MITTEILUNGEN DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT E.V.

4/86

November 1986

ISSN 0177 - 8501

Herrn Prof. Dr. Walter Fett Corrensplatz 1

1000 Berlin 33



Deutsches Hydrographisches Institut

SIGNIFIKANZ, RELEVANZ UND AKZEPTANZ -

ZU PARALLELEN ZWISCHEN HUMANBIOMETEOROLOGIE UND LUFTHYGIENE

Walter Fett

Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin

Abdruck eines erweiterten Übersichtsvortrages, gehalten auf der Internationalen Tagung für Human-Biometeorologie am 03. Oktober 1985 in Freiburg

Ich habe hier zwei Meldungen (Abb. 1), die ich auszugsweise zitiere: Die erste betrifft die Wettervorhersage [1], die zweite die Medizinmeteorologie. Eine ist echt, eine ist eine Ente (sozusagen selbstgebraten). Wahr ist die erste - leider! Leider nicht wahr ist die zweite!

Was mächte ich mit diesen Meldungen zum Ausdruck bringen? Ein Unbehagen, das Empfinden einer Ungerechtigkeit, eine Erkenntnis, die folgendes besagt:

Wenn man Dienste - auch gutgemeint - anbietet und nach bestem Wissen und Gewissen durchführt, wird man für Folgen ihrer Inanspruchnahme mit in Verantwortung genommen. Das ist auch in der Technik so: Ein Auto muß keine Nebel(schluß)leuchte haben. Aber wenn es eine hat, muß sie auch funktionieren; muß man sich auf sie, auf das Angebot ihrer Fähigkeiten, verlassen können. Das ist die Welt, in und mit der wir leben - müssen!

Eingedenk solcher Erkenntnis über die kritischen Beziehungen zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit hielt der Veranstalter es für wert, mich aufzufordern, meine kritischen Gedanken und Einsichten darzulegen. eventuell auch provozierend.

Ich gehöre nicht zum eigentlichen Kreise der Medizinmeteorologen, obwohl ich als Meteorologe beim Bundesgesundheitsamt tätig bin. Unser Metier betrifft den

Zusammenhang zwischen menschlicher Gesundheit und Umwelt, in meinem Falle der Atmosphäre, und zwar der vom Menschen beeinflußten Luft, d.h. es geht um Lufthygiene. In der Humanbioklimatologie geht es hingegen vorwiegend um die unbeeinflußbare Luft und damit mehr um die Frage:

Wie hat sich der Mensch der Luft anzupassen? D.h. im Gegensatz zur lufthygienischen Fragestellung: Wie hat sich die Luft den Menschen anzupassen?

Die Behandlung der zweiten Frage in der Wissenschaft und das Aufzeigen von Konsequenzen weist gegenüber der ersten Frage eine längere und bereits erfahrungsreichere Geschichte mit der Öffentlichkeit auf, vor allem wegen des - oft nur vermeintlichen - Handlungsspielraumes. Gewonnene Erkenntnisse sollen und könnten dazu dienen, es künftig gar nicht erst zum Unerwünschten kommen zu lassen. Dem selbst vorhersehbaren Einfluß des nicht vorherzusagenden Wetters hingegen kann man handlungsmäßig nicht begegnen. Erst mit der hinreichend spezifizierten Wettervorhersage erkennt und erhofft man Handlungsspielraum. Darauf gründet, damit begründet sich ja der akutprophylaktische Zweig der Medizinmeteorologie und sein derzeitiges Bestreben.

Die Lufthygiene ist schon des längeren im Geschäft und konnte Erfahrungen, mußte z.T. schlechte Erfahrungen im Umgang mit der Öffentlichkeit sammeln. Hierin ist einer der Aufhänger zu sehen für die Ein-

Abb. 1a

US-Regierung zu Schadenersatz wegen falscher Wettervorhersage verurteilt

Über 1,2 Millionen Dollar für Hinterbliebene von verschollenen Fischern

Uber 1,2 Millionen Dollar für Hinterbliebene von verschollenen Fischern

Boston (AP), Wegen einer unzulängtchen
Wettervorherage, die nach Meinung des Richters drei Hummerfischern das Leben kostete,
ist am Montag die Regierung der Versinigten
Staaten zur Zahlung von 1,25 Millionen Dollar
(ründ 3,5 Millionen DM) Schadenersatz an die
Hinterbliebenen verurteilt worden Acht Monate zuvor hatte Richter Taure in Boston bereits
das Wetteramt und dessen Dienstherrin das
staatliche Amt für Meeres- und Lultorschung,
die Verantwortung für das Unglück mit der
Hegrindung angelastet, daß eine nicht tunktionierende Wetterboje drei Monate lang nicht
repariert worden sei. Wenn die Instrumente der
Boje ordnungsgemäß gearbeitet hätten, hätte
das Wetteramt nach Meinung des Richters
möglicherweise den Sturm voraussagen können. das Wetteramt nach Meinung des Richters möglicherweise den Sturm voraussagen können. der 1980 den Fischern zum Verhängnis geworden ist. Nach Zeugenaussagen entwickelte der Sturm seinerzeit Windgeschwindigkeiten bis 160 Kilometer in der Stunde und fürmte bis zu 20 Meter hohe Wogen auf.
Bei dem Unwetter am 22. November 1980 sind vier Fischer im Alter zwischen 20 und 30 Jahre verschollen und höchstwahrscheinlich umge-

dieser Fischer. Die Fischer waren am 21. November 1980 bei sichönem Wetter von Cape Cod
aus zu einer einwöchigen Fahrt zur GeorgesBank, einem fischreichen Gebiet vor der Küste
von Massachusetts, aufgebrochen. Drei der
Fischer verschollen, nachdem ihr Boot gesunken war. Zwei Stunden nach dem ersten Boot
sank auch ein zweites. Der Fischer dieses
Bootes wird seitdem behenfalls vermißt.
Der Anwalt des amerikanischen Justizministeriums, der das Wetteramt in dem Prozeß
vertrat, hatte ergumentlert, daß das Wetteramt
Vorhersagen als ölfentliche Dienalleistung anbiete, Es sei aber nicht defür verantwortlich zu
machen, wenn sich die Vorhersagen als falsch
erwigsgen. Nach Darstellung des Anwalts ist der
Sturm damals so plötzlich hereingebrochen, daß
er beim Auslaufen der Fischerboote noch nicht
vorhergesagt habe werden können. Der Richter
hingegen kan zu dem Urteil, das Wetterfant
habe sich gar kein vollständiges Vorhersagehlid
machen können, weil der Windmesser auf einer
wichtigen Boje nicht funktioniert habe.

Abb. 1b

Susse Gui Ho client der Meteorologie im allgemeinen vor allem aber ist es die Medizinmeteorologie, die in den letzten Jahrzehnten einen bemerkenswerten Aufschwung genommen hat. Sie genießt längst volle Anerkennung, und zwar nich nur bei ihren kritischen Fachkollegen der atmosphärischen wie der medizinischen Wissenschaften, sondern erst recht in der Offentlichkeit. Diese hat schneller als im Falle der Wetterschersung es gehörte gelemt, die prophykett. Diese hat schneder als ill rale der vertervorhersage es schätzen gelernt, die prophylaktischen medizinmeteorologischen Hinweise in ihr Alltagsverhalten einzubeziehen.

Es ist heutzutage kaum noch vorstellbar, daß ein Arzt für Allgemeinmedizin in seiner täglichen Praxis bei der Wahl seiner Maßnahn sich nicht der aktuellen Information über den momentanen atmosphärischen Einfluß auf seine Patienten bediente. Er würde sichwegen Unterlassung des Einsatzes gesichert thera-peutischer Erkenntnisse geradezu atrafbar ma-chen. Zumindest aber würde er sich zivilrecht-lich der Invegreßnahme aussetzen

Erst recht im Bereich der Intensivmedien hat sich als anerkannen

ladung zu einem Vortrag: aus der Sicht eines gebranten Kindes evtl. übertragbare Erfahrungen einem noch gläubigeren Bruder anzubieten. Ich stehe der Humanbiometeorologie wohlgesagt wohlmeinend gegenüber. Kritik an den Aussagen und Methoden der Humanbiometeorologie steht mir gar nicht zu und ist auch nicht beabsichtigt. Gefahren aufzuzeigen und Verantwortung zuzuweisen ist mir hingegen - selbst als bloßer Staatsbürger - zuzugestehen.

Ich habe aus Erfahrungen gewonnene Überzeugungen. Ich will Sie überzeugen. Dazu muß ich diese Überzeugungen in Worte fassen. Wenn mir das nicht überzeugend gelingt, spricht das nicht unbedingt gegen die Richtigkeit meiner Überzeugungen. Es spricht zunächst nur gegen meine Rhetorik, vielleicht auch gegen Ihr Vorurteil!

