

# Macht Wetter krank? - Das Bioklima im Ennstal

H. RIEDER

## Abstract

Somehow, the weather affects every human being, even if we are scarcely aware of it. By saying this reference should not only be given to extreme weather features such as hail, storm, thunderstorm, or heavy rain but also small changes of temperature, changes of air pressure, or humidity are sufficient to cause disorder in human beings.

The meteorological station Irdning/Gumpenstein has been observing weather since now five decades.

With the help of these extensive recordings the bioclimate in the area Ennstal was examined.

## Zusammenfassung

In irgend einer Form beeinflusst das Wetter jeden Menschen, auch wenn uns das viel zu selten bewusst wird. Dabei geht es nicht nur um extreme Witterungserscheinungen wie Hagel, Sturm, Gewitter oder Sturzregen.

Es genügen bereits geringe Temperaturänderungen, Änderungen von Luftdruck und Luftfeuchte, um bei wetterfühligen Menschen eine Verschlechterung des Befindens hervorzurufen. An der meteorologischen Station Irdning/Gumpenstein wird seit nunmehr fünf Jahrzehnten Wetter gemessen und beobachtet. Mit Hilfe dieser umfangreichen Aufzeichnungen wurde das Bioklima im Raum Ennstal untersucht.

## Allgemeines

Einer Umfrage nach glauben 30% der weiblichen Bevölkerung, dass das Wetter sehr viel Einfluss auf ihr Wohlbefinden hat. Gleichzeitig sind mehr als 50% der Männer davon überzeugt, dass die Witterung keinen Einfluss auf ihre Gesundheit hat. Eine Studie in Deutschland, in der über eine Periode von 30 Jahren Sterbefälle analysiert wurden, ergab bei sehr heißen und windschwachen Wetter-

perioden einen merklichen Anstieg der Sterberate.

Was ist es nun, dass uns zeitweise das Leben schwer macht, was uns Kopfschmerzen bereitet, Müdigkeit verursacht und zu Konzentrationsstörungen führt? Die Wissenschaft spricht in diesem Zusammenhang vom Bioklima.

Die Wetterfähigkeit ist nicht als eine Krankheit, sondern als eine Reaktion des Körpers auf meteorologische Einflüsse zu sehen.

Das Bioklima umfasst den durchschnittlichen Ablauf aller kosmischen, atmosphärischen und terrestrischen Umwelteinflüsse auf den Menschen. Daraus resultiert eine Vielzahl unterschiedlicher Bedingungen, die von der geographischen Breite, der Seehöhe, der Lage zum Meer und den topographischen Gegebenheiten sowie den charakteristischen Gesetzmäßigkeiten der bestimmenden Umweltfaktoren an einem Ort im Jahresverlauf abhängen.

Die Schwierigkeit bei der Beurteilung des Bioklimas liegt darin, dass es bis heute nur zum Teil gelungen ist, die variablen atmosphärischen Bedingungen hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Menschen kausal eindeutig zuzuordnen, weil die individuellen Reaktionen - bedingt durch Konstitution, Adaptationsfähigkeit, Krankheitsbild etc. - eine große Streubreite aufweisen. Es liegt daher nahe, dass die Wissenschaft nach Wegen gesucht hat, die Vielfältigkeit der Einflussfaktoren in ein überschaubares und interpretierbares Schema unterzubringen. In der Medizinmeteorologie hat man dafür den Begriff des bioklimatischen Wirkungskomplexes geprägt.

Im Allgemeinen unterscheidet man vier große Wirkungskomplexe:

- a) luftchemische Wirkungskomplex (Schadstoffe etc.)
- b) photoaktinische Wirkungskomplex (Sonnenstrahlung, UV-Licht, etc.)
- c) thermische Wirkungskomplex (Wärmehaushalt, Schwüle, etc.)
- d) neurotrope Wirkungskomplex (Wetterumschwung, etc.)

In einer im Jahre 2002 fertiggestellten Studie der ZAMG wurde das Bioklima in der Steiermark untersucht. Ziel dieser Studie war es, einen Art bioklimatischen Ratgeber der Steiermark zu erstellen. Wo finde ich auch im Hochsommer eine geringe Wärmebelastung vor? Ab welcher Höhe führt der Wind zu einem deutlich kälteren Wärmeempfinden? Wo finden wetterfühlige Personen günstigere Bedingungen, wo weniger günstige Bedingungen vor?

