
Der Mensch im Einflussbereich von Wetter und Klima

Hans Richner

Wetter und Klima können durch relativ wenige physikalische Grössen beschrieben werden. Für einige dieser Parameter ist klar, wie sie den menschlichen Organismus beeinflussen (z. B. Temperatur), bei anderen kennt man zwar ihre Effekte, weiss aber nicht genau, wie diese zustande kommen (z. B. Druckänderungen). Schliesslich gibt es physikalische Grössen, deren Wirkung auf unseren Organismus wissenschaftlich umstritten ist (z. B. elektrische Parameter). Die Disziplin, die sich mit diesen Aspekten befasst, ist die Human-Biometeorologie, eine interdisziplinäre Wissenschaft, die es nicht ganz leicht hat: Einerseits wirkt sich immer der komplexe Wetter- oder Klimaakkord – also die Elemente in ihrer Gesamtheit – auf den Menschen aus, und andererseits wirken gleichzeitig eine grosse Zahl anderer Einflussgrössen auf ihn ein. Es ist deshalb schwierig, naturwissenschaftlich gesicherte Zusammenhänge zwischen einzelnen Elementen und unserem Befinden nachzuweisen. Dies gilt insbesondere für die Wetterfühligkeit, unter der man im allgemeinen eine Vorfühlbarkeit versteht.

1 EINLEITUNG

Wir alle sind mehr oder weniger dem Einfluss des Wetters ausgesetzt. Im Verlaufe der Jahrtausende und Jahrhunderte hat der Mensch zwar gelernt, sich gegen diese Einflüsse zu schützen; die Klagen, Bemerkungen und Kommentare über das Wetter zeigen aber deutlich, dass selbst die moderne Technik, die uns sogar Klimaanlage beschert hat, unsere Einstellung zum Wetter nicht wesentlich verbessert hat.

Das Wetter lässt sich durch den momentanen physikalischen Zustand der Atmosphäre charakterisieren. Dieser wiederum lässt sich beschreiben durch die Temperatur, den Druck, den Feuchtigkeitsgehalt, die Strahlung und den Wind, um nur einmal die wichtigsten Parameter zu nennen. Jede Änderung dieser genannten Grössen bewirkt eine Reaktion unseres Organismus.

Die Mittelwerte des Wetters bezeichnet man allgemein als Klima. Somit ist das Klima durch dieselben physikalischen Grössen charakterisierbar wie das Wetter, allerdings nicht mehr durch die Momentanwerte, sondern durch statistische Grössen. Neben den Mittelwerten sind vor allem die Standardabweichungen und die Extremalwerte wichtig. Beide sagen etwas über die Veränderlichkeit des Wetters in einem bestimmten Gebiet aus.

Im allgemeinen erlebt man Änderungen des Klimas mit den Jahreszeiten oder indem man sich in ein anderes geographisches Gebiet begibt. Ähnlich wie der Körper auf Änderungen der wetterbedingten physikalischen Grössen durch *Reaktion* anspricht, passt er sich auch klimatischen Veränderungen an, einen Vorgang, den man als *Adaption* bezeichnet. Reaktion und Adaption unterscheiden sich einerseits durch ihre Zeitkonstanten (der Geschwindigkeit, mit der die Anpassung erfolgt), andererseits durch sehr unterschiedliche physiologische Mechanismen. Wenn z. B. die Sonne aus den Wolken hervorbricht und sich damit die Strahlungsintensität vergrössert, verkleinern sich unsere Pupillen innert Sekunden oder Minuten, um die Netzhaut unserer Augen zu schützen. Als Antwort auf die im Mittel starke Sonneneinstrahlung im Hochsommer bildet unsere Haut zusätzliche Pigmente, um die Strahlung teilweise zu absorbieren. Diese Bräunung ist ein relativ langsamer Vorgang, der Tage und Wochen dauert, sie ist ein typisches Beispiel einer Adaption.

2 DER THERMISCHE WIRKUNGSKOMPLEX

Die wichtigste mit dem Wetter verbundene Grösse, die das Leben der gesamten Flora und Fauna beeinflusst, ist ohne Zweifel die Temperatur oder, etwas exakter ausgedrückt, der thermische Wirkungskomplex. Damit ist angedeutet, dass für das Wärme- oder Kältegefühl nicht nur die Temperatur allein massgebend ist.