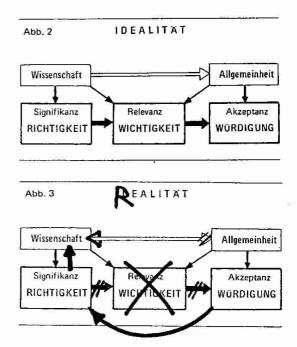
Der Veranstalter dachte zunächst auch deran, daß ich als Statistiker vor ailem zum Gebrauch des methodischen Arbeitsmittels der Statistik Grundlegendes bzw. Weiterführendes sagen möchte. Ich werde dazu auch einige Hinweise aus meiner Sicht geben. Wie auf allen Gebieten, wo man meint, es ginge nicht wie gewünscht weiter, bekrittelt man die Statistik, versucht zunächst sie zu verbessern und detaillierter einzusetzen. Jedoch geeignetere Modellvorstellungen und begründetere Hypothesenstellungen kann auch sie nicht kreieren! Auch der Amerikaner Roger H. GREEN bemerkt [2]: "In Umweltstudien wird die Statistik zu oft als Rettungsaktion benutzt oder als Versuch, Signifikanz aus Mangel an irgendeiner klaren Hypothese zu zeigen. Eine gute Untersuchungsplanung ist nötig, keine ausgeklügeltere Statistik".

Ich werde statistische Kriterien mehr im Zusammenhang und Wechselspiel mit psychologischen Kriterien einbringen. Lassen Sie mich dieses zunächst verdeutlichen an einem Schema (mit Beispielen), welches die drei im Vortragstitel zitierten Begriffe zusammenführt. Dann werde ich mich den Begriffen im einzelnen widmen und Zug um Zug den Beziehungen zwischen den Begriffen nachgehen. Und schließlich soll aus all den Empfehlungen herausgestellt werden, welche zu beherzigen uns in der Humanepidemiologie, vor allem Lufthygiene im Verlaufe unseres Tuns wichtig erschienen sind und wo vielleicht Sie für die Humanbiometeorologie Parallelen sehen, d.h. Übertragungsmöglichkeiten, um für sich selbst Umwege und Ärger ersparen, Erfolg und Ansehen vermehren, kurz: um in gewünschter Weise wirken zu können und sich ebenso gefordert wie akzeptiert zu sehen.

SCHEMA

Ich habe also die drei Begriffe Signifikanz - Relevanz - Akzeptanz als Leitfaden und Komplex meiner Betrachtungen zusammengestellt. Wir können es auch in Deutsch ausdrücken bzw. erklären; dann steht für Signifikanz = Richtigkeit und Bedeutsamkeit; für Relevanz = Wichtigkeit und Erheblichkeit und für Akzeptanz = Würdigung, Billigung, Anerkanntheit und Hinnahme. Im Zusammenhang mit der Akzeptanz sind dann noch die Begriffe Provokanz, Ignoranz, Toleranz und Arroganz zu sehen. D.h. das Durchsetzen von Erkenntnissen, auch wenn sie richtig und wichtig sind, begegnet nicht nur der Anerkennung oder zumindest der Duldung, sondern auch der Dummheit (dem Unwissen) und der Anmaßung (dem vermeintlich besseren Wissen).

Richtigkeit ist Sache der Wissenschaft. Würdigung bezieht sich auf die Öffentlichkeit und Allgemeinheit, wobei Öffentlichkeit wahlweise auch für Fachund fachfremde Kollegen stehen mag, die es angeht, und wenn nicht, die dann aber leider Einfluß haben.



Im Idealfall (Abb. 2), der uns so gern vorschwebt und den wir früher vielleicht als Regel ansehen durften, geht die Aktivität von der Wissenschaft aus. Ihre Gewichtigkeit war hinreichend, und zwar zur Steuerung des Vorganges: Sie stellte die Richtigkeit eines Zusammenhanges fest. Und stellte sie dann auch die Wichtigkeit in Bezug zur Öffentlichkeit fest, dann sorgte sie für die Würdigung des Tatbestandes durch die Öffentlichkeit. Die Akzeptanz des Tatbestandes wurde in dem Maße erleichtert, wie die Öffentlichkeit die Wissenschaft als solche akzeptierte und der Tatbestand selbst erfahren werden konnte. Beispiele: Gesundheitsschädigung durch verdorbene Lebensmittel oder durch Rauchen.

Im Realfalle (Abb. 3), zumindest heutzutage, läuft der Vorgang oft gerade in umgekehrter Richtung ab: Die Öffentlichkeit agiert und zwingt die Wissenschaft zur Reaktion. Die Öffentlichkeit, von sich aus beginnend, würde würdigen, wenn es nur schon richtig wäre. Die Frage der Wichtigkeit wird dabei unterlaufen. Die Wissenschaft muß dann oft ja sagen zur Richtigkeit und nein zur Wichtigkeit ("Im Prinzip ja, aber ..."). Aber sie kommt dann gar nicht zum Neinsagen oder wird nicht gehört. Eine bejahte Frage kann dennoch ein verneintes Problem betreffen! "Zwar richtig, aber nichtig" (Scheinproblem, Luxusproblem; z.B. der Mondeinfluß auf das Wetter). Das zu bezeugen, was wichtig wäre für die Konsequenzen, für das Handeln bzw. Nichthandeln, dazu kommt die Wissenschaft oft nicht: entweder weil sie bezüglich dieses Kriteriums nicht aktiv wird, nämlich aus Gründen mangelnder Einsicht und Opportunität, Ungefragtheit, Harmlosigkeit und Naivität, oder weil ihr die Ämter(funktionen) oder die Medien keine Plattform bieten.

Wir wollen nun jeden der Begriffe Signifikanz - Relevanz - Akzeptanz - einzeln betrachten und als Ausgangspunkt für die weitere Betrachtung der Beziehung zwischen ihnen nehmen.

SIGNIFIKANZ

Es hat sich im Verlaufe der Entwicklung ergeben, die Signifikanz eines Zusammenhangs geradezu als Schlüssel anzusehen und als Schlüßstein zu bewerten. Aber oft ist es der falsche Schlüßsel, der das Schloß nur kaputt macht, oder ein Dietrich, der uns in unerlaubter Weise und entsprechend sträflich in das Problem eindringen läßt. Wieso?

Was heißt zunächst "Signifikanz"? Ich maße mir hier keinen Nachhilfeunterricht in Statistik an, halte es jedoch für nötig und fruchtbar, über Wert und Unwert, Nutzen und Mißbrauch dieses Begriffes einiges aus meiner Sicht herauszustellen, dort, wo es mir als wesentlich erscheint.

Wenn über einen signifikanten Zusammenhang lax gesagt wird, der Zusammenhang sei "gesichert", so kommt hier schon die erste Unkorrektheit zum Ausdruck und zum Zuge: richtig hieße es "statistisch gesichert", womit die erlaubte und zugestandene Wahrscheinlichkeit eines Irrtums stets impliziert ist. Es ist nie Aufgabe und Anspruch der Statistik gewesen, den Irrtum zu eliminieren. Statistik besteht darin, den Irrtum zu quantifizieren, d.h. berechenbar, kalkulierbar zu machen. Und es irrt sich dann nicht die Statistik, sondern allenfalls der Statistiker, meistens aber erst der die Ergebnisse interpretierende Nichtstatistiker! Was können wir dagegen tun? Statistik ist der genaue Umgang mit ungenauem Material. Daher müssen auch wir damit genau umgehen, uns selber nichts vormachen, uns wenigstens genau äußern und falschen Schlüssen psychologisch vorbeugen.

Welches sind nun die im Rahmen einer Signifikanz-Äußerung vorkommenden Fälle? (Siehe hierzu die Übersichtstabelle 1)

Tab. 1

Zusammer	nhang: signifikant?	kausal?	Diskrepanz?	weil
1)	ja	ja	nein	ideal, aber Grenzfall
2)	nein	nein	nein	ideal, aber Grenzfall
3)	ja	nein	ja	Erwartung zu hoch, Deutung falsch (falsch-positio
4)	ja	talsch-ja≁nein	js	Erwartung falsch, Deutung falsch
5)	ja	nein	ja	Materialauswahl falsch (Bias)
6)	falschja → nein	nein	ja	Signif. zu hoch bewertet infolge Erhaltungsneigung
7)	falsch-nein → ja	ja	ja	Nichtlinearität (falsch-negativ)
8)	nein	ja	noch ja	nicht genug Werte (felsch-regetiv)

- Signifikanz richtig, Zusammenhang richtig,
 d.h. ein in der Natur vorhandener Zusammenhang wird als solcher auch erkannt.
- Unsignifikanz richtig, Nichtzusammenhang richtig,
 d.h. ein in der Natur nicht vorhandener Zusammenhang wird als solcher auch nicht fälschlich postuliert.