Dabei waren unter anderem die Beobachtungen der meteorologischen Station Irdning/Gumpenstein maßgeblich beteiligt.

Die Einflüsse von Temperatur, Wind und Luftdruck auf unser Wohlempfinden werden im Nachfolgenden näher untersucht.

## Neurotroper Wirkungskomplex

Ein wichtiger Begriff des neurotrophen Wirkungskomplexes ist die Biotropie. Sie ist ein Maß für die Reizstärke des Wetters. Hierzu ist jedoch nicht der Absolutwert einzelner meteorologischer Parameter wichtig, sondern die zeitliche Änderung der Größen. Dabei werden für die Bestimmung der Reizstärke des Wetters 24-stündige Änderungen von Luftdruck und Temperatur herangezogen.

In der *Abbildung 1* ist ein typischer Wetterablauf und dessen Auswirkungen auf unser Wohlbefinden dargestellt (*Abbildung HARLFINGER, 1985*).

Bei fallendem Luftdruck und gleichzeitig steigenden Temperaturen fühlen wir uns unwohl, die Wetterlage ist dann biologisch ungünstig bzw. sehr ungünstig. Regenwetter, Föhn und Wettersturz machen uns zu schaffen. Schönwetter mit Sonnenschein und behaglichen Tempe-

**Autor:** Mag. Hannes RIEDER, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Regionalstelle für die Steiermark, Flughafenstraße 40, A-8073 FELDKIRCHEN BEI GRAZ