Das thermische Wohlbehagen ist dann ideal, wenn die im Körper produzierte Wärmeenergie gerade an die Umgebung abgegeben werden kann, oder, etwas wissenschaftlicher ausgedrückt, wenn sich die Wärmebilanz so einstellt, dass die Temperatur konstant bleibt. Diese Wärmebilanz hängt von einer ganzen Reihe von Faktoren ab. Auf der Seite des Individuums sind das hauptsächlich die körperliche Aktivität, die seine Wärmeproduktion bestimmt, und seine Kleidung, welche hauptsächlich als thermische Isolation und Windschutz dient. Auf der Seite der Atmosphäre ist natürlich zunächst die Temperatur für den Wärmefluss massgebend. Daneben ist aber die Windgeschwindigkeit eine äusserst wichtige Grösse. Je stärker der Wind bläst, umso besser ist der Energieübergang zwischen Atmosphäre und Mensch. Sofern die Lufttemperatur geringer ist als unsere Oberflächentemperatur, verstärkt die Luftbewegung die Abkühlung.

Ist die Lufttemperatur grösser als unsere Hauttemperatur, wird ein zweiter, für die Wärmebilanz wichtiger Prozess erkennbar: Vorausgesetzt, die Luftfeuchtigkeit ist deutlich unterhalb der Sättigung, dann bewirkt eine erhöhte Luftbewegung eine teilweise Kompensation des durch den Temperaturunterschied bedingten Wärmeüberganges auf den Körper: Wir verdunsten an unserer Oberfläche dauernd Wasser. Weil dazu Energie – die Verdunstungswärme – notwendig ist, kühlt sich unsere Oberfläche ab. Je effizienter der verdunstete Wasserdampf durch Luftbewegung abgeführt wird, desto mehr Wasser kann pro Zeiteinheit verdunstet werden, desto kühler wird also unsere Oberfläche. Damit ist erklärt, weshalb wir einen Ventilator anstellen oder uns fächeln, wenn es zu heiss ist. Wird der

verdunstete Wasserdampf nicht abgeführt, so wird die unseren Körper berührende Luft gesättigt, was sich als Schwitzen zeigt. Schwitzen ist also eigentlich eine fehlgeschlagene Reaktion unseres Körpers auf eine zu hohe Umgebungstemperatur.

Damit ist klar, dass der Wasserdampf für unser thermisches Wohlbefinden eine wichtige Rolle spielt, vor allem wenn die Umgebung wärmer ist als unsere Körperoberfläche. Der geschilderte Vorgang funktioniert aber auch dann, wenn die Temperatur der Umgebungsluft geringer ist als unsere Oberflächentemperatur, allerdings ist er dabei von weit weniger grosser Bedeutung für die Wärmebilanz. Wie wichtig die Feuchtigkeit sein kann, zeigt sich z. B. in der Tatsache, dass man in einer Sauna problemlos Lufttemperaturen von 90 °C und mehr aushält, weil die Luftfeuchtigkeit hier sehr gering ist. Andererseits können Temperaturen von weniger als 40 °C bereits zu einem Kollaps führen, wenn die Luft nahezu mit Wasserdampf gesättigt ist.

Eine vierte physikalische Grösse, welche die Wärmebilanz mitbestimmt, ist die Strahlung. Es ist allgemein bekannt, dass man sich bei gleicher Lufttemperatur im Sonnenlicht wärmer fühlt als im Schatten, weil die von der Sonne herrührende Strahlung von unserer Haut absorbiert und dabei in Wärme umgewandelt wird. Weniger bekannt ist, dass unser Körper durch Wärmestrahlung – also durch infrarote Strahlung, die von jedem Körper ausgeht, der sich nicht auf dem absoluten Nullpunkt befindet – Energie verliert. Unfallopfer hüllt man in reflektierende Folien (sogenannte Rettungsdecken), um diesen Energieverlust zu verhindern. Futter aus reflektierender Folie in Winterkleidungsstücken haben dieselbe Funktion.