Das sind leider nur die idealen Grenzfälle. In der Wirklichkeit des wissenschaftlichen und öffentlichen Alltags gibt es noch ein halbes Dutzend weitere Möglichkeiten:

Signifikanz richtig, Erwartung zu hoch, Deutung falsch

Signifikanz auf dem 95 %-Niveau, d.h. mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit bedeutet, daß der zu Recht als signifikant bezeichnete Zusammenhang eben in 1 von 20 Fällen nur rein zufällig sich so darstellt. Das ist so selten nicht! 1:20 heißt hier im Raume eine Gruppe von immerhin 5 Personen von allen 100. Würde ich als Testperson einen von diesen 5 blind herausgreifen, so wäre ich bei einem konstatierten Zusammenhang zwischen Wetter und Gesundheit dummerweise dem Zufall aufgesessen, der evtl. das Ergebnis unerkannt als zukünftig nichtig abstempeln würde. Pech also, aber genau (5 %) kalkuliertes Pech.- Machen Sie auf diese Möglichkeit hinreichend aufmerksam. Legen Sie diese Möglichkeit hinreichend klar!

Signifikanz richtig, Erwartung falsch, Deutung falsch.

denn über die Kausalität wird mit der Signifikanz nichts ausgesagt; und die ist eigentlich gefragt und wird vom Abnehmer, von der Öffentlichkeit als selbstverständlich gemeint unterstellt! Wie Sie doch wissen: Der parallele Gang zweier Grössen täuscht einen kausalen Zusammenhang nur vor, im Eigentlichen liegt eine gemeinsame Abhängigkeit von - mindestens! - einer dritten Größe vor (meist ist es die Zeit, bei lufthygienischen Fragestellungen das Wetter, bei humanbiometeorologischen sind es oft soziale Faktoren usw.). Also: saubere Kollektivauswahl und vor allem und viel zu wenig genutzt: selbstverständliche Berechnung von partiellen Korrelationskoeffizienten, in denen die interne Mitwirkung gezielt ausgewählter, unerwünschter Faktoren ausgeschlossen wird. Das zwingt natürlich dazu, alle potentiellen Störgrößen in der Statistik von vornherein im Material und in der Untersuchung mitzuführen.

Haben Sie ferner Mißtrauen einer Untersuchung gegenüber, die einen erstrebten Zusammenhang positiv herausstellt, während ein bereits bekannter Zusammenhang als unsignifikant ausgewiesen wird (z.B. Luftverunreinigung korreliert mit Erkrankungen signifikant, mit Wetter jedoch unsignifikant).

5) Signifikanz richtig, Materialauswahl falsch (bias)

Sie nehmen eine resultatgerichtete Vorauswahl vor (also keine modellvorstellungsgerichtete), auch unbewußt, d.h. Sie suchen die augenfälligen 5 % aus, die als zufällig geltend dabeisein dürfen, und deklarieren diese Auswahl als das zu testende 100 % Material, das sie dem Test zugrundelegen. Das muss dann ja zur Signifikanz führen. Die Signifikanz bezieht sich dann auf Ihren sicheren Blick, Ihr Auslegegeschick, nicht auf die zu überprüfende Hypothese! Oder Ihr Computer stößt eine große Matrix an Korrelationskoeffizienten aus. Unter diesen ist eben schon zufällig zu erwarten, daß bis zu 5 % die Signifikanzschwelle überschreiten. Der davon zufällig getroffene Zusammenhang kann Ihnen zu denken, aber keine Sicherheit geben!

Signifikanz falsch, da zu hoch bewertet (falsch positiv).

nicht wegen Rechenfehler, sondern wegen nicht erfüllter Voraussetzungen. Dabei spiele ich gar nicht darauf an, daß die verwendeten Werte keine Normalverteilung bilden. Als Meteorologe wie als Epidemiologe sind Sie viel eher das Opfer der Ansteckungsneigung (= Erhaltungsneigung) der Werte, von denen eigentlich jeder Test voraussetzt, daß sie voneinander unabhängig sind. Und gerade von Meßserien meteorologischer Größen kann man das am wenigsten erwarten. Nicht ganz so groß ist die Gefahr bei medizinischen Größen, aber bezeichnenderweise ist der Begriff "Ansteckungsneigung" aus der Medizin entlehnt.

Was ist die Folge? In jedem Test wird die Größe N verwendet, die praktisch "Anzahl der Freiheitsgrade" bedeutet und eben nur dann auch etwa der Anzahl der Beobachtungen gleichgesetzt werden kann, wenn diese voneinander unabhängig = frei sind. Wenn nicht, ist die Beobachtungs- =Wertezahl vielleicht nur N/2 wert, vielleicht noch weniger. Setzen Sie in Ihre Tests doch einmal sicherheitshalber N/2 statt N ein und schauen, was an Signifikanz übrig bleibt:

Nur wenige Beispiele: Die Erhaltungsneigung (s.a. [3,4,5]) der 30 Tagesmittelwerte eines Monats der Temperatur reduziert unser N auf weniger als 2, die des Niederschlags auf 7, die des Staubgehalts auf 6 und die des Schwefeldioxids auf nur 2 Freiheitsgrade! Messen Sie an 44 Tagen im Jahr in monatlichen Perioden zu 3-4 Tagen, so erzielen Sie nur 16 Freiheitsgrade; teststatistisch ist Ihr Material lediglich das reichliche Drittel Ihres Meßumfanges wert (siehe Tab. 2).

Tab. 2

REDUKTION DER FREIHEITSGRADE INFOLGE ERHALTUNGSNEIGUNG IN ZEITREIHEN in bezug auf die Langzeitvarfabilität

Tageswerte	Ort	Period Isnge p	den- abstand dp	MeBzeit-	Angahi d. Meguege	Freiheits- grade N	äquivalente Erhattungs zahl e	Reduktion auf N/Z •1/c
Windgeschwindigkeit	Berlin	1	- Lagirch	30	30	10	2,9	34%
Niederschlagsrage (§ 10 mm)	Nord- deutschild.	1	1	30	30	7	4,4	23%
Temperatur	Karlsruhe	1	1	30	30	< 2	24,7	4%
Schweleldioxid	Karlsruhe	1	1	30	30	2	14,2	7%
Staubgehalt	Berlin	1	1	30	30	6	5,2	19%
Staubgehalt	Berlin	3 · 4	30	365	44	16	2,7	37%

Sie können die Auswirkung der Ansteckungsneigung auf Ihre Signifikanzaussagen gar nicht üherschätzen. Entweder also sorgen Sie bereits bei der Materialauswahl für hinreichende Unabhängigkeit aufeinander folgender Werte (etwa durch hinreichenden Zeitabstand der Bedachtungen), oder Sie berücksichtigen die unvermeidliche Abhängigkeit bei der Testrechnung, oder beides. Meist passiert jedoch nichts, was auch heute noch lediglich als statistisches Kavaliersdelikt gilt. Dafür können dann sogenannte signifikante Zusammenhänge ihr Unwesen treiben. Und Sie beschäftigen sich mehr mit den Ergebniswidersprüchen als mit den Ergebnissen in Ihrem Wissenszweig.

Unsignifikanz falsch (da zu gering bewertet), Zusemmenhang richtig (falsch negativ)

D.h. die Aussagemöglichkeit des Materials wird gar nicht ausgeschöpft. Der Korrelationskoeffizient z.B. sagt ja nur etwas über den linearen Teil des Zusammenhangs aus, eine andere Art Zusammenhang wird nicht erfaßt, kann aber vorhanden sein. Es muß einfach ein Zusammenhang gemäß seiner modellgemäßen, etwa physikalisch-arithmetischen Konstruktion entsprechend geprüft werden. Zu diesem Zwecke müssen die zu prüfenden Größen derart transformiert werden, daß sich formal gerade ein linearer Zusammenhang ergibt und die Testaussage maximal sein kann. (Simples Beispiel: Die Abhängigkeit der Sichtweite vom Staubgehalt ist an seinem Reziprokwert zu prüfen - wegen des physikalisch zu erwartenden hyperbolischen Zusammenhanges.) Wir haben es sonst mit verschenkter Signifikant zu tun: Der Zusammenhang ist noch nicht signifikant, weil noch nicht adäquat gerechnet wurde.

8) Unsignifikanz richtig, Zusammenhang richtig,

d.h. Signifikanz noch nicht richtig, weil noch nicht genug beobachtet wurde. Auf diesen Fall hofft ja nun jeder bisher Erfolglose. Denn die Signifizierbarkeit steigt bekanntlich mit \sqrt{N} . Steht die Verifizierbarkeit in angemessener Zeit in Aussicht, d.h. solange das Problem noch diskutiert wird, ist der Verweis auf diese Hoffnung akzeptabel; ansonsten ist er eine wissenschaftliche Zumutung. Man sollte sich dann seriöserweise auf die Annahme des Falles 2) zurückziehen und etwas anderes versuchen.