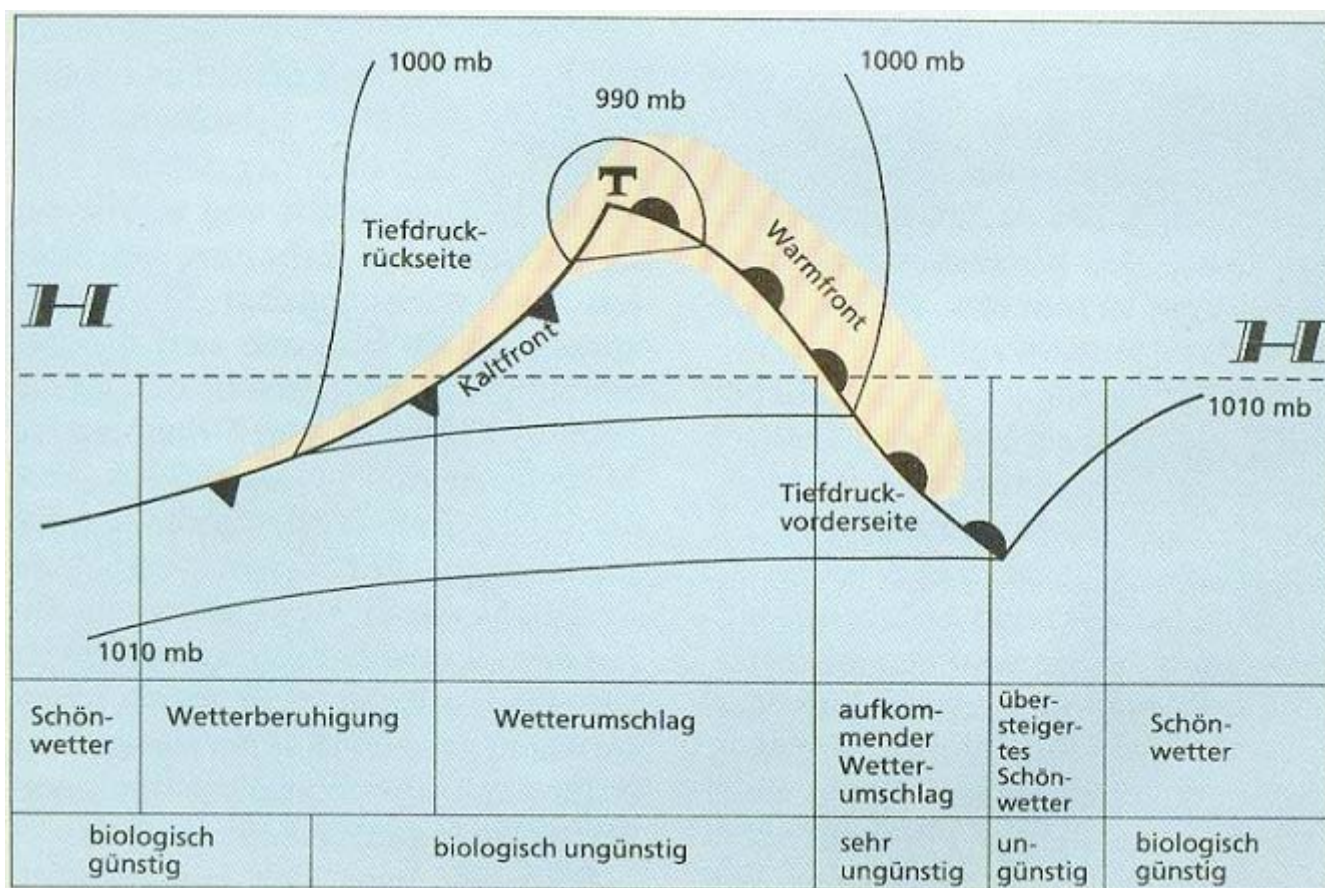


Abbildung 1: Typischer Wetterablauf und dessen Auswirkungen auf unser Wohlbefinden (HARLFINGER, 1985)

raturen sind für wetterfähige Menschen biologisch günstig.

Sieht man sich die Reizstärke des Wetters für Irdning/Gumpenstein im Jahresverlauf an, so fällt auf, dass das Wetter besonders im Winter für wetterfähige Personen Probleme schafft.

Günstigere Bedingungen findet man in den Sommermonaten. In dieser Zeit weisen mehr als zwei Drittel aller Tage eine geringe Biotropie (Reizstärke des Wet-

ters) auf. Das bedeutet, dass in diesen Monaten wetterbedingte Krankheitssymptome seltener zu erwarten sind als in den anderen Jahreszeiten. Das Minimum an günstigen Tagen fällt auf die Wintermonate, vorwiegend auf den Februar. Schwach ausgeprägte sekundäre Minima im Frühsommer und Herbst lassen auf eine Häufung dynamischer Wetterumstellungen schließen (Abbildung 2).

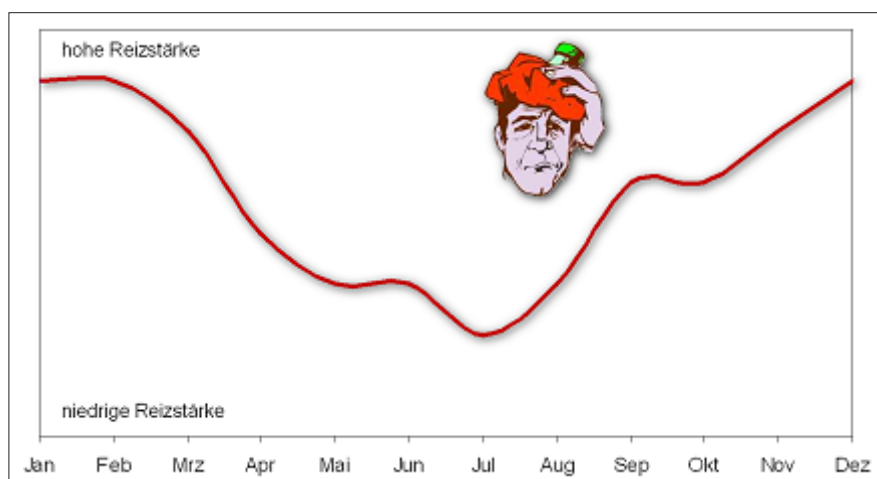


Abbildung 2: Reizstärke des Wetters an der Station Irdning/Gumpenstein

## Thermischer Komplex

Der Mensch als homöothermes Wesen benötigt eine nahezu konstante Körpertemperatur, unabhängig von seiner Stoffwechselleistung und den meteorologischen Verhältnissen. Dazu dient ein raffiniertes und kompliziertes Thermoregulationssystem, das je nach Notwendigkeit die Wärmeproduktion oder die Wärmeabgabe intensiviert. Sind die Regelgrößen überfordert, besteht Lebensgefahr durch Hitzschlag oder Unterkühlung, da nur ein relativ kleiner Temperaturbereich zwischen 36°C und 40°C im Körperinneren toleriert wird.

