NATURWISSENSCHAFTLER UND POLITIKBERATUNG

Bernhard Hassenstein

Die Tätigkeit als geladener Sachverständiger - sei es in der Politik, in der Verwaltung, vor Gericht oder in Stellungnahmen für die Öffentlichkeit - wirft für Naturwissenschaftler Probleme auf, denen sie im Rahmen ihrer sonstigen beruflichen Tätigkeit kaum begegnen. Dies gilt auch für die Vertreter verwandter Fächer wie Mathematik, Medizin und Psychologie. Um sich in diese ungewohnte Aufgabe hineinzufinden und ihr gerecht zu werden, müssen Wissenschaftler sich Verhaltensweisen aneignen, für die sie nicht ausgebildet wurden und die sie weder aus der Forschung noch aus der akademischen Lehre kennen. Ihren Aussagen als Experte wird manchmal mit viel größerem, manchmal aber auch mit weit geringerem Vertrauen begegnet, als sie es sonst gewohnt sind. Unerwartete Situationen - beispielsweise in öffentlichen Anhörungen - können so schnell auftauchen und eine sofortige Reaktion nötig machen, daß es einem erst nachträglich einfällt, wie man eigentlich adäquater hätte reagieren sollen; man ist dann womöglich über die eigene Fehlleistung tief enttäuscht. Darum kann es hilfreich sein, die schwierigen Anforderungen der Politikberatung im voraus zu durchdenken. Hierzu sollen die folgenden Erörterungen ausgewählter Aspekte aus dem überaus vielfältigen Gesamtthema anregen.

Manchmal können schon fast triviale Ratschläge dazu verhelfen, Fehlleistungen zu vermeiden. So kann es beim Auftauchen kontroverser Auffassungen dienlich sein, sich zu allererst zu fragen: Liegt der aufgetretene Widerspruch überhaupt auf der Ebene von *Sachaussagen*? Oder vielleicht lediglich auf der Ebene von *Benennungen* (Wortwahl) und *Begriffen*, auf der Ebene von *Wertungen* oder gar auf der Ebene von *Emotionen*? Je nachdem, wie die Antwort ausfällt, wird man ganz unterschiedlich zu reagieren haben.

Manche der in den folgenden Abschnitten dargestellten Gedankengänge münden in Empfehlungen oder Ratschlägen, die sich aus *persönlichen* Erfahrungen des Verfassers herleiten. Wer ihnen nicht zustimmen kann, soll jedoch zumindest auf das jeweils zugrundeliegende Problem aufmerksam werden.

Beim Dialog zwischen Naturwissenschaftlern und Politikern treten bisweilen abgrundtiefe Unterschiede der Mentalität zutage. Hier muß der Wissenschaftler, um für seine Denkweise und seine Einstellungen Verständnis zu wecken, mitunter Grundhaltungen in Worte fassen und verteidigen, die ihm längst in Fleisch und Blut übergegangen sind, so daß er sie gar nicht mehr für diskussionsbedürftig hält. Mit einer solchen Frage wollen wir uns zuerst befassen.

Besonderheiten naturwissenschaftlicher Schlußfolgerungen

Naturwissenschaftlichen Schlußfolgerungen wird im Prinzip Objektivität und Zuverlässigkeit zugesprochen. Wir Naturwissenschaftler müssen jedoch verstehen lernen, daß dieser Anspruch für Nicht-Naturwissenschaftler oft nicht glaubwürdig ist. Das liegt einerseits am Vorkommen von Aussagen, die sich später als falsch erweisen, andererseits am Auftreten von Expertenstreit, der ja zeigt, daß *zumindest* jeweils *einer* der Kontrahenten im Unrecht sein muß.

Wir Naturwissenschaftler dürfen daher nicht müde werden, unseren Gesprächspartnern zu erklären: Für „objektiv" und „zuverlässig" können wir die *Gültigkeit der Naturgesetze* halten, nicht unbedingt aber auch unsere jeweilige *Kenntnis* über die Anwendbarkeit der Gesetze auf den Einzelfall; denn diese Kenntnis kann lückenhaft sein.

Zunächst ein Beispiel für die Anwendung der Kenntnis streng gültiger Ursache-Wirkungs-Beziehungen: Mancher ältere Mensch trägt heute ein künstliches Hüftgelenk. Dies ist – vom Standpunkt der medizinischen Wissenschaft vor hundert Jahren aus betrachtet – ein beinahe unfaßliches Wunder. Vom heutigen Standpunkt aus gesehen steht dahinter aber die konsequente Anwendung von naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten, die uns mühsamste Forschung – interdisziplinäre Forschung – in tausend kleinen Schritten offenbart hat.

Hier wirken *vorhersehbare* Ursache-Wirkungs-Beziehungen; hier kennen wir zuverlässig die Gesetze; hier können wir mit Recht Anspruch auf Vertrauen in naturwissenschaftliche Aussagen erheben. Dafür gibt es fast unzählbar viele Beispiele, u. a. aus der Raumfahrt. Hierauf beziehen wir Naturwissenschaftler uns, wenn wir von der objektiven Gültigkeit von Naturgesetzen und von zuverlässigen wissenschaftlichen Aussagen sprechen.

Die Naturwissenschaften beschäftigen sich aber auch mit Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, die uns die Forschung noch nicht oder noch nicht vollständig

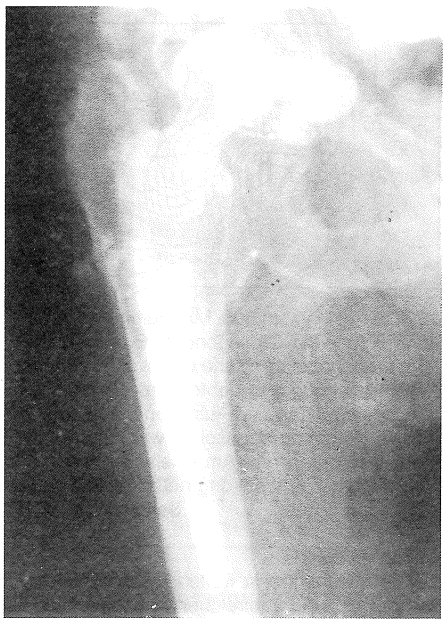


Bild 1 Sinnbild für die segensreiche Ausnutzung und Anwendung streng gültiger, der Wissenschaft bekannter Naturgesetze: Röntgenbild eines menschlichen Beckens mit künstlichem, vom Chirurgen eingesetztem Hüftgelenk

entschlüsselt hat oder wo aus Unkenntnis oder aus anderen Gründen falsche Aussagen gemacht wurden oder werden. Daß so etwas vorkommt, widerspricht nicht der Objektivität und Zuverlässigkeitt der *Gesetze*; aber wo es noch an der vollständigen *Kenntnis der Gesetze* fehlt, sind auch keine Aussagen möglich, die den Anspruch auf Objektivität und Zuverlässigkeit erheben können.