Wie sollte sich der Wissenschaftler der Signifikanz gegenüber verhalten? (siehe Tab. 3)

Für die eigene Arbeit bedeutet Signifikanz ein klarer Hinweis (ein objektives Auswahl- und Entscheidungskriterium) auf weiteres Vorgehen. Auch bei reichlich knapp verfehlter Signifikanz (Irrtumswahrscheinlichkeit ca. 10 %) ist weiteres Als-ob-Verfolgen gerechtfertigt, solange man ehrlich und skeptisch gegenüber sich selbst bleibt.

Mit dem öffentlichen und veröffentlichten Vorzeigen von Signifikanz ist es anders. Die Verteidigung positiver Signifikanz führt zur Diskussion ihrer Relevanz. Dazu komme ich als Nächstes. Die Verteidigung negativer Signifikanz muß zur anschaulichen und über-

Abb. 4

DEMONSTRATION DER ZUFALLSWIRKUNG

Beispiel: Regenfall und Mondphase [5]

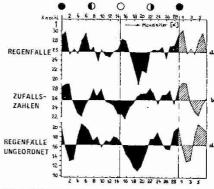


Abb. 4. Beobachtete und manipulierte Häufigkeitsverteilungen über die Länge etwa eines synodischen Mondumlaufs (29 Tage)

4a) Verteilung der monatlichen Maximalniederschlagsfalle einer 63jährigen Berliner
 Buebuchtungsreihe über den synodischen Mondmenst, gleitend gemittelt über drei
 7age
 4b) Entsprechend gewonnene Verteilung gleichen Umfangs aus Zufallszahlen 0-28

4d) Die – in gleicher Weise wie in 4a bis c. – geglattete Darstellung einer zufälligen Permutation der der Abb. 4c zugrunde liegenden ungeglatteten 29 Haufigkeitswerte zeugenden Demonstration der Nichtbedeutung führen, nämlich durch analoge Fallbehandlung mit entsprechendem Zufallsmaterial. Durch bloße Mitteilung der Nichtsignifikanz wird diese nicht akzeptiert. Testanalytische Ergebnisaussagen allein überzeugen nicht. Hier überzeugt nur nachvollziehbare Analogie. D.h. es sollte demonstriert werden, zu welchen – scheinbar bestehenden – Ergebnissen die gleiche Untersuchung mittels akzeptierten Zufallsmaterials führt! Hier zwei Beispiele einer solchen numerischen Simulation:

1) Ist der Mondphasengang der Regenfälle von Bedeutung? Wird die Reihenfolge der 28 Anzahlwerte in zufälliger Weise verändert (d.h. "geschüttelt") und wie im Original geglättet (Abb. 4), so ergibt sich bereits in einem von nur drei Versuchen ein prägnanterer Verlauf als im Naturfall!

2) In Abb. 5 sind zwei voneinander unabhängige Kurven aufeinander gezeichnet, die jeweils achtfach übergreifend gemittelte Folgen von Zufallszahlen darstellen. All die Kurven sind also nur geglättete Zufallsfolgen. Wenn man nur will, so lassen sich im willkürlich zeilenweise angeordneten Erscheinungsbild leicht vermeintliche Strukturmerkmale ausmachen: Schwingungen und Ruhephasen, Parallelverläufe und Gegenfäufigkeiten, anhaltende Niveauversetzungen und systematische Gangverschiebungen, periodenübergreifende Häufungen gleichsinniger Abweichungen und Singularitäten usw.

Wer könnte sich dessen erwehren, hier nicht mehr als nur zufällige Auffälligkeiten und stattdessen systematisches Geschehen zu konstatieren, setzte man ihm dieses als ein naturwissenschaftliches Resultat vor? Aber nachdem man ihn aufgeklärt hat, akzeptiert er endlich die Zufallsdeutung und wertet die Nichtsignifikanz in gewünschterer Weise als mittels abstrakter Angaben und Zahlen über Irrtumswahrscheinlichkeit usw. Um also die Akzeptanz einer ermittelten Nichtsignifikanz zu fördern, empfehle ich die Gegenüberstellung mit Analysenergebnissen aus Simulationen mit akzeptiertem Zufallsmaterial mittels nachvollziehbarer Vorgehensweise.

Tab. 3

VERHALTENS-EMPFEHLUNG bez. SIGNIFIKANZ:

Signifikanz	für einen selber	für andere	von anderen	bez. Öffentlichkeit
nachgewiesen (angegeben)	bedeutet Sicherheit für weiteres Vor- gehen	Überleitung zur RELEVANZ	Skepsis, es könnte doch negativ sein	potentielle SIGNIFIKANZ

sehn zur weiteres Vorgehen RELEVANZ megativ sein signifikanz unterstellen, überleitung zur könnte doch negativ sein Signifikanz unterstellen, überleitung zur negen – gehen – war kreptier noch positiv under akreptieren untersial werden material

Dem Vorzeigen von positiver Signifikanz anderer Autoren sollten wir, ehe wir selber auf diese gründen und mit ihnen arbeiten, eher skeptisch begegnen. Auf die Hoffnung hingegen, daß es öffentlich bei bisher geltenden negativen Signifikanzen bleibt, sollten wir nie setzen: es könnte sich ja um etwas noch nicht Signifikantes handeln. Ich empfehle, im öffentlichem Verteidigungsfalle klugerweise von vornherein – qualitativ – Signifikanz zu unterstellen, diese dann aber quantitativ – zu relativieren ("Relevanz"!), denn sie ist ja mittlerweile zu einem Popanz, zum falschen Pro-

Abb. 5. Folgen von Zufallszahlen, über acht Werte gleitend gemittelt

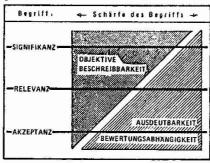
pheten geworden ("Zusammenhang signifikant? Im Prinzip ja, aber"). Wenn wir heutzutage Zusammenhänge belegen und akzeptieren, so ist das ein Sieg der Nachweistechnik (der statistischen, der chemischen oder der kernchemischen Analyse), nicht der Wichtigkeit! DDT in der Haarspitze, ausgesuchte Spaltprodukte in jedem Eimer Wasser, Mondphasengang im Regen, später vielleicht: Feuerzeuge ändern Klima, Wein-Diäthylenglykol zeitigt physiologische Wertänderungen usw. Sei es darum. Warum sich dagegen noch wehren? Mit welcher Aussicht? Lieber sagen: Gualitativ akzeptiert! Aber fragen: Was bedeutet es – quantitativ? Seien Sie im Umgang mit eigenen positiven Signifikanz-

Seien Sie im Umgang mit eigenen positiven Signifikanzergebnissen vorsichtig, mit evtl. vorerst negativen Signifikanzergebnissen anderer hingegen großzügig!

RELEVANZ

Relevanz bedeutet Wichtigkeit, Erheblichkeit. Die Relevanz ist keine exakt festgelegte statistische Größe, über deren Gebrauch ähnlich wie beim Signifikanzbegriff, beispielsweise in Verbindung mit einer Schwellenwertüberschreitung, ein konventionelles Verständnis existierte.

Abb. 6



Wie Abb. 6 verdeutlichen soll, nimmt in der Folge der Begriffe Signifikanz - Relevanz - Akzeptanz die objektive Beschreibbarkeit ab und die Ausdeutbarkeit und Bewertungsabhängigkeit zu. Viel mehr als im Falle der Signifikanz bedarf es zur Beschreibung der Relevanz eines Sachverhaltes eines Maßstabes.

Natürlich wird man nach einer absoluten Bestimmung der Relevanz, d.h. eine solche ohne Relation zu anderen Faktoren, streben. Hierbei könnte man etwa den Anstieg einer Regressionsgeraden zu Hilfe nehmen. Zum Beispiel: Mit jedem Grad Zunahme der Tagesmitteltemperatur über 22°C steige die Mortalität in Berlin um B Personen/Tag = 10 %; gemessen an der normalen Streuung von ca. 15 % käme darin eine bemerkenswerte Relevanz zum Ausdruck (nach [6]). Mehr als über die Signifikanz eines Zusammenhanges wird jetzt auch etwas über das Ausmaß des Zusammenhangs ausgesagt. (Derlei Aussagen sollten auch in den medizinmeteorologischen Hinweisen aufgeführt werden!). Das klingt natürlich gut und ist einleuchtend, ist jedoch oft leichter gesagt als getan. Denn:

Zum einen kann der Anstieg groß und der Zusammenhang scharf, jedoch lediglich ein Scheinzusammenhang sein, da ursächlich eine dritte Größe, etwa die Zeit, die eigentlich steuernde ist (was aber nicht Gegenstand dieses Vortrages ist). Dann ist dringend die Bildung

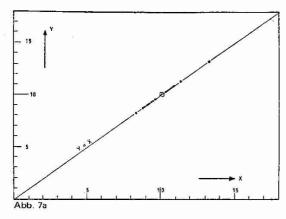
und Untersuchung von Untergruppen anzuraten (Aufteilung nach gleichen Zeitepochen, Begleitumständen, Personengruppen usw.; dieses Verfahren entspricht dem Effekt der Ermittlung partieller Korrelationen)!