Solange sich die Prozesse der Wärmebildung und der Wärmeabgabe im thermischen Gleichgewicht befinden, spricht man von Behaglichkeit oder thermischen Komfort. Er wird definiert als ein "Sinneszustand der Zufriedenheit mit der thermischen Umwelt".

Treten jedoch stärkere Veränderungen der Umgebungsbedingungen zu wärmeren oder kälteren Verhältnissen auf, kann es je nach Größe der thermischen Abweichung zu einer Befindensverschlech-

terung kommen, wobei der Einfluss von Adaptation und Akklimatisation modifizierend eingreift. Die Mehrzahl der Bioklimatologen ist sich heute einig, dass die thermisch-hygrischen Bedingungen wohl die größte Bedeutung für das Wohlbefinden des Menschen haben. Daher finden diese Analysen für touristische Zwecke, insbesondere im Bereich des Erholungs- oder Gesundheitsurlaubs zunehmendes Interesse.

In der internationalen Literatur finden sich einige Dutzend Komfort- und Diskomfort-Indices sowie Komplexgrößen, die für eine thermische Bewertung herangezogen werden können. Diese Verfahren berücksichtigen neben der Temperatur nur noch die Luftfeuchte und zum Teil auch die Windgeschwindigkeit. Zum thermischen Wirkungskomplex zählen Größen wie "Schwüle" oder gefühlte Temperatur.

Ein Maß für die "Schwüle" ist die Äquivalenttemperatur. Sie setzt sich aus Lufttemperatur und relativen Feuchte zusammen. Aus ihr können den Jahreszeiten entsprechende thermische Empfindungsstufen abgeleitet werden.

Die Spannweite der Empfindungsstufen reicht von "sehr kühl", "kühl" über "behglich" bis zu der Wärmebelastung, nämlich der "leichten Wärmebelastung", der "mäßigen Wärmebelastung" bis zur "starken Wärmebelastung".

In der *Abbildung 3a-c* sind für Irnding/Gumpenstein die mittlere Anzahl der Tage unterschiedlicher thermischer Empfindungsstufen für die Monate März bis November angeführt. Die Ergebnisse sind zudem für 07 Uhr, 14 Uhr und 19 Uhr aufgeschlüsselt.

Aus den Mittelwerten und Häufigkeitsverteilungen der thermischen Empfindungsstufen ist zu erkennen, dass mit Ausnahme des Hochsommers die kühlen Bedingungen überwiegen. Im Vergleich zur Südsteiermark treten im Ennstal im Sommer kaum oder nur wenige Tage mit mäßiger oder starker Wärmebelastung auf. Im Winter sind aber deutlich mehr kühle oder sehr kühle Tage zu verzeichnen.

Neben der Äquivalenttemperatur ist die Wind-Chill-Temperatur (manchmal als "gefühlte Temperatur" bezeichnet) ein brauchbares Maß für das thermische

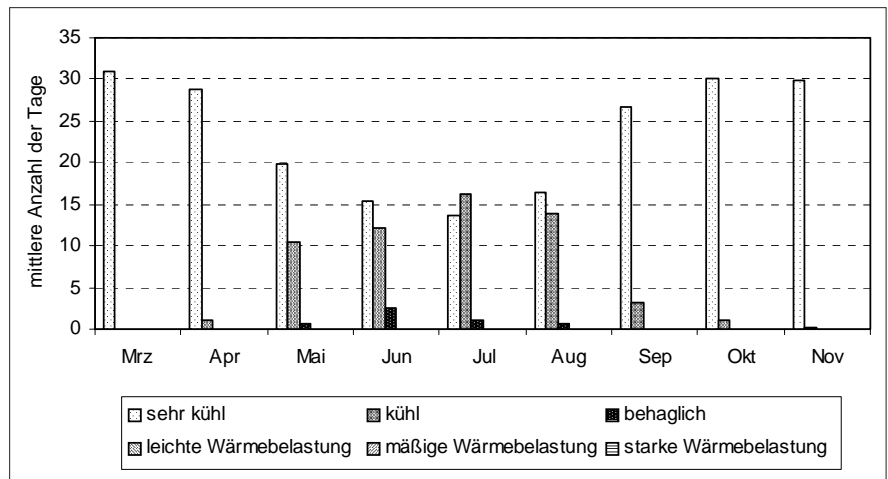


Abbildung 3a: Mittlere Anzahl der Tage mit unterschiedlichen thermischen Empfindungsstufen für die Station Irnding/Gumpenstein, 7 Uhr