Physikalisch ausgedrückt wird unser Wärmegefühl also durch die *Wärmebilanz* bestimmt. Diese ist eine Funktion unserer Aktivität, der Kleidung (Isolation), des Temperaturunterschiedes Luft-Körper, der Luftgeschwindigkeit, der Feuchtigkeit und der Strahlung. Temperaturunterschiede haben Energieflüsse als sogenannte *fühlbare Wärme* zur Folge; Verdunstung an der Körperoberfläche führt zu einer Abkühlung durch Verlust der Verdunstungsenergie, was als *latenter Wärmefluss* bezeichnet wird. Erhöhte Luftgeschwindigkeit vergrössert sowohl den fühlbaren wie den latenten Wärmefluss durch eine Verbesserung des Austausches, d. h. durch eine stetige Erneuerung der unsere Körperoberfläche berührenden Luftmasse.

Da alle genannten Grössen durch das Wetter bestimmt werden, ist klar, dass unser Wohlbefinden schon allein durch den thermischen Wirkungskomplex ganz massiv bestimmt wird. Eine Anpassung durch entsprechende Kleidung ist möglich, und regional und saisonal erfolgt eine Adaption. Beides kann aber nur innerhalb bestimmter Grenzen erfolgen (Abb. 1), wobei die verschiedenen Grenzwerte regional, saisonal und auch individuell unterschiedlich sein können.

Wie dramatisch die Folgen sein können, wenn wetterbedingt bestimmte Grenzwerte plötzlich überschritten werden, zeigt sich vor allem bei Hitze-

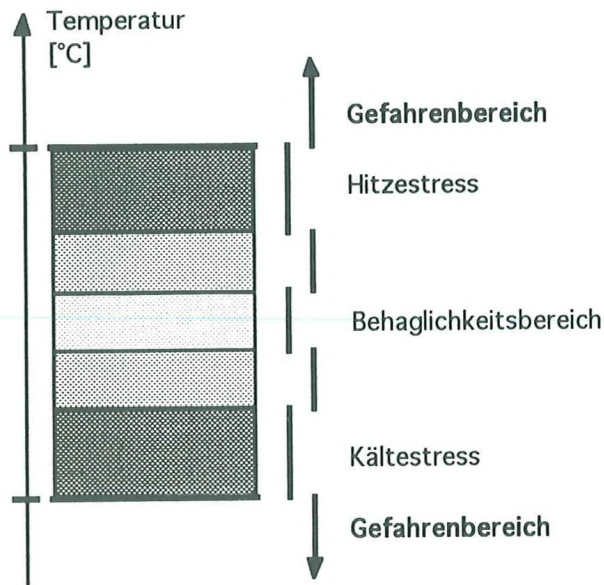


Abb. 1. Schematische Darstellung der thermischen Befindensbereiche. Man beachte, dass die vertikale Temperaturskala je nach Adaption verschieden sein kann.

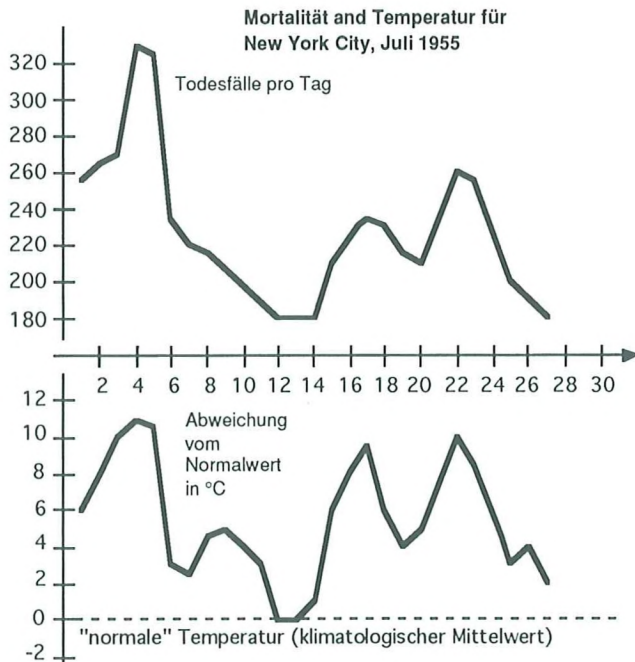


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Todesfällen und Temperatur während einer Hitzewelle. Auf der horizontalen Achse sind die Tage im Juli 1955 aufgetragen.

einbrüchen. Als Illustration sei hier die Hitzewelle in New York im Juli 1955 (also zu einer Zeit, wo es kaum Klimaanlage gab) genannt. Abb. 2 zeigt die augenfällige Korrelation zwischen der Abweichung der Temperatur vom Mittelwert und der Mortalitätsrate.