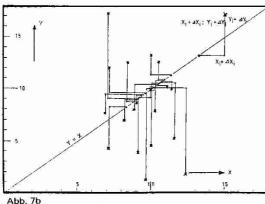
Zum anderen kann der Anstieg klein sein lediglich infolge des Mitwirkens vielerlei "Stör"-Größen, obwohl ein größerer Anstieg zu erwarten bzw. zu erhoffen war. Dann drückt der Anstieg nicht das Ausmaß des Zusammenhangs aus, sondern nur den Anteil unter allen Einflüssen. Solch ein Fall wird erst mittels eines statistischen Experimentes einsichtig, welches an die Fehlerquelle oft falscher Schlüsse gemahnen soll! Dieses soll anhand der Abbildungsfolge 7a-d verdeutlicht werden:

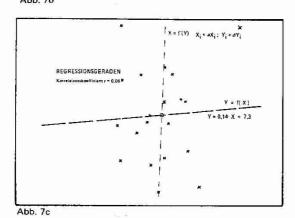
Es wird ein etwa normal verteiltes Kollektiv von paarweise identischen Zufallswerten (x=y) vorgegeben (Abb. 7a). D.h. alle Wertepunkte liegen auf einer Geraden mit der Steigung gleich 1 = 100 %. Nun wird zu jedem xi,yi-Wert ein Streufehler dxi, dy hinzugefügt, wobei diesmal die ⊿y von ⊿x unabhängig, jedoch im Mittel fünfmal so groß seien. Es ergibt sich nunmehr eine stark streuende Punktewolke $x_i + \Delta x_i$, $y_i + \Delta y_i$ (Abb. 7b). Als Regressionsgerade $y_i = y_i$ resultiert mit y = 0,14 x + 7,3 eine recht flach ansteigende Gerade mit nurmehr 14 % Steigung (Abb. 7c). Oft wird nun dieser Regressionsverlauf fälschlich als funktionaler Zusammenhang interpretiert. Beispielsweise sei x die Länge und y das Gewicht einer Latte; in den Streuungen kämen die im einzelnen nicht erfaßten unterschiedlichen Lattenquerschnitte und Materialdichten zum Ausdruck. In der Schlußfolgerung, daß bei Verdopplung der Lattenlänge ihr Gewicht nur um 14 % zunimmt, kommt der physikalische Zusammenhang doch offenbar nicht richtig zum Ausdruck! Zur vollständigen Beschreibung der Regression gehört das Regressionsgeradenpaar (y(x) und x(y)), welche die eigentlich gemeinte Funktionsgerade umschließen. Letztere muß unter Einschluß der Streuungen von \mathbf{x}_i und \mathbf{y}_i erst ermittelt werden. In unserem Falle ergibt sie sich zu $Y = 0.98 \times - 0.9$; diese Steigung liegt mit 98 % folgerichtig nahe bei der 100 %-Steigung des vorgegebenen Kollektivs (x=y) (Abb. 7d).

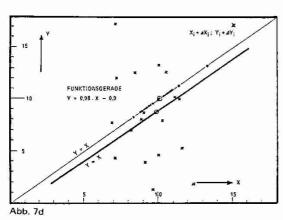
Je gestörter also ein gesuchter Zusammenhang, desto weniger relevanter errechnet er sich, denn die anderen mitwirkenden Größen drücken die Regressionsgerade y(x) nieder. Je mehr diese Größen (in unserem Beispiel nur die Fehlerstreuung) eliminiert würden, desto steiler ergäbe sich die Regressionsgerade, nicht hingegen die Funktionsgerade; diese tritt nur desto klarer hervor! Man darf daher auch nicht den Schluß ziehen: je mehr es gelingt, andere Wirkgrößen zu eliminieren (z.B. daß Menschen eines Jahrganges an Krebs sterben), desto mehr erkranken - absolut gerechnet am Wetter! Sondern man darf natürlich nur schließen: desto relevanter würde die verbleibende Wetterwirkung auf den Menschen.

Ich möchte auf einen anderen Aspekt verweisen, dessen Berücksichtigung den Regressionsverlauf evtl. in gewünschter Weise aufzusteilen vermag. Denn selbst ohne Mitwirkung von Störgrößen, d.h. von ungefragten Einflußgrößen, also wenn es um weiter nichts als den Zusammenhang etwa von Umwelteinflußgrößen (sei es Luftverschmutzung oder Wetter) und menschliche Effektgrößen geht, kann der Anstieg gegen alle Erwartung klein sein: weil nämlich das Menschenkollek-





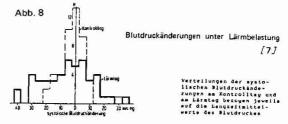




tiv nicht homogen ist. Die Effekte sind von Mensch zu Mensch, von Gruppe zu Gruppe, von Typ zu Typ sehr verschieden und könnten sich im Mittel sogar aufheben, wenn man, wie es meistens geschieht, alle Personen in einen Untersuchungs-Topf wirft.

Beispiele für die Inhomogenität des Kollektivs:

1) Psychischer Lärmstreß setzt erhöht verschiedene Hormone frei ([Nor]Adrenalin). Die biochemischen Streßreaktionen verengen die kleinen Blutgefäße und setzen häufig auch die Pumpleistung des Herzens herab. Je nach Verhältnis beider Effekte zueinander kann der Blutdruck konstant bleiben, fallen oder steigen und langfristig bei entsprechend veranlagten Personen zu chronischem Bluthochdruck und anderen Herzkreislaufkrankheiten führen. Experimente mit künstlichem Verkehrslärmimmissionen zeigen eindeutig Blutdruckreaktionen bei einem Teil der Untersuchten, und hierbei wieder bei einem Teil Blutdruckanstiege und einem anderen Blutdruckabfälle. Die Bildung von Kollektivmittelwerten verdecken jedoch diese Effekte. Ein erheblicher Teil der widersprüchlichen Ergebnisse in der Literatur sind rein methodisch bedingt: Mittelwerte ergeben nichts, aber Prozentsätze der momentanen Hochdruckpersonen belegen gesichert eine lärmbedingte Hypertonieratenerhöhung (Abb. 8) [7]. Diese Erkenntnis führt zu der Forderung, die statistische Untersuchung jeweils an definierten Untergruppen des Personenkollektivs durchzuführen!



- 2) Arbeitsunfälle (im Verkehr und Bergbau) ließen sich in Ungarn erst dann Wettererscheinungen zuordnen, nachdem im Selbsteinschätzungsverfahren die Probanden entsprechend verschieden reagierenden Unterkollektiven zugeordnet werden konnten [8] Erst bei reaktionstypbedingter Warnung konnte die Unfallhäufigkeit bei Bergleuten angeblich um 20 %, bei Busfahrern sogar um 25 % gesenkt werden,
- 3) In den Suizidstatistiken Berlins konnte kein pauschaler Wettereinfluß klargestellt werden. Wen das verwunderlich erscheint, dem kann ich nur meine Spekulation anbieten: Im Gegensatz zu den - nach landläufiger Vorstellung - bei trübem Wetter Gefährdeten gehörte ich z.B. eher zu denen, die bei strahlendem Wetter noch depressiver würden - wegen des Unfähigkeitserlebnisses, sich nicht dennoch freuen zu können. Sollte meine Selbsteinschätzung keine Ausnahme sein, so wird es auch in diesem Beispiel zwei sich antagonistisch verhaltende Untergruppen geben; innerhalb der Untergruppen mag der Wettereinfluß signifikant sein, und erst über die Gesamtheit gemittelt würden sich die Effekte aufgehoben und unscheinbar gemacht haben. Auch hier kann der Weg zum Erfolg nur über zuvor als untersuchungsgeeignete Untergruppen führen.

Soweit zum Bestreben, die Relevanz absolut auszudrücken und zu steigern. Für die eigentliche Bewertung und letztlich Akzeptanz ist die relative Relevanz bedeutend, der Vergleich der gefundenen Bedeutsamkeit zu den übrigen Wichtigkeiten. Statistisch gesagt ist des der durch die betrachtete Größe bedingte Anteil der Varianz an der Gesamtvarianz, wie er sich aus der Varianzanalyse ergibt: Wieviel % Anteil hat dieser unser Faktor an der Gesamtvarianz? Denn es ist zwar stets wirkungsvoll und - wenn gewünscht erschrecklich, den Effekt in absoluten Werten auszudrücken, möglichst ganzzahlig in Anzahl der Toten pro Jahr und Weltbevölkerung (und die seien dann auch noch signifikant!), nur weil derart aufgezwungen anschaulich dieser - eventuell auch nur eine - Tote gerade ich sein könnte! Eine Bewertung der Relevanz erfordert jedoch die Gegenüberstellung mit den restlichen und meist überwiegenden Gründen, die das Gleiche bewirken.