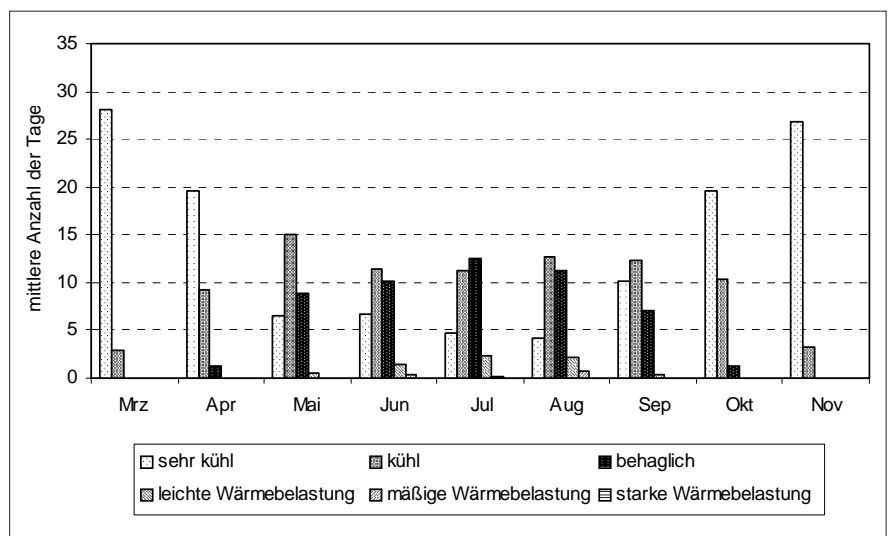


Abbildung 3b: Mittlere Anzahl der Tage mit unterschiedlichen thermischen Empfindungsstufen für die Station Irnding/Gumpenstein, 14 Uhr

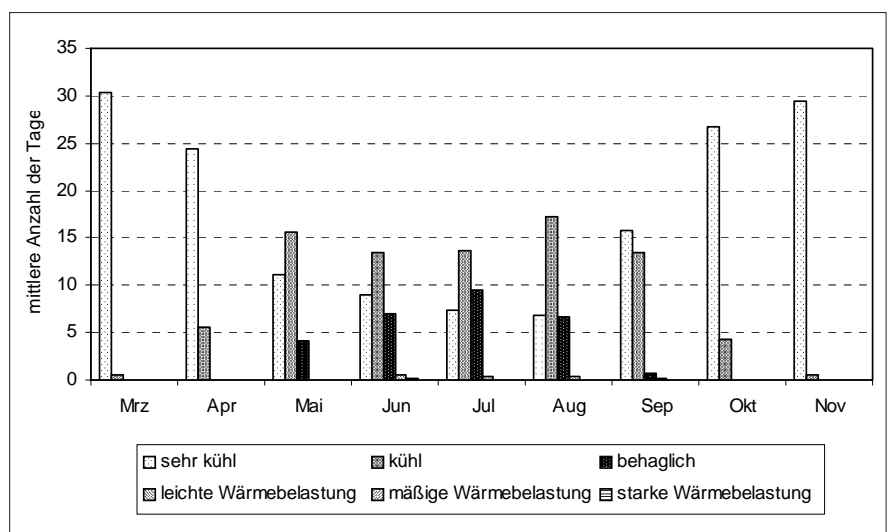


Abbildung 3c: Mittlere Anzahl der Tage mit unterschiedlichen thermischen Empfindungsstufen für die Station Irnding/Gumpenstein, 19 Uhr