3 DRUCK

Das Wetter bestimmt aber nicht nur die bereits erwähnten physikalischen Grössen. Die neben Temperatur und Wind wichtigste Grösse für die Meteorologie ist der Druck. (Um die auf verschiedenen Höhen über Meer gemessenen Druckwerte miteinander vergleichen zu können, werden diese im allgemeinen auf Meereshöhe umgerechnet.) Man weiss, dass Druckänderungen Wetterwechsel anzeigen; generell bedeuten Hochdrucklagen schönes Wetter, Tiefdrucklagen Wolken und Niederschläge.

Direkte Auswirkungen des statischen Luftdruckes auf den Menschen gibt es im Lebensbereich unterhalb etwa 2000 m ü. M. nicht (in grösseren Höhen erfordert die geringere Verfügbarkeit von Sauerstoff allerdings eine Adaption). Auch die langsamen Änderungen wirken sich nicht besonders aus. Dies leuchtet ein, wenn man bedenkt, dass eine typische Druckänderung von einer Hochdruck- zu einer Tiefdrucklage etwa 50 Hektopascal (hPa, 1 hPa = 1 mb [veraltet] = 100 Nm^{-2}) beträgt, also etwa gleichviel wie der höhenbedingte Druckunterschied zwischen Zürich und Klosters.

Druckänderungen zwischen Hochdruck- und Tiefdruckzentren spielen sich in Zyklen von mehreren Tagen ab. Diesen Druckänderungen sind aber zusätzlich ein ganzes Spektrum von viel rascheren Druckfluktuationen überlagert: Akustische Wellen unterhalb der Hörgrenze, also im Sub-Audiodbereich, werden vor allem durch windinduzierte Turbulenzen erzeugt, etwa wenn sich bei starken Winden an Hausecken Wirbel bilden. Diese akustischen Wellen haben eine minimale Frequenz im Bereich von Zehntel Hertz. Noch tieffrequenter sind die Druckschwankungen, die durch Schwerewellen in der Atmosphäre erzeugt werden. Diese entstehen, wenn Luftmassen unterschiedlicher Dichte übereinandergleiten, ähnlich wie sich Schwerewellen auf der Oberfläche eines Gewässers bilden, wenn der Wind darüber bläst. Die Perioden (Frequenzangaben sind hier nicht mehr sehr anschaulich) betragen einige zehn Minuten, die Amplituden – je nach Wetterlage – maximal 1 bis 2 hPa. Es gibt Hinweise dafür, dass sich bei grossen Windgeschwindigkeiten die entstehenden akustischen Wellen unterhalb der Hörgrenze negativ auf unser Befinden auswirken (analog dazu verursachen teilweise geöffnete Autofenster bestimmten Personen Probleme, weil dabei – ähnlich wie in einer grossen Orgelpfeife – tieffrequente stehende Schallwellen entstehen). Statistisch gesichert ist, dass zwischen den Amplituden der in der Atmosphäre auftretenden Schwerewellen und dem subjektiven Wohlbefinden ein Zusammenhang besteht; je grösser die Amplitude der Druckschwankungen im Periodenbereich von einigen Minuten bis einigen zehn Minuten, desto schlechter

das subjektive Befinden. Allerdings ist der *kausale* Zusammenhang weder bekannt noch nachgewiesen (siehe weiter unten).

4 ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN DER ATMOSPHÄRE

In der Atmosphäre existiert ein recht starkes, gegen die Erde gerichtetes, vertikales elektrostatisches Feld von rund 100 V/m, was einen kontinuierlichen Vertikalstrom bewirkt. Dieser Strom ist aber wegen der sehr geringen Leitfähigkeit der Luft äusserst klein; typisch sind einige 10^{-12} A/m². Selbst schlecht leitende Materialien schirmen deshalb dieses statische Feld ab, weshalb es innerhalb von Gebäuden nicht mehr nachweisbar ist. Dieses Feld und der Vertikalstrom werden übrigens durch die rund 2000 Gewitter aufrechterhalten, die im Schnitt weltweit dauernd aktiv sind. Die Variabilität des Feldes ist stark wetterabhängig, die genannten Werte beziehen sich auf das sogenannte «Schönwetterfeld». Bei bedecktem Himmel und bei Niederschlag kann sich die Polarität des Feldes durchaus umkehren, und die Grösse des Vertikalstromes kann um mehrere Zehnerpotenzen variieren.