Beispiele für die Relativität der Relevanz:

1) Jedem Bürger ist es heute eine Selbstverständlichkeit, daß Krebs durch Verunreinigungen (Luft, Wasser, Lebensmittel, Haushalt) und berufsbedingte Einwirkungen verursacht werden kann. Ist diesem Bürger aber auch klar, daß bei totaler Ausrottung dieser Ursachen der Krebs nach sog. "besten Schätzungen" nur um ca. 5 % zurückgehen würde? Um mehr nämlich nicht (Tab. 4 [9])! Wird dann entgegengehalten, daß dieses für den Einzelnen unausweichliche, im ganzen ber vermeidbare Ursachen waren: Ist ihm dann klar, daß die von ihm theoretisch vermeidbaren Ursachen im Rauchen, Trinken, Essen und Lebensstil begründeten mehr als zehnmal so gewichtig sind, nämlich ca. 70 % ausmachen?

PROPORTION OF CANCER DEATHS ATTRIBUTABLE TO DIFFERENT FACTORS

Per cent of all concer death

	Conc	ucum
Factor or class of factors	Best estimate	Range of acceptable estimates
Tobacco	30	25 to 40
Alcohol	3	2 to 4
Diet	35	10 to 70
Food additives	1	-5 to 2
Reproductive and sexual behaviour	7	1 to 13
Occupation	4	2 to 10
Pollution	2	1 to 5
Industrial products	1	1 to 2
Medicines and medical procedures	1	0.5 to 3
Geophysical factors	3	2 to 4
Infection	10?	1 to ?
Unknown	?	?
Industrial products Medicines and medical procedures Geophysical factors Infection		1 to 0.5 to 2 to

Tab, 4: Quantitative Abachātzung vermeldbarer Kreberisiken derzeitige Situation in den USA [9]

Energiesparbedürfnisse führen zum erhöhten Abdichten der Fenster und damit drastisch zur Reduktion des Luftwechsels in Innenräumen, in dem sich der Mensch schließlich bis zu 90 % seiner Zeit aufhält. Dadurch erhöht sich die Ansammlung natürlich-radioaktiver Ga-

se und damit die radonbedingten Lungenkrebsfälle. Man schätzt z.B. für Schweden, daß bei voller Wirksamkeit der dort in den letzten Jahren dadurch beobachteten Zunahme der Radonkonzentration in den Wohnungen die Lungenkrebsinzidenz der Bevölkerung um 50 % ansteigen müßte [10]! Ich will mit diesen Daten nur auf gegebenenfalls akzeptierte Maßstäbe für die Relevanz von Krebsursachen aufmerksam machen.

- 2) Wie gewichtig, wie groß ist die SO_2 -Konzentration in der Abgasfahne eines Kraftwerkschornsteins? So groß wie im Rauch einer Zigarette!
- 3) Formaldehyd nehmen wir im Mittel weniger über unsere Umgebung, als vielmehr über das Essen von Äpfeln auf.
- 4) Und endlich möchte ich die gesundheitsbeeinträchtigende Wirkung des Diäthylenglykols im Wein auch einmal an der analogen Wirkung des Alkoholgehalts gemessen und das hochgespielte Umweltdelikt am wenig erwähnten und dabei doch eigentlichen Betrugsdelikt bewertet sehen. Ich glaube, es ist deutlich geworden, worauf ich hinaus will.
- 5) Schließlich aber möchte ich Ihnen ein quantitatives Beispiel von Relevanzbewertung aus der Umwelt-Meteorologie aufzeigen [11]: Es ging um die Bewertung der von einem in Berlin(West) geplanten Kühlturm ausgehenden meteorologischen Wirkungen, vor allem den des Niederschlags. Nach selbst pessimistischsten Modellrechnungen wäre maximal mit einer Erhöhung bis zu 4 % der Menge zu rechnen gewesen. Wie mache ich die Relevanz dieses Wertes dem Bürger klar? Empfehlung: durch Vergleich mit der natürlich-klimatischen Variation des Niederschlages im Berliner Raum in Raum und Zeit!

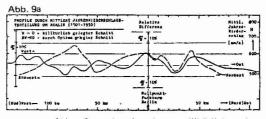


Abb. 9a zeigt in einem willkürlich gelegten West-Ost-Schnitt die Jahresniederschlagsverteilung auf 250 km Länge im Halbjahrhundertmittel: die über-zig % gehende Schwankungsbreite ist offensichtlich.

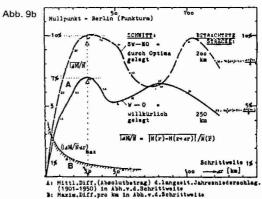
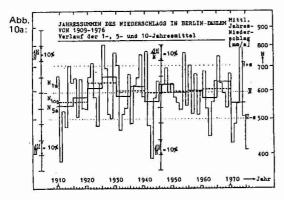
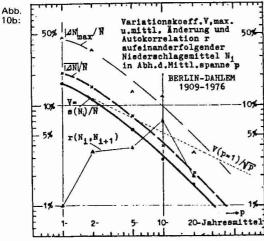


Abb. 9b zeigt die mittlere Niederschlagsdifferenz in Abhängigkeit von der räumlichen Distanz, die bei 30 km ihr Maximum von 7 % hat (Bei einer anderen Schnittlage werden sogar 10 % erreicht!). Die hypo-

thetische Regenerhöhung von 4 % durch die Kühlturmfahne findet man in der Natur im Mittel ohnehin bereits auf 10 km Distanz, im Extremfall sogar schon
auf 2 km Abstand. Wenn mir der Bürger also bestätigt, daß er sich den klimatischen Regenunterschied
zwischen den Häusern Kurfürstendamm Nr. 10 und Nr.
100 nicht als bedeutungsvoll vorstellen kann, so kann
ich ihm bestätigen, daß die maximale Regenwirkung
des Kühlturms ebenso wenig bedeutungsvoll wäre. Ich
habe die Relevanz damit akzeptabel ausgedrückt.



Wem zeitliche Variationen anschaulicher sind als räumliche, dem kann man Abb. 10a vorhalten, den langzeitigen Gang der Jahres-, 5-Jahres- und 10-Jahresmittel der Niederschlagssummen. Die Spannweiten der Langzeitmittel sprechen für sich. Die 4 %-kühlturmbedingte Änderung wäre im Mittel der Betrag, den man am selben Punkte von einem Jahrzehnt zum nächsten ohnehin zu erwarten hätte (im Extremfalle sogar im Abstand zweier 20-jähriger Mittelwerte) (Abb. 10b).



Analog kann man mit Nebel und Sonnenschein verfahren. Was besagt schon die absolute Angabe der täglich zusätzlich zu besorgenden Beschattungsdauer durch den Kühlturmschwaden von 5 min? Wie begreifbar dagegen, wenn ich sage: das entspräche dem natürlicherweise zu erwartenden mittleren Unterschied auf nur 1 km Distanz!

Signifikante Umwelt-Veränderungen kontra bzw. in Maßzahlen der signifikant natureigenen Variationen! Auch einem besorgten Umweltschützer könnte man derart zu einer rechten und gerechten Einschätzung der künstlichen Wirkung auf das atmosphärische Geschehen und damit zur Teilhabe an gemeinsamen Überzeugungen verhelfen.

Darf ich in Ihnen nun den Sprung zur Medizinmeteorologie provozieren? Das heißt beispielsweise, Sie drücken einen medizinmeteorologischen Effekt, etwa ein wetterbedingtes Operationsrisiko, in Relation zum Gesamtrisiko oder auch nur zum Verschiebungsrisiko aus. Sie drücken erst damit so recht die Relevanz Ihrer Erkenntnis, die evtl. (Ge-)Wichtigkeit für den Mediziner und hoffentlich für den Patienten aus.

Relevanz ist relativ! Und Bewerten heißt Wert mit Wert vergleichen!

AKZEPTANZ

Die Frage nach der Akzeptanz beinhaltet: Was wird angenommen, hingenommen, gebilligt? Was wird hinsichtlich negativer Erwartung toleriert, hinsichtlich positiver Erwartung provoziert?

War es bei der Relevanz so, daß zu ihrer Verdeutlichung Relationen, also Wertmaßstäbe ausgesucht und mitgeliefert werden konnten, so ist bei der Akzeptanz der Wertmaßstab meist schon vorgegeben. Wir werden mit ihm konfrontiert, ob es uns paßt oder nicht, ob er passend oder unsinnig ist. Denn diese Maßstäbe sind nicht nur (volks)-bildungsgeprägt, sondern vor allem zunächst (sach)fremdgeprägt und auch psychologisch, biographisch-historisch, sozial, politisch und weltanschaulich entwickelt. Sie bestimmen mit unsere Handlung bzw. Ohnmacht. Akzeptiert wird nicht primär aus unserem Problem-Blickwinkel, sondern dem einer übergeordneten Sehweise, etwa der der Natur schlechthin (Natur ist gut, Chemie ist schlecht, Atomkraft ist böse, Krankheit ist menschliches oder gesellschaftliches Versagen, heile Umwelt ist natürlicherweise vorgegeben).