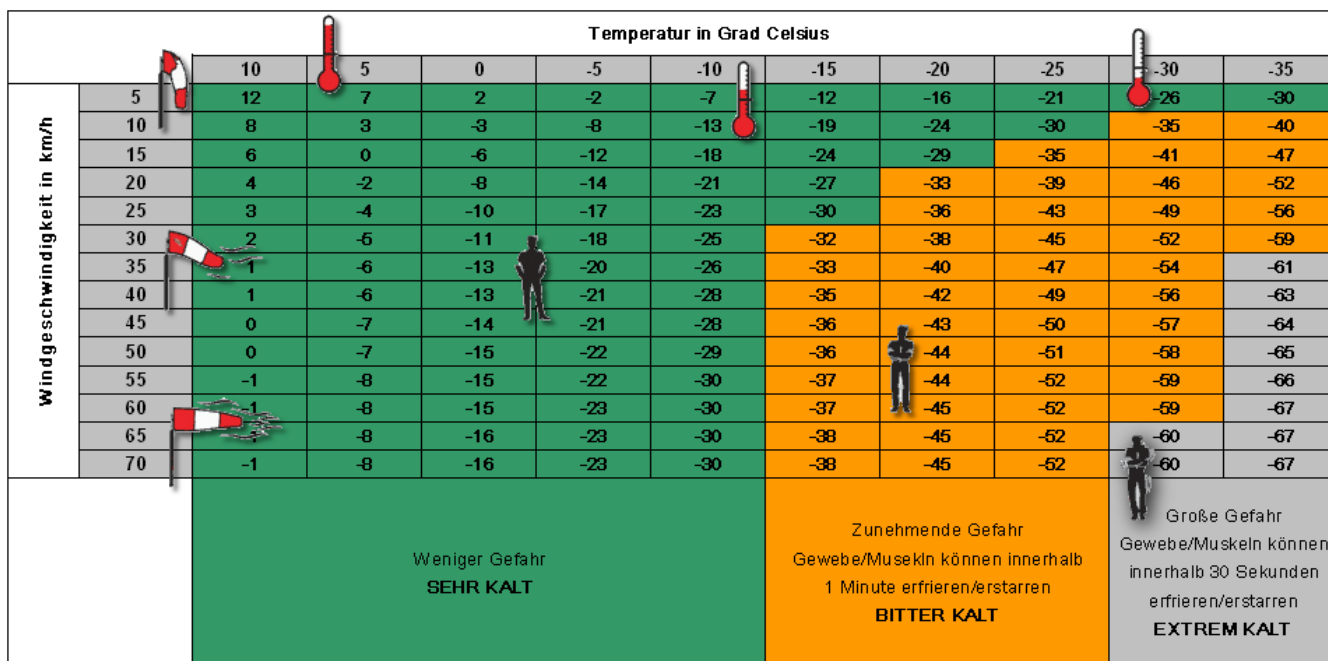


Abbildung 4: Die „abkühlende“ Wirkung des Windes und die steigende Gefahr von Erfrierungen/Erstarrungen ungeschützter Gliedmaßen/Gewebe.

Empfinden. Jeder hat dies schon auf "eigener Haut" gespürt. Ist man z. B. beim Schifahren im Hochgebirge stärkerem Wind ausgeliefert, so fühlt sich die Temperatur auf der Haut deutlich kälter an als bei windschwachen Verhältnissen.

Wind-Chill Indizes werden seit Jahrzehnten im angelsächsischen Sprachraum verwendet und sind dort regelmäßiger Bestandteil der Wettervorhersage. Sie dienen speziell in den Wintermonaten als Maß für den Wärmeverlust beim Menschen und dem daraus resultierenden Wärmeempfinden. Auch als Hilfestellung für die richtige Bekleidungswahl sind solche Angaben gedacht. Die Berechnung basiert in erster Linie auf einer Kombination aus Temperatur und Windgeschwindigkeit und mitunter werden auch die Luftfeuchtigkeit und Strahlungseffekte in das Verfahren miteinbezogen.

Die Schwierigkeit liegt dabei, dass auch mit dem Einbinden von möglichst vielen Variablen, die den Wärmehaushalt des Menschen bestimmen, nicht eine in gleicher Weise physiologisch verbesserte Aussagekraft resultiert. Zum einen, weil die räumliche und zeitliche Variabilität der meteorologischen Parameter so groß ist, dass nur eine integrale Betrachtungsweise zielführend sein kann, zum anderen finden wir große individuelle Unterschiede in der subjektiven

Tabelle 1: Wind-Chill-Temperatur (°C), Wärmeverlust (W/m²) und thermische Empfindung.