Nun werden Naturwissenschaftler aber vielfach gerade in solchen, aktuell entscheidungsbedürftigen Problemen als Sachverständige geladen, die wissenschaftlich noch nicht vollständig analysiert sind (z. B. Waldschäden). Wir können daher gar nicht anders, als von der Öffentlichkeit, den Geisteswissenschaften und den Politikern zweierlei zu erwarten:

- nicht prinzipiell an der Gültigkeit der Naturgesetze zu zweifeln, aber
- sich in jedem Einzelfall berechtigt zu fühlen, den Naturwissenschaftler bis zum Offenbarungseid auszufragen und sich erklären zu lassen, wie genau und wie sicher die zugrundeliegenden Gesetze, auf die er sich beruft, und die jeweils relevanten Rahmenbedingungen *bekannt sind*.

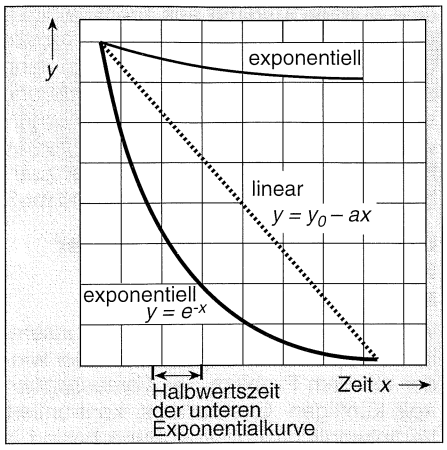
Wenn wir Naturwissenschaftler nicht unermüdlich den Unterschied zwischen prinzipieller Gesetzes-*Gültigkeit* und unserer Gesetzes-*Kenntnis* offenlegen, dann dürfen wir uns nicht wundern, wenn Nicht-Naturwissenschaftler das Vorkommen naturwissenschaftlicher Fehlaussagen als Argument dafür benutzen, auch dort den naturwissenschaftlichen Aussagen zu mißtrauen, wo tatsächlich unbezweifelbares, voll vertrauenswürdiges naturwissenschaftliches Wissen vorliegt und streng gültige Schlußfolgerungen gezogen werden können.

Der erste Abschnitt dieses Aufsatzes lief also auf eine Forderung an die Naturwissenschaftler hinaus. Der zweite beschreibt eine Notwendigkeit für *nicht naturwissenschaftlich ausgebildete Partner*.

Zum Verständnis naturgesetzlicher Zusammenhänge

Wer naturwissenschaftlich mitreden will, kommt nicht umhin, bestimmte „Vokabeln" zu kennen und gebrauchen zu lernen. So gehört zu den naturwissenschaftlichen Vokabeln in der Humanökologie eine Handvoll von Maßeinheiten und unanschaulichen, nicht intuitiv einsichtigen, aber dennoch die Wirklichkeit beherrschenden Zusammenhängen. Veranschaulicht sei dies beispielhaft an zwei Begriffen: *exponentielle Abnahme* und *exponentielles Wachstum* sowie *Halbwertszeit* und *Verdoppelungszeit*.

Wenn radioaktive Strahlung – z. B. von Jod 131 – mit der Zeit abnimmt, so geschieht das nicht „linear", sondern „exponentiell". Das heißt: Weil hier die „Halbwertszeit" 8 Tage beträgt, ist von der anfänglichen Radioaktivität nach 8 Tagen die Hälfte übrig, nach weiteren 8 Tagen noch ein Viertel, nach weiteren 8 Tagen ein Achtel usw. Das radioaktive Jod-131 verschwindet also in gleichen Zeiten um immer den gleichen Bruchteil des jeweils noch vorhandenen. Nach 10 Monaten ist dann, wie man sich leicht ausrechnen kann, nur noch weniger als 1 % der Anfangs-Aktivität vorhanden. Das ist *exponentielles Abklingen* eines Vorgangs. Vom Cäsium-137 dagegen (mit einer Halbwertszeit von 30 Jahren) ist nach einem Jahr noch 97,7 % vorhanden, nach zwei Jahren noch 95,5 %, nach 30 Jahren (Halbwertszeit) noch 50 %, nach 60 Jahren noch 25 %.



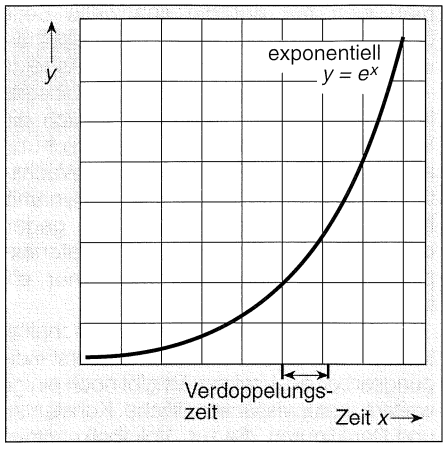


Bild 2 Exponentielles Abklingen (in gleichen Zeitabschnitten wird jeweils der gleiche Bruchteil des Anfangswertes erreicht) und exponentieller Anstieg (in gleichen Zeitabschnitten wird jeweils das gleiche Vielfache des Anfangswertes erreicht)

„Exponentielle Abnahme" ist also etwas merkwürdig anderes als „lineare Abnahme": Ist mein Auto mit einer halben Tankfüllung 300 km gefahren, so ist der Tank natürlich leer nach weiteren 300 km. Das ist eine „lineare" Abnahme; sie entspricht unserer intuitiven Vorstellung von einem „natürlichen" Abkling- oder Abnahmeprozeß. Aber das Abklingen der Radioaktivität und vieler anderer, ebenfalls natürlicher Prozesse geht exponentiell und damit „anti-intuitiv" vor sich. Die Vorstellung vom exponentiellen Abklingen muß sich jeder aneignen, wenn er in den entsprechenden Problemfeldern etwas verstehen, voraussichtig mitdenken oder mitentscheiden will.