Sagen Sie nun nicht, die Akzeptanz kümmere Sie nicht, - denn dann wären Sie heute gar nicht hier! Sachauseinandersetzung ist nur ein Teil Ihres Denkens und Tuns. Doch Sie selbst wollen und Ihre Ergebnisse sollen akzeptiert werden - in irgendeiner Art Öffentlichkeit (Und Ihre Kollegen, Vorgesetzten, Abnehmer, Geldgeber sind auch nur ein Teil dieser Öffentlichkeit.) Von der Akzeptanz dieser hängt ab, ob Sie arbeiten können, dürfen, die Mittel zur Weiterarbeit bewilligt erhalten usw.

Schon die potentielle Akzeptanz (ver)führt manchen von uns zur Auswahl seiner Forschungsvorhaben, ja seiner Hypothesen. Dabei wird oft - zumindest im Stillen - die (Drei)Einigkeit und Übereinstimmung in der Bewertung von Signifikanz, Relevanz und Akzeptanz vorgegeben, wobei die Wissenschaft allenfalls nur noch die Signifikanz (nach) zu liefern hätte. Sie brauchen jedoch die Akzeptanz, d.h. ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse brauchen zur Durchsetzung die Mitwirkung einer möglichst aufgeklärten Öffentlichkeit.

Es gibt aber nun alle möglichen Kombinationen der Bewertung dieser drei Begriffe, wie die Beispiele in Tabelle 5 zeigen sollen.

Die Feststellungen und Aussagen in den drei Begriffsbereichen wirken aufeinander und führen zu jeweils typischen Provokationen. Wie Sie sehen, lassen sich für alle acht Kombinationen Beispiele aus der Wissenschaftswirklichkeit anführen.

Tab. 5 BEWERTUNGSKOMBINATIONEN DES ZUSAMMENHANGS

pezüglich	SIGNIFIKANZ	RELEVANZ	AKZEPTANZ Offent- Fach- lichkeit welt	Beispiel: Zusemmenh WETTER und :0	ang zwischen
1)	+	+	+	Sonnenstand	
2)	+	3 55 8	+	Mondstand	
3)	=	-	+	Planetenstand	
4)	-	-	-	veränderliches Sternenlicht	2007000
5)	+	+	-	vorhergesagtes und : eingetretenes Wetter	Rauchen; Verkehr
6)	-	+	-	anthropogene Klimabeeinflussung	
7)	~	+	+	7	
8)	+	=	-	Gesundheit	Wetter

^{+ :} ja. mehr, stark, schon, überbewertet — : nein weniger,gering, noch nicht unterbewertet

Woher kommt aber nun der Dissenz zwischen Öffentlichkeit und Wissenschaft, das Unbehagen beim Wissenschaftler, das oft immens Unangemessene im Aufwand an Überzeugungskraft gegenüber dem Wert des Problems, die Spannung zwischen Handeln-sollen und Nichthandeln-können, -dürfen oder -wollen? Und warum und worüber reden wir hier? Es sind die Fälle, wo in unserem obigen System die Vorzeichen ungleich sind: Wo etwas richtig ist, es aber nicht wichtig ist; wo etwas wichtig ist, aber keiner danach süchtig ist; wo die Öffentlichkeit hingegen nach gewissen Maßnahmen süchtig ist, ist sie es aufgrund vorgeblicher Zusammenhänge, die aber gar nicht richtig sind. Kurz: Bereiche, wo sich Erwartung und Erkenntnis nicht decken, führen bei der Umsetzung ins Handeln zum Konflikt!

Tab. 6 zeigt einige Beispiele aus der im weitesten Sinne Humanepidemiologie, wo sich Relevanz und Akzeptanz nicht decken.

Tab. 6 Fakten von hoher Relevanz, aber geringer Akzeptanz:

WICHTIG = ist	
Sicherheitsgurt anlegen Nicht rauchen Vernünftige Efigewohnheiten Wirkung der Verderblichkeit der Nahrung (Darum Konservierung u.richtige Lagerung Vorstellungen von hoher Akzeptabilität, a	
WORDIG scheint	
gesundheitsschädliche Wirkung der	3
Konservierungsmittel, Wasserinhaltsstoffe, spezieller Luftverunreinigungen (Pseudocroup, Lungenkrebs)	Individuelles Befürchten des vielleicht zufältig einzig Betroffenseins

Wie kommt eine solche Situation psychologisch gesehen zustande?

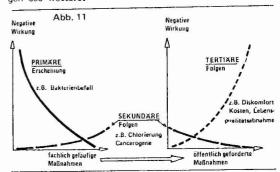
Wie bereits gesagt, wird Akzeptanz durch Glaubenssetzungen und Überzeugungen aus teilweise anderen Bereichen mitbestimmt (Natur ist gut; was immer so war, kann nicht falsch sein, usw.). Es sind letztlich Begegnungsweisen mit der menschlichen Ohnmacht am Wirken:

1. Der Mensch fühlt sich hilflos - anderen gegenüber, d.h. er fühlt sich der Existenz und dem Tun der Gruppe anderer, der Gesellschaft usw. ausgeliefert. Daher soll von dieser etwas verlangt werden zum Abbau des eigenen Hilflosigkeitsgefühls; darum etwa auch Umweltschutz an sich!

- Der Mensch fühlt sich hilflos sich selbst gegenüber, und zwar
- a) relativ hilflos, wenn Anforderungen an ihn gestellt werden, die unbequem sind; der Mensch müßte sich ansonsten nämlich ändern oder einschränken und fragt lieber danach, ob man nicht die "Not wenden" kann, indem man statt seiner das Problem wendet, indem man dessen Relevanz ändert oder gar ignoriert.
- b) absolut hilflos: Das Schicksal, der Zufall ist schuld! Es ist leichter, Wirkungsursachen dem Wetter zuzuschieben, als gegebenenfalls Eigenverantwortung auf sich zu nehmen; Wettereinfluß entschuldigt uns, erleichtert unsere uns oft bequemerweise selbst vorgegebene Ohnmacht. Der Mensch braucht also das Horoskop und den Wetterbericht, selbst den falschen, und wie erst ggf. den medizinischen Wetterbericht! Dieser Motivation sollte sich gerade der Medizinmeteorologe bewußt sein.

Wie können wir dieser Situation positiv begegnen?

Antwort: durch Rücksichtnahme (daß die Menschen so sind) und Aufklärung (daß sie besser werden), also durch lebenspositives Eingehen auf die Menschen und die Wirklichkeitsnähe des Lebens. Das Leben an sich ist schon natürlicherweise mit Risiko behaftet. Denn Leben ist ein offenes System. Es gibt weder Lebensfortführung noch gar Lebenssteigerung zum Nulltarif. Wer diesen beansprucht, kann ihn höchstens auf Kosten anderer haben, falls es eine solche Gruppe anderer entsprechender Größe, also als Gesellschaft, überhaupt geben sollte. Man darf beispielsweise auch nicht außer acht lassen, daß die gern und leicht geforderte Eliminierung von Sekundärfolgen bei Beibehaltung der gewünschten Primärfolgen normalerweise selbst wieder unangemessene Tertiärfolgen in anderen Bereichen bedingen: es hat wirklich alles seinen Preis (siehe Abb. 11). Wie der einzelne ein Risiko trägt, das er nicht von sich abschieben kann, so kann auch die Gemeinschaft einem gewissen Risiko nicht generell ausweichen. Und zum Ertragen des Lebens gehört auch das Ertragen des Wetters.

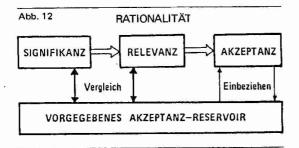


Wetter an sich macht nicht krank. Aber es kann Krankheit fördern, wie es auch die Gesundheit fördern kann. Seien wir uns im klaren: Das veränderliche Wetter unserer Breitengrade, unserer Region, ist schließlich mit der Grund für unsere Kultur und Zivilisation. Dieser Vorzug des Veränderlichseins, was Anlaß und Stoff auch für die "medizinmeteorologischen Hinweise" ist, ist ja gerade der Antrieb für unsere so bevorzugte menschliche Entwicklung (für Sudanesen etwa kann es ja gar keine solchen "Hinweise" geben, was aber doch deswegen eben kein gutes Zeichen ist!).

Diese Veränderlichkeit kann des Guten auch einmal zu viel sein - für Kranke und gerade Anfällige. Nur diesen Ausnahmen dienen Sie als Medizinmeteorologen, wie einem Diätbedürftigen. D.h. der Wetterdienst dient darin der Abwendung spezieller Nöte, nicht von Katastrophen! Er sollte sich als einer verstehen, der Dienste anbietet, die wichtig nicht für alle, sondern für jene Minderheiten sind (Säuglinge, Kinder, Alte, Kranke, beruflich Ausgesetzte usw.), der ein jeder potentiell zugehört. Indem er hilft, Risiken zu minimieren, Erleichterungen zu fördern und Risikobedeutungen relativiert und also umwertet, sollte er sein Tun positiv darstellen!