Der Prozess der Ladungstrennung in Gewitterwolken, der im extremsten Fall zu einem Blitzschlag führt, ist mit der Bildung von elektromagnetischen Wellen, den sogenannten *Sferics* (Kurzwort für Atmospheric, was sich allgemein eingebürgert hat) oder atmosphärischen Längswellen gekoppelt. Diese können z. B. mit einem normalen Radio, das auf eine nicht belegte Frequenz im Mittelwellen- oder besser Langwellenbereich abgestimmt ist, hörbar gemacht werden.

Der Einfluss atmosphären-elektrischer Phänomene auf den Menschen ist sehr umstritten. Als gesichert gilt, dass das statische Feld unser Befinden nicht beeinflusst. Es gibt zwar Untersuchungen, in denen das «natürliche» Feld z. B. in Arbeitsräumen künstlich erzeugt wurde, die zu dem Schluss kamen, dass das simulierte Schönwetterfeld unser Befinden scheinbar positiv beeinflusst. Nachträgliche Analysen haben dann gezeigt, dass diese Befindensverbesserung eine Folge der Luftreinigungswirkung des statischen Feldes war: durch die Ladungen erhöhte sich die Sedimentationsrate der Staubpartikel. Es ist also äusserst unwahrscheinlich, dass verschiedene elektrostatische Verhältnisse im Freien einen für das betreffende Wetter charakteristischen direkten Effekt auf den Menschen haben. Ganz abgesehen davon, verursachen vor allem synthetische Textilfasern innerhalb unserer Kleidung durch Reibung viel stärkere Felder, so dass in Körpernähe das atmosphärische Feld ganz massiv gestört ist.

Die Wirkung von Sferics ist ebenfalls umstritten, allerdings gibt es Untersuchungen mit positiven Resultaten, die nicht einfach vom Tisch gewischt werden können. Es wird auch immer wieder berichtet, dass in der Nähe von Cumulonimben (Gewitterwolken) Bienenschwärme und Pferde sehr unruhig würden, was man der Wirkung der elektromagnetischen Strahlung aus diesen Wolken zuschreibt. Vereinzelt hat man in Laborversuchen Effekte von elektromagnetischen Längswellen auf Tiere nachgewiesen.

5 IONEN

Eine Grösse, die vor allem in den siebziger Jahren immer wieder für Wetterföhligkeit, Selbstmorde, Verkehrsunfälle usw. verantwortlich gemacht wurde, sind die Ionen. Es trifft zu, dass in der freien ungestörten Atmosphäre die Konzentration der verschiedenen Ionen mit dem Wetter variiert. (Man unterscheidet übrigens meist nur zwischen positiven und negativen, und zwischen «grossen» und «kleinen» Ionen, wobei die «grossen» als Cluster oder geladene Partikel zu verstehen sind.) Aber schon 1943 wurde festgestellt, dass Ionen «das variabelste und leichtest beeinflussbare Lufolement» darstellen. In der Tat verändern Luftverunreinigungen, im Wohnbereich bereits der Rauch einer Zigarette, das Ionenklima viel stärker als Wettervorgänge. Selbst wenn Ionen einen Einfluss auf unser Befinden hätten – was allerdings neuere Forschungsergebnisse eindeutig widerlegen –, so darf darin ein Wettereinfluss nicht gesehen werden. Ionen-generatoren in Wohnräumen können unser Befinden zwar beeinflussen, aber nur indirekt: Dadurch, dass sich die Ionen an Schwebeteilchen anlagern und diese zur Bildung grösserer Cluster veranlassen, erhöht sich die Sedimentationsrate und die Luft wird reiner. So wird z. B. auch die Wahrscheinlichkeit einer Ansteckung mit Krankheitskeimen verringert, und nicht etwa durch eine bakterizide Wirkung der Ionen, wie früher postuliert wurde. Eine Ionisierung der Raumluft hat also ähnliche Auswirkungen wie ein künstliches elektrostatisches Feld.