Wind-Chill-Temperatur (°C)	Wärmeverlust (W/m²)	Thermische Empfindung
< - 15	< 1450	bitter kalt
- 15 bis - 10	1450 - 1250	sehr kalt
- 10 bis - 5	1250 - 1100	kalt
- 5 bis 0	1100 - 950	ziemlich kalt
0 bis 5	950 - 825	sehr kühl
5 bis 10	825 - 700	kühl
> 10	< 700	ziemlich kühl

Empfindung. Letztlich wird die thermische Empfindung schon dadurch wesentlich beeinflusst, ob das Gesicht der Sonne zugewendet wird oder nicht und ob der Wind von vorne oder von hinten bläst, um nur einen Aspekt zu erwähnen.

In der *Abbildung 4* ist die "abkühlende" Wirkung des Windes skizziert. Zudem ist die steigende Gefahr von Erfrierungen/Erstarrungen ungeschützter Gliedmaßen/Gewebe angegeben.

Auch hier ist es möglich, die Wind-Chill-Temperatur über den Wärmeverlust direkt in ein thermisches Empfinden umzurechnen. Voraussetzung ist jedoch, dass der Mensch mit Ausnahme des Gesichtes entsprechend bekleidet ist und eine leichte körperliche Tätigkeit ausübt (z.B. Gehen). In der *Tabelle 1* sind die Zusammenhänge zwischen Wind-Chill-Temperatur, Wärmeverlust und thermische Empfindung angegeben.

Für die Station Irnding/Gumpenstein wurden Daten aus den Wintermonaten Dezember, Jänner und Februar ausgewertet. In der *Tabelle 2* ist die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen thermischen Empfindungsstufen zum Frühmittags- und Abendtermin angegeben.

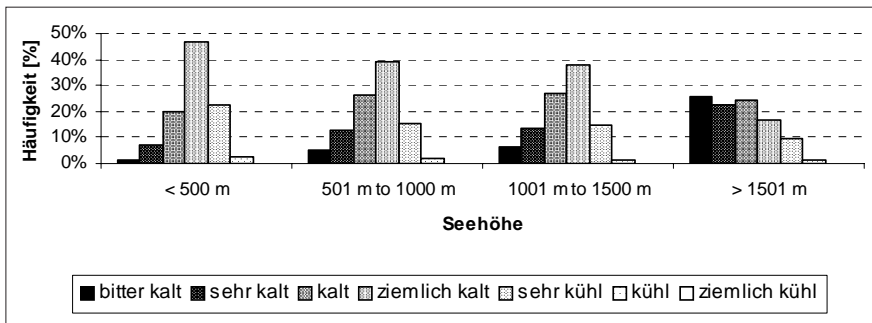
Erfahrungsgemäß treten zum Früh- und Abendtermin die kältesten Stufen wie "bitter kalt", "sehr kalt" und "kalt" auf. Mit der Sonneneinstrahlung verschwinden die kalten Bedingungen zu Mittag (14 Uhr), die kühlen überwiegen dann.

Da die Temperatur mit der Höhe im Allgemeinen ab- die Windgeschwindigkeit zunimmt, ist mit einer Zunahme des Wärmeverlustes mit der Höhe zu rechnen. Die *Abbildung 5a-c* verdeutlicht dies.

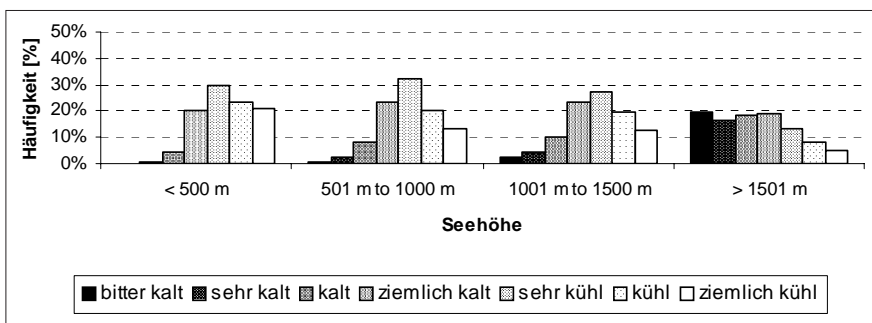
Die Ergebnisse nach Terminen und Höhenstufen differenziert, zeigt eine grundsätzlich unterschiedliche Verteilung zwischen der Stufe über 1500 m und den