Schließlich muß der Wissenschaftler wissen: Ist ein positives oder negatives Ergebnis erst einmal für alle wichtig und öffentlich geworden, dann geht es nicht mehr rein wissenschaftlich zu. Sie führen Ihr Instrumentarium dann nicht mehr allein. Darum malen Sie sich alle Konsequenzen bereits vor einer öffentlichen Diskussion aus und entwickeln vorausschauend Gegenstrategien. Denn spätestens wenn es dem einzelnen spürber Geld oder Einschränkungen kostet, verlangt er beispielsweise nicht mehr den Nachweis der sogenannten Umweltverträglichkeit einer Maßnahme oder eines Eingriffs, sondern stattdessen den leicht einsichtigen Nachweis derjenigen Kranken (auch seiner eigenen möglichen Erkrankung!) und Toten, die auf das angebliche Konto von Einwirkungen bzw. unterlassener Gegenmaßnahmen gehen würden! Die öffentliche Akzeptanz ist eben nichts Absolutes und unumstößlich Verläßliches.

Wichtig bleibt als erstes, was Sie selbst als relevant erkannt haben! Das dann sollte mittels bereits akzeptierter Maßstäbe vergleichbar gemacht und bewertet werden. Die Akzeptanz sollte jedenfalls nie direkt erwartet oder gefordert, sondern in Einbeziehung des vorgegebenen Reservoirs an Anerkennungsbereitschaft mittels Vergleiche und Analogien bewirkt werden (Abb. 12).



In der abschließenden Tab. 7 sind die Schwerpunkte meiner aus dem Vorgetragenen hervorgegangenen Erkenntnisse zusammengefaßt und Ihnen als Empfehlungen ans Herz gelegt.

Habe ich meinen Vortrag mit dem Zitat aus einem leider wahren und einer leider fiktiven Zeitungsnotiz begonnen, so will ich ihn mit einem Auszug aus einem leider echten Leserbrief beschliessen, welcher den Konflikt erhellen möge, in den wir leicht geraten können. Einer meiner Kollegen demonstrierte die relative gesundheitsschädliche Geringfügigkeit - oder doch wenig-

Tab. 7 ERKENNTNISSE

- 1) Probleme verfolgen wegen erkannter Relevanz, nicht wegen öffentlicher Akzeptanz
- (Un)-Signifikenz wichtig für den Beerbeiter und Sachkundiger für alle anderen Signifikanz vorgeben, aber relativieren!
- Erst Relevenz ist wichtig! Diese mittels bereits akzeptierter Maßstäbe vergleichber machen und bewerten.
- 4) Akzeptanz mittels Vergleiche und Analogien bewirken, nie direkt erwarten oder fordernt
- 5) Positiv-statistische Ergebnisse kausal zu erklären versuchen!
- 6) Negative Ergebnisse (Unsignifikanzen) mittels numerischer Zufallssimulation verdeutlichen
- 7) Sinnvalle Untergruppen definieren
- Ist Ergebnis erstmel öffentlich relevant, geht es nicht mehr nur wissenschaftlich zu!
 Vorausschauend Strategien der Versachlichung entwickeln!
- 9) Angeboten wird eine Dienstleistung: (Hilfsmöglichkeit, keine Katastrophenabwehr)
 Lebenserleichterung (nicht Sicherung)
 Risiko-Minimierung (nicht Beseitigung)
 Ansprechan von Anfälligen (gemeint sind nur Minderheiten, und zwar nur im Rahmen möglicher Bawältigungsreektionen)
 Dient der Abwendung spazieller Näte
 Entlestung durch Schuldannahme des Wetters*
- 10) Eigenes Wirken und Ergebnis positiv derstellen! Positive Reaktion bewirken!
- 11) Weltanschauung mit Lebensanschauung begegnen!

stens Fragwürdigkeit - des Außenluft-Stickstoffdioxids anhand der Feststellung, daß selbst im Verlaufe eines Jahres deren Konzentration an einer Großstadtkreuzung kaum einmal an die heranreicht, die in der häuslichen Küchenluft beim Kuchenbacken mittels Gesbackofen rasch erzielt wird. Öffentlich wird nun aber nicht aus der allgemein persönlich vorliegenden und nicht-schlimmen Küchenerfahrung geschlossen, sondern aus der vorgegebenen und nicht-erfahrenen Schlimmheit der Straßenluft! Der Leser bekommt seine Informationen unter den Zeitungsüberschriften wie "Smog in der Wohnung" und "Schlimmer als im Straßenqualm". Und er schreibt daher besorgt u.a.:

"Der Artikei hat uns doch sehr verunsichert, da wir auch einen neuen Gasherd besitzen und unser Vollkornbrot selbst backen. Wir sind gesundheitsbewußt und möchten uns so natürlich wie möglich ernähren, und jetzt dieser Artikel. Ich frage Sie doch: warum werden diese Gasherde denn überhaupt gebaut und verkauft und nicht aus dem Verkehr gezogen, wenn das Backen darin so gefährlich ist, oder müssen erst alle krank werden, bis endlich was unternommen wird? Ich hoffe, daß wir eine klare Antwort von Ihnen verlangen dürfen, wenn so etwas groß in allen Zeitungen steht, und alle Leute verunsichert werden!"

Das Ausgeliefertsein an Vorprägung und Tendenz wird deutlich. Statt der beabsichtigten Beruhigung entstand also Verunsicherung. Der Geschehensablauf war schlecht für den besorgten Absender, schlecht für den bemühten Empfänger und nur gut für die Presse. Der Briefschreiber verliert nicht etwa seine Gesundheit, sondern sein Vertrauen und der Kollege seine Lust, die Zeitung dagegen gewinnt an Aufmerksamkeit und Leser. Unseren Leserbriefschreiber konnten wir auf direktem, persönlichen Wege letztlich doch beruhigen, also unter Umgehung der Medien. Ein Einzelfall. Das kann nicht der Lösungsweg des Akzeptanzproblems sein.

Auch wenn es offenbar nicht einfach ist, versuchen Sie dennoch, positive Reaktionen auszulösen. Und begegnen Sie Weltanschauungen wirkungsvoller mit Lebensanschauungen!

LITERATUR

- [1] "Der Tagesspiegel", Berliner Tageszeitung vom 14. Aug. 1985
- [2] GREEN, R.H.: Statistical and Nonstatistical Considerations for Environmental Monitoring Studies. Environmental Monitoring Assessment 4 (1984), 5. 293-301
- [3] BARTELS, J.: Zur Morphologie geophysikalischer Zeitfunktionen. Sitz.-Ber.Preuß.Akad.Wiss. 30 (1935), S. 504-522
- [4] FETT, W.: Ökonomische Meθzeitverteilung meteorologisch abhängiger Größen. Ann.d.Meteor (Neue Folge), 6 (1973), S. 131-138
- [5] FETT, W.: Zusammenhang zwischen Niederschlag und Mondphase in Deutschland. Archiv. f. Meteor., Geophys.u.Bioklimat., Serie A, 15, H.2 (1966), S. 206-226
- [6] WEDLER, E.: Erfahrungen aus einem Medizin-Meteorologischen Testjahr. Schr.-Reihe Verein Wa-BoLu 30 (1970), S. 53-88

- [7] ISING, H.: Kann Umweltlärm die Gesundheit gefährden? Schr.-Reihe Verein WaBoLu 63 (1985), S. 109-122
- [8] BARTFAI, E., u. VISSY, K.: Medizin-meteorologische Arbeitsmethoden in Ungarn. Vortrag Int. Kongr. f. Human-Biometeor. 22.-27.06.1984 in Zwettl/Niederösterreich. Zusf. in med-met, Z.f.Medizin-Meteor. 2-84, S. 7
- [9] ROBKAMP, E.: Umwelt und Krebs. Schr.-Reihe Verein WaBoLu 63 (1985), S. 17-30. Tab. 4 aus: DOLL, R. u. PETO, R.: The Causes of Cancer: Quantitative Estimates of Avoidable Risks of Cancer in the United States Today. JNCI 66 (1981) 5. 1192
- [10] SCHÜTTMANN, W.: Die Bedeutung des Radons und seiner Folgeprodukte für die Wohnungshygiene. Z.gesamte Hyg. 31 (1985) H. 6, S. 326-331
- [11] FETT, W.: Zur natürlichen Variation von Klimaelementen als Beurteilungsbasis anthropogener Veränderungen. Beilage zur Berliner Wetterkarte Nr. SO 16/78 vom 17.7.78, Inst. f.Meteor. Freie Univ. Berlin

Anschrift: Prof. Dr. W. Fett, Inst. f. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene d. Bundesgesundheitsamtes, Corrensplatz 1, D - 1000 Berlin 33