Etwas ähnlich Unanschauliches ist das *exponentielle Wachstum*. Allbekannt ist die Geschichte von dem antiken Philosophen, der, als ihm der König einen Wunsch erfüllen wollte, erbat und sogleich zugestanden bekam, auf einem Schachbrett mit 64 Feldern pro Feld eine bestimmte Anzahl von Getreidekörnern zu erhalten: auf dem ersten 1, auf dem zweiten 2, auf dem dritten 4, auf dem vierten 8, also auf jedem nächsten Feld doppelt so viele wie auf dem vorigen. Dies ist „exponentieller" Anstieg. Er beginnt unscheinbar, steigt dann aber immer schneller an und endet schließlich auf dem 64. Schachbrettfeld mit 2^{64} Körnern. Das ist sehr viel mehr als die Welt-Getreideernte eines Jahres.

Das Nicht-Begreifen dessen, was exponentielles Wachstum ist, kann folgenreich sein: Daß die Zunahme von AIDS annähernd exponentiell verläuft – die Verdoppelungszeit betrug zeitweise 9 Monate bis 1 Jahr – und trotzdem die Öffentlichkeit und die Politiker nur zu dermaßen wenig wirksamen Vorsorgemaßnahmen veranlaßt, hat unter anderem den Grund, daß sich die Verantwortlichen gar nicht zutreffend vorstellen, mit welcher explosionsartig zunehmenden Wucht das Geschehen in wenigen Jahren in rasende Fahrt kommen könnte – besonders tückisch, weil Ansteckung und Krankheit mehrere Jahre auseinanderliegen. Die Politiker sehen nur die derzeitigen *absoluten* Zahlen; und diese sind noch relativ klein, wenn man sie z. B. mit der Zahl der Krebstoten vergleicht. Die Politiker haben offenbar das exponentielle Wachstumsgesetz nicht vor Augen; erst recht ist es ihnen nicht in Fleisch und Blut übergegangen. Sie werden mit Sicherheit handeln – wenn es zu spät ist. Auch wenn

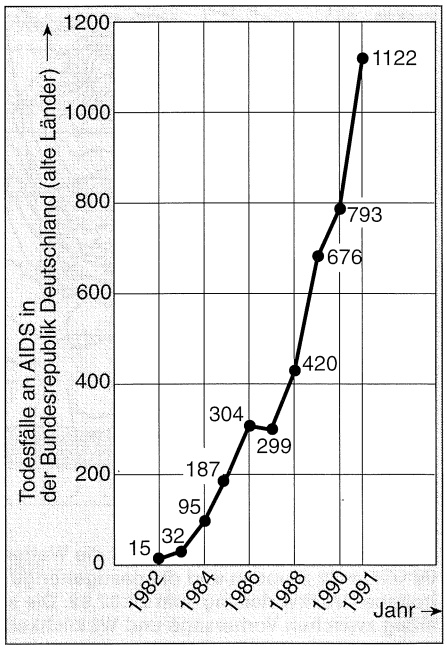


Bild 3 Zunahme von AIDS im Laufe der Zeit; Beispiel für einen annähernd exponentiellen Anstieg

man sich nur auf die finanzielle Seite bezieht und die medizinischen, die sozialethischen und die menschlichen Aspekte – obwohl sie viel wichtiger sind – beiseite läßt: Die Kosten werden – falls sich die Hoffnungen auf Heilmittel und auf Schutzimpfungen zerschlagen und der Wachstumsprozeß seine exponentielle Dynamik beibehält – Ausmaße annehmen, gegen die die derzeit diskutierte sog. „Kostenexplosion" im Gesundheitswesen nur ein leichter Windhauch ist.

An solchen, für Naturwissenschaftler trivialen Stellen hat vielfach die Verständigungsarbeit anzusetzen. Es gibt noch einige weitere naturwissenschaftliche Konstanten und Denkfiguren, die zur „Vokabelkenntnis" der Geisteswissenschaftler und Politiker gehören müssen, sofern diese mit den Naturwissenschaften zusammenarbeiten wollen. Es wäre für Naturwissenschaftler eine würdige Aufgabe, aus ihrem heutigen Wissensgut diejenigen „Vokabeln" sowie Grundgesetze herauszudestillieren und zusammenzustellen, deren Kenntnis und Verständnis man den Verantwortlichen, wenn sie z. B. in der Humanökologie mit Naturwissenschaftlern zusammenzuarbeiten bereit sind, zumuten kann und muß.

Unvoraussagbarkeit mancher Naturvorgänge und menschlichen Verhaltens

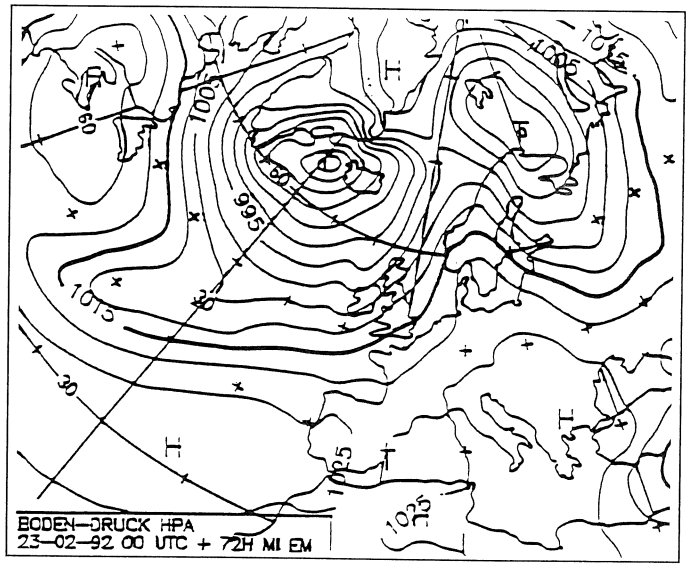
Wir Naturwissenschaftler sind in unserer interdisziplinären Kooperation immer wieder mit dem Problem der *Voraussagbarkeit* künftigen Geschehens konfrontiert. Verantwortliche Politikberatung basiert ja auf dem Anspruch, Naturwissenschaftler könnten voraussagen, unter welchen Bedingungen innerhalb welchen Zeitraums dies oder jenes eintreten könnte, sofern man nicht Vorsorge dagegen trifft. Man versucht die Vorraussagbarkeit sogar quantitativ anzugeben – allerdings mit (wissenschaftstheoretisch fragwürdigen, weil empirisch nicht falsifizierbaren) Erwartungswerten: Ein bestimmter Unfall sei nur einmal innerhalb von 10 000 Jahren zu erwarten, während – zum Vergleich – ein schwerer Autounfall für den einzelnen Fahrer schon alle 300 000 km vorkomme.