**Tabelle 2: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen thermischen Empfindungsstufen zum Früh-, Mittags- und Abendtermin.**

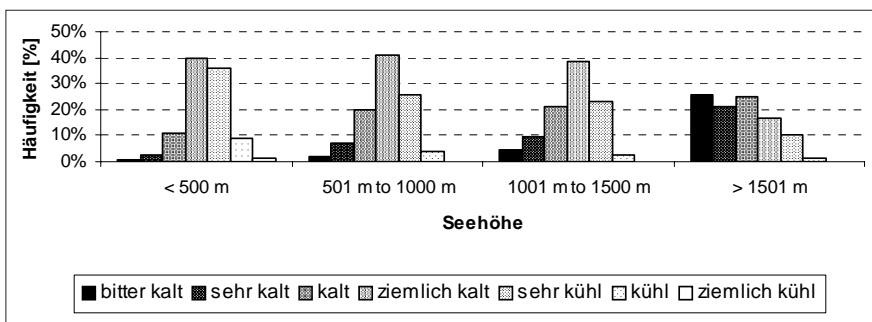
Zeit	bitter kalt	sehr kalt	kalt	ziemlich kalt	sehr kühl	kühl	ziemlich kühl
7 Uhr	4%	14%	27%	38%	15%	1%	0%
14 Uhr	0%	1%	7%	23%	37%	21%	11%
19 Uhr	1%	6%	19%	46%	26%	3%	0%



**Abbildung 5a: Häufigkeitsverteilung verschiedener thermischer Empfindungsstufen und Seehöhen zum 7 Uhr Termin**



**Abbildung 5b: Häufigkeitsverteilung verschiedener thermischer Empfindungsstufen und Seehöhen zum 14 Uhr Termin**



**Abbildung 5c: Häufigkeitsverteilung verschiedener thermischer Empfindungsstufen und Seehöhen zum 19 Uhr Termin**

tiefere Lagen und zwischen dem Mittagstermin und dem Früh- und Abendtermin.

Während bis 1500 m zum Früh- und Abendtermin im Ennstal die Klasse "ziemlich kalt" mit etwa 40 % deutlich dominiert, verschiebt sich beim Feuerkogel das Maximum zur kalten Seite und erreicht in der Klasse "bitter kalt" 25 %.

Darüber hinaus ist noch bemerkenswert, dass zum 14 Uhr Termin in den tieferen Lagen die Verschiebung in der Häufigkeitsverteilung zur wärmeren Seite deutlich nachweisbar ist, indem hier die Klasse "sehr kühl" überwiegt, während die Station Feuerkogel wohl 6 % weniger "bitter kalte" Verhältnisse aufweist, aber dennoch neben der Klasse "ziemlich kalt" als häufigste hervortritt. Die Ursache liegt darin, dass in den freien Berglagen sowohl der Tagessgang der Temperatur als auch der der Windgeschwindigkeit weniger stark ausgeprägt ist als in den Niederungen.

Als Resümee kann man den Schluss ziehen, dass die Klassen "kühl" und "ziemlich kühl" zum 14 Uhr Termin in den tiefsten Lagen beachtliche 45 % aufweisen. Zwischen 500 m und 1500 m bleibt dieser Anteil mit rund 32 % nahezu konstant, bevor er mit zunehmender Seehöhe rasch an Bedeutung verliert.

Entsprechend umgekehrt verhält es sich mit den Klassen "bitter kalt" und "sehr kalt", die als mäßiger bis starker Kältestress verstanden werden können und durch einen Wärmeverlust von mehr als 1250 W/m<sup>2</sup> definiert sind. Solche Verhältnisse treten bis 1500 m Höhe lediglich bis zu 7 % auf, während in den freien Hochgebirgslagen im Winter der Anteil auf mindestens 35 % steigt.

