstand versucht unter Nutzung moderner Kommunikationstechnologien die ständige Kommunikation mit allen Mitgliedern und anderen Organisationen.

Die zur Realisierung der Aufgaben notwendigen Mittel beschaffen wir über Mitgliedsbeiträge, Vertrieb der Zeitschrift **bioskop** und Förderungen.

Unsere mittelfristigen Ziele sind:

- Aufstocken des Mitgliederstandes durch Herantreten an alle in Berufen mit biologischen Schwerpunkt Tätigen, um Forderungen und Positionspapieren das nötige Gewicht zu verleihen.
- Erarbeitung von Positionspapieren zur derzeitigen Situation, die durch ein allgemeines Zurückdrängen der Biologie gekennzeichnet ist.
- Definition von Berufsbildern sowie Abgrenzung zu übergreifenden Fachdisziplinen.

Unsere langfristigen Ziele sind:

- Schaffung einer Standesvertretung der biologischen Berufe auf nationaler und europäischer Ebene.
- Gesetzlich verankertes Mitspracherecht in den Bereichen Bildung, Ausbildung und Berufsbilder.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bioskop](#)

Jahr/Year: 2005

Band/Volume: [2005_4](#)

Autor(en)/Author(s): Diverse Autoren

Artikel/Article: [Gene und Leben 1](#)