Nun ein einführendes Beispiel – der Kürze halber in einem erdachten Dialog:

Frage: Was für Voraussagen werden am häufigsten öffentlich ausgesprochen – naturwissenschaftliche, ökonomische oder sonstige?

Antwort: Naturwissenschaftliche, und zwar Wettervorhersagen, 4mal täglich.

Frage: Was für Voraussagen gelten im Volksmund als allgegenwärtige Beispiele für Voraussagen, die nicht eintreffen?



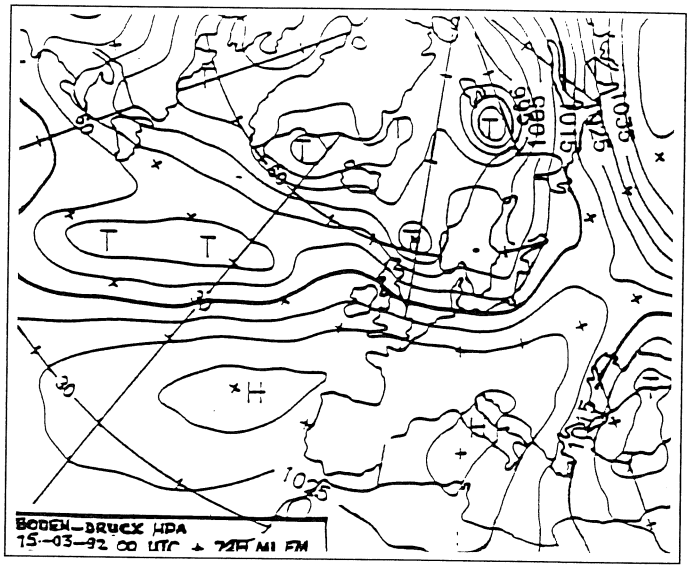
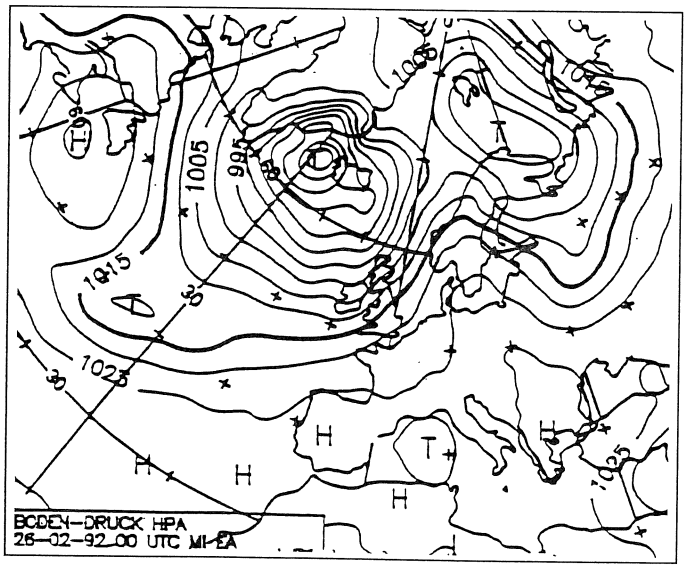


Bild 4 a und b Das Beispiel zeigt die Wettervorhersage vom 23.02.92 00 UTC + 72 Stunden und die dazugehörige Analyse, also die eingetroffene Druckverteilung vom 26.02.92. Die sehr gute Übereinstimmung zwischen Vorhersage und Wirklichkeit ist gut zu erkennen.



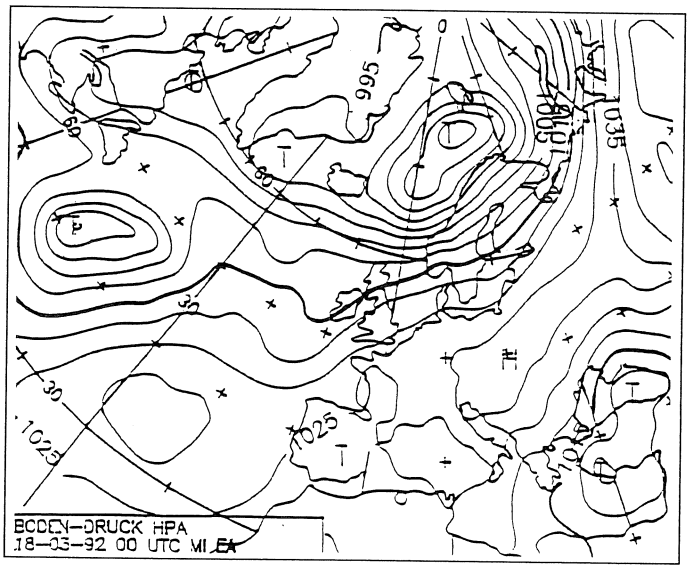


Bild 4 c und d Bei der Vorhersage des Bodendruckfeldes vom 15.03.92 00 UTC + 72 Stunden nebst dazugehöriger Analyse vom 18.02.92 sind größere Unterschiede sichtbar. Das betrifft vor allem die Lage und die Intensität der Tiefdruckgebiete über dem Atlantik und westlich bzw. nordwestlich von Skandinavien. Die Vorhersage zeigt z. B. für die Nordhälfte Deutschlands einen geringen Isobarenabstand und daraus folgend hohe Windgeschwindigkeiten, die in der Realität am 18.03. aber nicht auftraten.