6 ANDERE UMWELTBEDINGTE EINFLUSSGRÖSSEN

In zunehmendem Masse ist der Mensch auch Einflüssen ausgesetzt, die zwar nicht direkt mit dem Wetter zusammenhängen, deren Wirkung aber wesentlich durch dieses beeinflusst wird.

Durch das Freisetzen von gewissen Substanzen, insbesondere Fluorchlor-kohlenwasserstoffen, wird zurzeit die Ozonschicht, welche in der Stratosphäre in etwa 20 bis 25 km Höhe die Erde als natürliche Sonnenbrille vor den zerstörerischen hochenergetischen Ultraviolettstrahlen schützt, abgebaut. Damit steigt die Intensität der UV-Strahlung an der Erdoberfläche an. Bezüglich des gesamten Strahlungsflusses ist diese zusätzliche Energie vernachlässigbar gering, und sie hat auf den angesprochenen thermischen Wirkungskomplex keinen nennenswerten Einfluss. Auf der ungeschützten Körperoberfläche lösen diese UV-Strahlen aber bösartige Geschwüre aus, weshalb heute die Zahl der Opfer von Hautkrebs rund dreimal höher ist als 1960.

Aus Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen entsteht in sonnigen, windschwachen Situationen in Bodennähe Ozon; die sogenannten Vorläufersubstanzen stammen vor allem aus Automobilabgasen und Lösungsmitteln. Das gebildete Ozon ist ein sehr starkes Oxidationsmittel und für alle Lebewesen giftig. Es greift insbesondere Atemwege an und beeinträchtigt das Pflanzenwachstum.

Wir befinden uns also in der paradoxen Situation, dass wir dort Ozon abbauen, wo wir dieses dringend als Schutzschild brauchen würden, andererseits produzieren wir an der Erdoberfläche Ozon, wo es für uns als Gift wirkt. Man kann durch Ausnützen der herrschenden Wetterlagen die Auswirkungen beider Phänomene etwas mildern: Man schütze sich vor praller Sonne und man vermeide körperliche Anstrengungen während sommerlicher, windschwacher Lagen. Daneben scheint es selbstverständlich, dass wir alle dazu beitragen müssen, diese Probleme gar nicht erst entstehen zu lassen.

7 — WETTERFÜHLIGKEIT UND VORFÜHLIGKEIT

Man kann nicht über den Menschen im Einflussbereich des Wetters sprechen, ohne auf die unvermeidliche Frage der Wetterfühligkeit einzugehen. Gibt es überhaupt Wetterfühligkeit? Was ist Wetterfühligkeit? Die banale Antwort heisst: Natürlich gibt es sie! Wenn es heiss ist, schwitzt man eben; wenn es kalt ist, friert man. Bestimmte Kombinationen des Temperatur-Wind-Feuchte-Klimas können, wie besprochen, auf triviale Weise bei entsprechend empfindlichen Personen Reaktionen provozieren. Dass neben rein physiologischen Effekten auch *psychologische* eine wichtige Rolle spielen, sei hier nur am Rande erwähnt. Wer kennt sie nicht, die nassen, grauen Schlechtwetterperioden oder die nebligen, dunklen Herbsttage, die einem auf die Seele drücken?

Mit Wetterfühligkeit wird aber oft «Vorfühligkeit» gemeint; man spürt angeblich im Gedärm oder in den Gliedern, dass z. B. eine Front einziehen wird. Bereits Hiob glaubte, dass das Wetter sein Leiden beeinflussen würde. Im Verlaufe der Jahrhunderte hat es viele Theorien zur Wetterfühligkeit gegeben. Eine der interessantesten war sicher die sogenannte «*Aran-Hypothese*» in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts: Wetterfühligkeit würde durch einen hypothetischen Stoff in der Atmosphäre, durch das Aran verursacht. Niemand wusste, was Aran konkret ist; einmal setzte man es mit Ionen gleich, dann nahm man an, es handle sich dabei um Ozon. Auch O₂ und atomarer Sauerstoff, sowie eine ganze Reihe von anderen Spurenstoffen sollten die fieberhaft gesuchte Substanz sein. Nach rund zwei Jahrzehnten gab man die Suche auf und versuchte Wetterfühligkeit etwas nüchterner und mit naturwissenschaftlich anerkannten Methoden zu untersuchen. (Damit soll weder gesagt sein, dass vorher nur unwissenschaftlich gearbeitet wurde, noch dass heute alle diesbezüglichen Arbeiten eine strenge wissenschaftliche Objektivität zeigen.)