Antwort: Naturwissenschaftliche, nämlich Wettervorhersagen.
Frage: Wird jeweils nachträglich mitgeteilt, warum sich eine Voraussage nicht erfüllte?
Antwort: So gut wie nie. Fast immer wird darüber hinweggegangen.
Frage: Wer handelt ähnlich?
Antwort: Die Politiker. Auch sie erwähnen und erklären es fast niemals, wenn ihre Versprechungen sich nicht erfüllen.

Die Erwähnung dieses allbekannten Zusammenhangs sollte bewußt machen: Wir vertun hier eine täglich gegebene Chance, der Öffentlichkeit folgendes immer wieder vor Augen zu führen:

- Die naturwissenschaftliche Methode der Voraussage ist – abhängig vom Fachgebiet – von unterschiedlicher Zuverlässigkeit.
- Der Naturwissenschaftler sollte – falls sich eine Voraussage nicht erfüllte – nachträglich erklären, woran das lag.
- Die Angabe des jeweiligen Sicherheitsgrades der Voraussage ist wünschenswert.

Für unseren Anspruch an die Vertrauenswürdigkeit unserer Voraussagen können wir um so eher Verständnis bei Nicht-Naturwissenschaftlern finden, je deutlicher wir diejenigen Bereiche charakterisieren, die für falsche Voraussagen anfällig sind oder die gar keine sicheren Voraussagen zulassen. Ich skizziere drei solche Bereiche:

1. Voraussagen können fehlschlagen, wenn man ohne Kenntnis der wirksamen Gesetze rein aus der Empirie oder aus statistisch erfaßter Empirie Zukunftsschlüsse herleitet. Das folgende triviale Beispiel veranschaulicht dieses Prinzip: Man erwärme Wasser von 18 °C bei Normaldruck um 1 Grad; und man wiederhole die Erwärmung aufeinanderfolgend 80mal: Jedesmal bleibt das Wasser flüssig. Daraus ließe sich die empirisch gestützte, hochsignifikante Voraussage folgern, dasselbe werde sich auch beim 82. Temperatursprung wiederholen. Aber da wird das Wasser plötzlich zu Dampf. Dieses erdachte Beispiel soll folgenden allgemeinen Zusammenhang illustrieren: Scheinbar statistisch gesicherte Voraussagen können sich nachträglich als falsch erweisen, wenn man ein *dynamisches System* vor sich hat und einen *Faktor* oder eine *Systemeigenschaft* nicht in Betracht zieht oder nicht kennt.

Ein verhängnisvolles Beispiel für einen solchen Zusammenhang war die Contergan-Katastrophe, die niemand vorausgesehen hatte.

Bestimmte Systeme können sogar in allen ihren *Elementen genau bekannt*, in deren funktionellem Zusammenspiel aber so kompliziert sein, daß dies intellektuell nicht mehr in allen Konsequenzen durchschaut wird. Auch hierzu ein schlimmes Beispiel: Daß ein fehlerhafter Dichtungsring an einer Challenger-Rakete eine Kettenreaktion in Gang setzen könnte, die die ganze Rakete zur Explosion bringt, hatten sich – trotz Warnungen – die Verantwortlichen nicht im voraus vorgestellt.

In allen drei Beispielen wurde die *Unkenntnis* von determinierenden Faktoren zum Grund für *falsche* Voraussagen in einem Zusammenhang, in dem jedoch die *Kenntnis* aller Determinanten *richtige* Voraussagen ermöglicht hätte. Dies gilt für viele Bereiche, so für die – bisher unmögliche – Voraussage schwerer Erdbeben, aber auch für Bereiche, die humanökologisch bedeutsam sind.

2. Es gibt kausal determinierte Prozesse, bei denen trotz vollständiger Kenntnis sowohl der wirksamen Naturgesetze als auch aller Anfangsbedingungen – und auch im völlig geschlossenen System, also ohne unvorhergesehene Außeneinwirkung – keine Vorhersage, auch keine Wahrscheinlichkeitsaussage über eine gewisse Zeit hinaus möglich ist. Zugrunde liegt eine bestimmte Systemeigenschaft, die sich darin äußert, daß geringe Differenzen in den *Anfangs*bedingungen zu relativ großen Differenzen in den *Folge*prozessen führen. Wenn es nun aus physikalischen Gründen nur einen endlichen Spielraum für die Folgeprozesse gibt (also die Differenzen zwischen den möglichen Folgeprozessen nicht unendlich groß werden können, sondern im endlichen Bereich liegen), so ergibt sich daraus nicht nur praktisch, sondern auch theoretisch *unvorhersehbares Verhalten*, dies also bei voller kausaler Determination aller Einzelprozesse. Dies beschreibt die moderne *Chaostheorie*.

Die Erforschung solcher Prozesse in der freien Natur steht noch am Anfang. Ein Beispiel dafür ist vermutlich die Wetterentwicklung. Die Verbesserung der *Langfrist*-Wettervorhersage wird aus ganz verschiedenen (ökonomischen, militärischen, weltraumflugtechnischen und wissenschaftlichen) Gründen mit großem intellektuellen und finanziellen Aufwand angestrebt, bisher aber ohne entscheidenden Fortschritt. Dieses Versagen (z. B. auch hinsichtlich von Weltraumsonden-Startbedingungen) beruht vermutlich nicht auf unvollkommenem, aber verbesserbarem Wissen über Gesetze und Randbedingungen, sondern auf dem eben angedeuteten Chaos-Prinzip: Längerfristige Wettervorhersage wäre in diesem Fall trotz vollständiger kausaler Determination – auch bei beliebig gesteigerter Datenerfassung und -verarbeitung – prinzipiell unmöglich.

Wir wissen noch nicht, wo sonst noch chaostheoretische Unvoraussagbarkeit, z. B. in humanökologischen Zusammenhängen, herrscht.

3. Auch *menschliches Handeln* erfolgt zum Teil vorausberechenbar, zum Teil nicht vorausberechenbar – ganz gleich, ob man für seine Steuerung die menschliche Entscheidungsfreiheit oder die volle Determiniertheit durch materielle Ursachen voraussetzt.

Ich greife acht Situationen heraus, in denen Menschen besonders unberechenbar handeln können – ohne dabei Stellung zu der Frage zu nehmen, ob das jeweils mit mangelnder Systemkenntnis



Bild 5 Contergangeschädigtes Kind als tragisches Sinnbild für eine naturwissenschaftlich-medizinische Fehlaussage

oder mit chaostheoretischer Unvoraussagbarkeit zu tun hat; Ein Mensch handelt besonders unberechenbar, wenn
o ihn aus irgendeinem Grund Leichtsinn gepackt hat,
o er gerade von einem entsetzlichen persönlichen Unglück betroffen wurde (z. B. das einzige Kind durch Verkehrsunfall verloren hat),
o er psychisch vor dem Selbstmord steht,
o er finanziell in eine aussichtslose Zwickmühle geraten ist,
o er politisch oder religiös fanatisiert ist,
o er drogensüchtig ist,
o plötzlich ein Schizophrenie-Schub ausbricht,
o er einer zwingenden Fremdbestimmung unterliegt, z. B. als Agent.

Mancher, der sich selbst beobachtet, kann auch aus seinem eigenen Leben Augenblicke nennen, in denen er quasi „nicht er selbst war" und unvorhersehbar gehandelt hat. Das Fachwort hier heißt, falls eine Katastrophe folgte, „menschliches Versagen".

Eine besondere Variante der Voraussage ist die *Risikoabschätzung* bei großen technischen Anlagen, in denen gefährliche Stoffe umgesetzt werden, wie chemische Reaktoren und Kernreaktoren. Hier müßte man unterscheiden:
o Gefahrenabschätzung (Störfall-Erwartungswert) bei normal und erwünscht reagierendem Führungs- und Bedienungspersonal;
o Gefahrenabschätzung bei ungewolltem oder auch gewolltem menschlichen Fehlverhalten oder Versagen.

Ohne diese Differenzierung ist für mich keine technische Risikoabschätzung glaubwürdig; denn so weit man den Menschen auch aus der Steuerung technischer Prozesse ausschaltet, oder so weit sich dabei mehrere Menschen gegenseitig kontrollieren: Der Mensch muß aus Sicherheitsgründen immer ein mitsteuerendes Funktionsglied bleiben. Aber diese Sicherheits-Maßnahme liefert zwangsläufig auch die Ansatzstelle für unvorhersehbares menschliches Fehlverhalten – sei es gewollt oder ungewollt.

Wir haben also mit drei Varianten der Nicht-Voraussagbarkeit von Prozessen zu rechnen:
o Unkenntnis bestimmter determinierter Faktoren, z. B. intellektuelle Grenzen in der Voraussehbarkeit von Systemerscheinungen und Randbedingungen in hochvernetzten Systemen;
o Unvorhersehbarkeit aus chaostheoretischen Gründen;
o Unausschließbarkeit des – Entscheidung fällenden, im Grenzfall unberechenbaren – Menschen aus technischen Prozessen.

Kontroversen zwischen Sachverständigen

Das böse Wort eines Politikers lautet: Es gäbe keinen Standpunkt in irgendeinerr Kontroverse, für dessen Vertretung er keinen Wissenschaftler fände. Er meinte damit, auch Wissenschaftler seien käuflich. Wissenschaftliche Kontroversen sind jedoch zumindest zu einem Teil als Normalvorgang an der Front der Forschung zu deklarieren: Wo mangels vollständiger Gesetzeskenntnis noch mehrere Vermutungen über einen Sachverhalt möglich sind, ist es einfach nicht auszuschließen, daß dies auch öffentlich kontrovers diskutiert wird.

Allerdings können hier mitunter auch menschliche Schwächen verschiedener Art zum Ausdruck kommen, insbesondere die „spezielle angstbedingte Denkhemmung": Menschen scheuen vor einem Gedanken zurück, der sie, wenn sie ihn dächten, vor eine Situation stellen würde, der sie sich nicht gewachsen fühlen. Die Angst errichtet spezielle Denkblockaden für Konsequenzen, die eigentlich aus dem augenblicklichen Wissen und Kenntnisstand zu ziehen wären. Aus Angst kann ein Mensch nicht wahrhaben wollen, was ihm sein Nachdenken eigentlich klar vor Augen führen müßte. Wenn jemand – eventuell vor der Öffentlichkeit – eine geistige Position aufgeben müßte, der er sich vielleicht jahrzehntelang verpflichtet fühlte und deren Verlassen womöglich den unerträglichen Selbstvorwurf zahlreicher früherer Fehlentscheidungen in sich schlösse, so kann ihn eine *für ihn unbewußte Hemmung* an einem solchen Denkschritt hindern. – Man bewahrt sich selbst am ehesten vor der Gefahr einer solchen Hemmung, wenn man erstens den eben verschriebenen Zusammenhang als Möglichkeit zur Kenntnis nimmt und zweitens sich fest vornimmt, in einem solchen Fall den Mut dazu aufzubringen, sich einer vielleicht bedrückenden, aber notwendigen Einsicht zu öffnen. Die „spezielle angstbedingte Denkhemmung" bedroht jeden, auch den wissenschaftlichen Expertenn; und dies kann dazu führen, daß Kontroversen zwischen Sachverständigen ungelöst bleiben und dadurch die öffentliche Geltung des wissenschaftlichen Sachverstands belasten.

Interdisziplinäre sprachliche Verständigung

Bei der Politikberatung erhebt sich auch das Problem der sprachlichen Verständigung über die Fachgrenzen hinweg. Hier stehe ich seit Jahrzehnten auf einem Standpunkt, der von kaum jemandem ausdrücklich übernommen wird, den ich aber mit zunehmender Entschiedenheit vertrete: Das beste, ja einzig anwendbare *interdisziplinäre Verständigungsmittel* ist die *bewußt gehandhabte Umgangssprache*. Sie ist als Code in den Köpfen aller Mitglieder der Sprachgemeinschaft gespeichert. Um die Umgangssprache zur Verständigung über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu benutzen, ist unter anderem folgendes erforderlich:
o Ich muß mein Fachwissen in diesen Code übersetzen.
o Ich muß umgangssprachliche Worte so verwenden, wie dies der Umgangssprache entspricht.
o Ich muß Fachausdrücke durch umgangssprachliche Ausdrücke ersetzen, wo es solche gibt.
o Ich muß jedoch Fachausdrücke dort verwenden bzw. neu einführen, wo die Umgangssprache über kein Wort für den neu zu benennenden Tatbestand verfügt.
o Ich muß auf Fachausdrücke verzichten, die in meiner Fachsprache etwas anderes bedeuten als in der Umgangssprache.
o Wird ein neuer Fachausdruck aus Anteilen der Umgangssprache und der bisherigen Fachsprache zusammengesetzt, so muß der bisherige Assoziationsgehalt der Ausdrucks-Anteile berücksichtigt werden. Widersprechen einander die wissenschaftliche Definition und der mitgebrachte Assoziationshintergrund, so darf sich der Wissenschaftler über unausrottbares Mißverstehen seiner Aussagen nicht wundern.