Wenn man als Wissenschaftler bereit ist, die Behauptungen angeblich wetterfühligter Personen ernst zu nehmen, müssen an die physikalischen Grössen, die möglicherweise die Wetterfühligkeit auslösen, vier Bedingungen gestellt werden:

1. Sie stehen mit dem Wettergeschehen in einem direkten Zusammenhang.
2. Sie dringen unverändert in Räume ein. (Wetterfähige spüren die Effekte auch im Innern von Gebäuden.)

3. Sie lassen sich künstlich kaum verändern. (Wenn dies möglich wäre – wie z. B. bei der Temperatur –, würde man dies tun und sich damit den negativen Auswirkungen entziehen.)
4. Sie können ihrer Quelle vorausziehen, oder anders ausgedrückt, sie haben Wellencharakter. (Die einzige Möglichkeit einen noch gar nicht stattgefundenen Wetterwechsel im Voraus zu spüren; oder – als Beispiel – die einzige Möglichkeit in Zürich die Wirkung einer Front zu spüren, die über Bern liegt.)
Geht man den ganzen Katalog der bekannten atmosphärischen Grössen durch, so finden sich nur zwei Variablen, die alle diese Bedingungen erfüllen: elektromagnetische Effekte (Sferics) und quasiperiodische Schwankungen des Luftdruckes.

Wie bereits erwähnt, ist ein Einfluss von Sferics auf Organismen sehr wohl denkbar. Allerdings sind die Resultate von entsprechenden Untersuchungen derart widersprüchlich, dass eine zusammenfassende Aussage nicht möglich ist. Die Erforschung allfälliger biometeorologischer Zusammenhänge ist grundsätzlich sehr schwierig. Der Mensch ist nicht nur den zu untersuchenden meteorologischen Grössen, sondern einer riesigen Zahl von Einflüssen ausgesetzt, die sein Befinden zum Teil viel stärker beeinflussen als das Wetter. Da zudem die individuellen Reaktionen sehr unterschiedlich sein können, dürfen aus Untersuchungen an Einzelpersonen keine allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden. Die einzige Möglichkeit zu einigermaßen aussagekräftigen Resultaten zu kommen, ist die Untersuchung einer grossen Personengruppe über eine genügend lange Zeit. Allerdings findet man so nur statistische und keine kausalen Zusammenhänge. Dies mag auch erklären, weshalb die Biometeorologie, also die Wissenschaft der Wechselwirkungen zwischen Lebewesen und Wetter, in naturwissenschaftlichen Kreisen nicht gerade ein sehr hohes Ansehen genießt. Die Tatsache, dass der Bereich der Wetterfühligkeit eine Grenzwissenschaft ist, führt leider oft zu polemischen Diskussionen, die eine objektive Analyse stark behindern. Zudem scheint es bisher nie gelungen zu sein, ein Forscherteam von engagierten Naturwissenschaftlern mit ebenso engagierten Ärzten oder Physiologen zusammenzubringen; praktisch alle Publikationen stammen entweder von der einen oder der anderen Gruppe.

8 DRUCKSCHWANKUNGEN ALS VERURSACHER DER WETTERFÜHLIGKEIT?

Als Autor dieses Beitrages vertrete ich die (durchaus subjektive) Meinung, dass wenn es eine Wetter-Vorfühligkeit überhaupt gibt, diese mit grosser Wahrscheinlichkeit von Druckschwankungen verursacht wird:

Druckschwankungen mit Periodendauern von ca. 4 bis 20 Minuten treten vor allem in der Nähe von Fronten und bei Föhn auf, also bei Wetterlagen, über welche die angeblich Wetterfühligsten besonders häufig klagen. Die Schwankungen können Dutzende Kilometer vor der Front registriert werden, und bei