Die informationstheoretische Seite dieses Problems offenbart einen interessanten Aspekt: Der Code der Umgangssprache hat die einzigartige Struktur, daß seine Zeichen, die Worte, im Bedeutungszentrum erstaunlich präzise an einen bestimmten Inhalt fixiert sind und an ihren Randbereichen bei fließender Variation der Inhalte im Bedeutungsfeld entsprechend der Ausprägung der Inhalte fließend variieren. Dies entspricht dem mathematischen Begriff der unscharf begrenzten Menge (englisch der „fuzzi sets"). Durch diese Eigenschaft gewinnt die Umgangssprache die Fähigkeit zur Wiedergabe von Nuancen, die den Fachsprachen – sofern sie auf dem Postulat scharfer Begriffsgrenzen im Gegenstandsfeld bestehen – abgeht. Die Umgangssprache ist also für die Wissenschaft kein notwendiges Übel, sondern – bewußt angewendet – ein vortrefflicher Code von eigener Art zur Speicherung und zur Verständigung über wissenschaftliche Inhalte, wenn dies über die eigenen Fachgrenzen hinaus gelingen soll.

Das eben Gesagte wäre ein fruchtbares Gegenstandsgebiet für interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Geisteswissenschaften, speziell der Linguistik.

Die Forderung nach dem Nachweis von Schadensgewißheit

In der Politikberatung durch Wissenschaftler und bei Gutachten wird immer wieder das Argument von Politik und Verwaltung laut: Man könne erst dann gegen einen belastenden Einfluß tätig werden, wenn 100%ig sicher nachgewiesen sei, daß der betreffende Umstand auch wirklich die ihm angelasteten Schäden verursacht. Und der Wissenschaftler wird gefragt: Wurde der Beweis für die Schädlichkeit der monierten Maßnahme mit 100%iger Gewißheit geführt? Der Wissenschaftler ist dann in einer schwierigen Situation; denn er weiß: Nennt er, wie es sein Wissenschafts-Ethos verlangt, den Unsicherheitsgrad seiner Aussage, so läuft er Gefahr, daß die Politiker darauf antworten: Solange keine Schadens*gewißheit* vorliegt, können wir nichts machen. Durch Handeln nach dem Prinzip der

wissenschaftlichen Vorsicht und Verantwortlichkeit schadet der Wissenschaftler also womöglich der Sache. Dieser würde er – so scheint ihm dann – vielleicht besser dienen, wenn er (wenn auch gegen sein wissenschaftliches Gewissen) doch von Schadensgewißheit spräche, weil er dann eher darauf hoffen kann, daß die Politiker im Sinne des von ihm vertretenen Anliegens (z. B. Naturschutz) handeln.

Trotzdem ist es Wissenschaftlern zu raten, ihrem beruflichen Ethos streng treu zu bleiben und statt dessen dem Politiker etwas deutlich zu machen: Auch sonst hat der Verantwortungsträger *Gefahren abzuwenden* und nicht nur auf Schadensgewißheiten zu reagieren. Eine gefährliche Straßenkreuzung wird mit Recht mit Millionenaufwand umgebaut, auch wenn im Durchschnitt nur ein schwerer Autounfall pro Tag oder pro Woche geschieht und vielleicht täglich 20 000 Wagen dort unfallfrei fahren. Schon die Gefahr von 1 : 20 000 ist hier mit Recht das Motiv für Abhilfe. Aus diesem Grund ist es unbillig, allein den Beweis der Schadens*gewißheit* als Grund für vorsorgendes Handeln anzuerkennen; die Begründung ernster Gefahr muß dafür hinreichend sein.

Schlußgedanken

Weil die erörterten ausgewählten Gesichtspunkte zum Thema Naturwissenschaftler vor der Aufgabe der Politikberatung von ganz unterschiedlicher Natur waren, möchte ich die Grundaussagen abschließend noch einmal nebeneinanderstellen:

- Es sollte scharf unterschieden werden zwischen der prinzipiellen Gültigkeit von Naturgesetzen sowie der Möglichkeit und dem Vorkommen von fehlerhaften Aussagen wegen noch nicht errungener Einsicht in das Wirken von Naturgesetzen.
- Von Gesprächspartnern ohne naturwissenschaftliche Ausbildung ist zu fordern: Das Bemühen um die Aneignung einiger weniger, zwar unanschaulicher, trotzdem aber die wirklichen Vorgänge wiedergebender Denkmuster, z. B. in der Humanökologie der Begriffe des „exponentiellen Abklingens" und des „exponentiellen Wachstums" (≙ „Lawinen-Effekt").
- Drei Bedingungen können das Voraussagen künftigen Geschehens prinzipiell unmöglich machen: 1. Die Unkenntnis von wirksamen Faktoren und von Systemeigenschaften; 2. Chaostheoretische Zusammenhänge (mit einem irreführenden Ausdruck auch „weiche" Kausalität genannt); 3. Prinzipielle Unvorhersehbarkeit menschlichen Verhaltens – vor allem vor dem Hintergrund der Unmöglichkeit, den Menschen als letzte Steuerinstanz auch aus höchstgeregelten technischen Systemen auszuklammern.
- Auch Naturwissenschaftler können – vor allem in der Ausnahmesituation des öffentlichen Expertenstreits – angstbedingten speziellen Denk- und Aufmerksamkeitsblockaden unterliegen. Sie sollten versuchen, sich durch Bewußtmachen der zugrundeliegenden funktionellen Zusammenhänge von dieser Gefahr freizuhalten.
- Die Information über naturwissenschaftliche Fakten und Zusammenhänge kann und soll für Fachfremde, die darauf angewiesen sind, in eine bewußt gehandhabte Umgangssprache übersetzt werden. Hierfür bestehen einige Regeln, denen Naturwissenschaftler sich verpflichtet fühlen sollten.
- Politikern, die vor dem Einleiten vorsorgender oder schützender Maßnahmen auf den wissenschaftlichen Nachweis von Schadensgewißheit pochen, sollen die Naturwissenschaftler immer erneut durch schlagende Beispiele bewußt machen, daß die Politiker bereits zur *Abwehr* von Gefahren (möglichen Schäden) verpflichtet sind: Brunnen sichern, **bevor** Kinder hineingestürzt sind. ◁