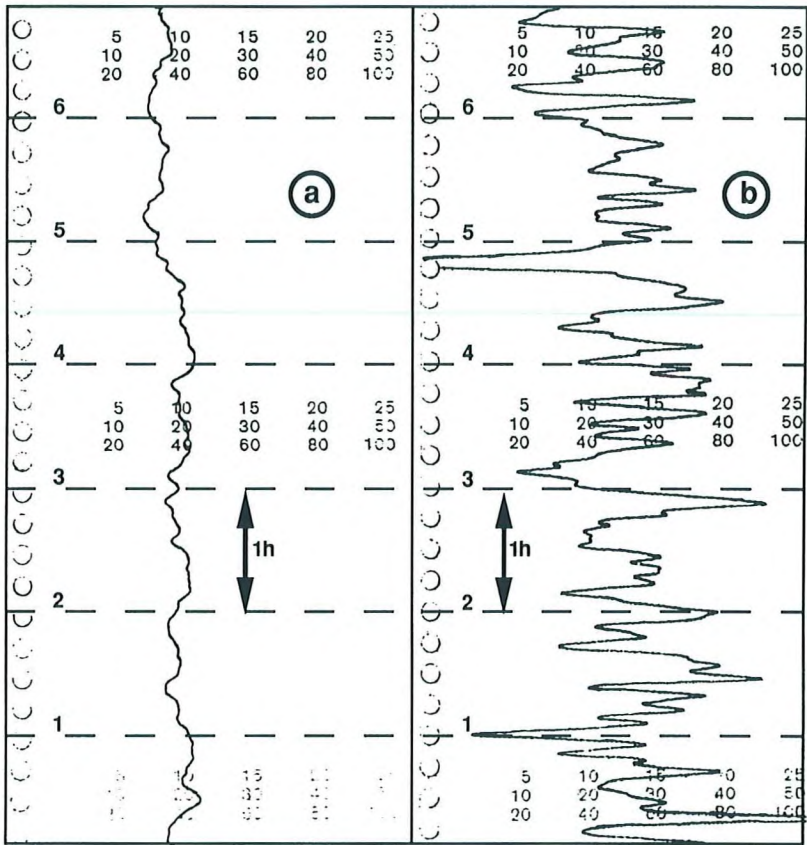


Abb. 3. Beispiel für die dem langsamen Druckverlauf überlagerten Schwankungen (a) bei einer flachen Druckverteilung mit schönem Wetter, (b) bei einer Föhnlage. Die Skalenbreite entspricht ungefähr 1 hPa.

Föhnlagen treten sie nur vor einem Einbruch der Föhnluft im tieferliegenden Kaltluftsee auf. Damit liesse sich eine Vorfühligkeit erklären. (Anfangs dieses Jahrhunderts wurde bereits aufgrund von Beobachtungen postuliert, dass «schnelle Luftdruckschwankungen» [siehe Abb. 3b] die sogenannte Föhnfühligkeit auslösen könnte.) Eine Studie, bei welcher während sieben Monaten täglich 200 Personen nach Beschwerden und nach ihrem subjektiven Befinden befragt wurden, hat eindeutig gezeigt, dass Beschwerden umso häufiger sind und das Befinden umso schlechter ist, je grösser die Amplituden der gemessenen Druckschwankungen sind. In einer Einzelstudie hatte eine massiv unter Migräne leidende Frau ohne Ausnahme bei jedem Auftreten von nahezu periodischen Druckschwankungen einen Anfall; allerdings erlebte sie auch Anfälle bei nur geringen und statistisch verteilten Druckschwankungen. (Aufgrund dieser Resultate kann aber nichts über einen *kausalen* Zusammenhang zwischen Druck-

schwankungen und Befinden ausgesagt werden, da sowohl Befinden wie Druckschwankungen von einer dritten Grösse abhängen könnten.)

Interessant ist auch die Feststellung, dass Personen, die in klimatisierten Räumen arbeiteten, sich nicht nur im Mittel schlechter fühlten, sondern dass der Zusammenhang zwischen Befinden und Druckschwankungen ausgeprägter war. Untersuchungen in Räumen bewiesen, dass Klima- und Lüftungsanlagen einerseits selbst Druckschwankungen erzeugen, andererseits atmosphärische Schwankungen durch Resonanzeffekte verstärken können. Keinesfalls ist es möglich, atmosphärische Druckschwankungen durch technische Massnahmen abzuschirmen; man kann sich der Wirkung der Druckschwankungen also nicht entziehen. (Sferics liessen sich zwar abschirmen, allerdings nur mit grossem Aufwand.) Es bleibt zu hoffen, dass sich ein interdisziplinär zusammengesetztes Forscherteam in Zukunft weiter mit diesen Zusammenhängen befassen wird.