Prof. Dr. Dr. h. c. Bernhard Hassenstein
Universität Freiburg

Politikberatung in von Naturwissenschaftlern herausgegebenen Büchern (Auswahl; darin weitere Literaturangaben)

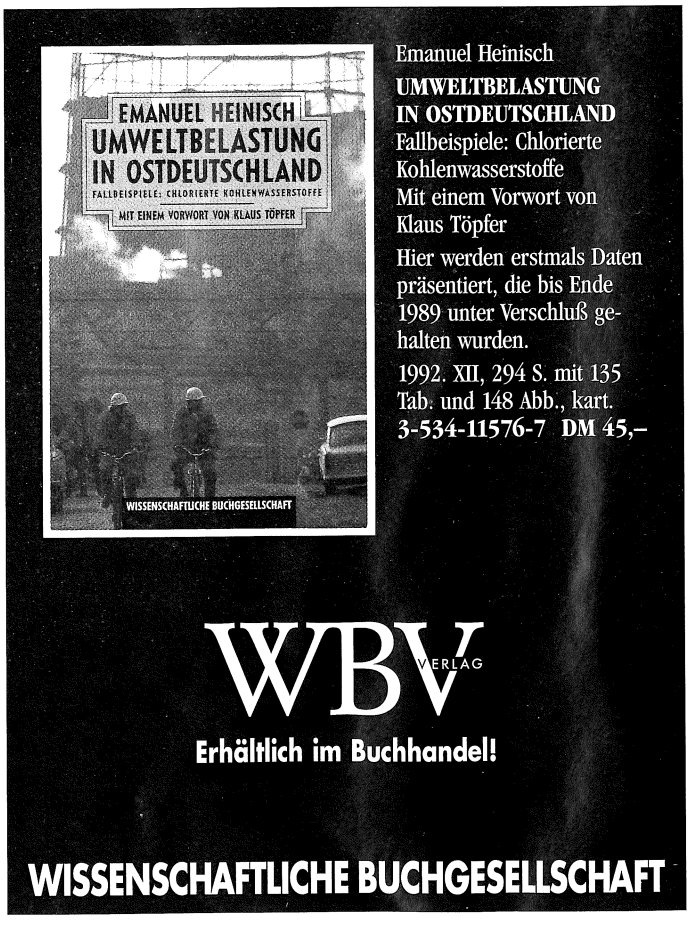
Elster, H.-J. (Hrsg.): Humanökologie als Aufgabe für Natur- und Geisteswissenschaften. Stuttgart 1989

Hassenstein, B.: Verhaltensbiologie des Kindes. München, 4. Aufl. 1987, verbilligte Sonderausgabe 1990

Meadows, D.: Die Grenzen des Wachstums. Stuttgart 1972

Steiner, G.: Wir sind zu viele – was tun? Berlin 1992

Weizsäcker, E. U. v.: Erdpolitik. Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt. Darmstadt, 2. aktualis. Aufl. 1990



Emanuel Heinisch
UMWELTBELASTUNG IN OSTDEUTSCHLAND
Fallbeispiele: Chlorierte Kohlenwasserstoffe
Mit einem Vorwort von Klaus Töpfer
Hier werden erstmals Daten präsentiert, die bis Ende 1989 unter Verschluß gehalten wurden.
1992. XII, 294 S. mit 135 Tab. und 148 Abb., kart.
3-534-11576-7 DM 45,–

WBV VERLAG
Erhältlich im Buchhandel!
WISSENSCHAFTLICHE BUCHGESELLSCHAFT

ENGLISCH LERNEN
MIT DER INTERNATIONALEN PRESSE

Freier Zugang zu internationalen Informationsquellen und gute Kenntnisse der Weltsprache Englisch sind im Europa der 90er Jahre von entscheidender Bedeutung. Unsere Sprachzeitung **WORLD AND PRESS** bringt beides auf einen Nenner. **WORLD AND PRESS** enthält Originalartikel aus renommierten britischen und amerikanischen Publikationen wie „The Observer", „The Guardian", „The Independent", „The New York Times", „Newsweek" – um nur einige zu nennen. **WORLD AND PRESS** wendet sich an alle, die Englisch lernen und sich über internationales Geschehen aktuell informieren wollen. **WORLD AND PRESS** berichtet vor allem aus Großbritannien und den USA, über Politik, Wirtschaft, Gesellschaft, Kultur, Land und Leute.



- authentische Zeitungsartikel in englischer Sprache
- interessante, aktuelle Themen
- repräsentative Auswahl
- Meinungspluralismus
- leicht lesbare Texte, mit Vokabeln und anderen sprachlichen Hilfen

FRANZÖSISCH UND SPANISCH
LERNEN MIT DER INTERNATIONALEN PRESSE

Nach dem gleichen Prinzip wie WORLD AND PRESS bieten wir Ihnen **REVUE DE LA PRESSE** und **REVISTA DE LA PRENSA** mit Originalartikeln aus französischen bzw. spanischen Publikationen.

WORLD AND PRESS:
Jahresabo (24 Ausg.) DM 42,– incl. Porto
READ ON (easy English):
Jahresabo (9 Ausg.) DM 15,75 incl. Porto
REVUE DE LA PRESSE:
Jahresabo (12 Ausg.) DM 21,– incl. Porto
REVISTA DE LA PRENSA:
Jahresabo (12 Ausg.) DM 19,20 incl. Porto

Bitte, fordern Sie ein kostenloses Probeexemplar und Bezugsmöglichkeiten an!

EILERS & SCHÜNEMANN VERLAG
ABT. W · POSTFACH 10 60 67 · 2800 BREMEN 1