© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

| Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark | Band 105 | S. 115—125 | Graz 1975 |

Die Schwüle in der Steiermark

Von Herwig Wakonigg

Mit 2 Abbildungen und 6 Tabellen (im Text)
Eingelangt am 2. Oktober 1974

Inhalt:

1. Das Schwüleempfinden
2. Die meteorologische Definition der Schwüle
3. Schwüle und Witterung
4. Das Beobachtungsmaterial
5. Schwülehäufigkeit und Wetterlage
6. Die jahreszeitliche Verteilung der Schwülehäufigkeit
7. Die geographische Verbreitung der Schwülehäufigkeit
8. Maximalwerte
9. Schwüle und Gewitter
10. Literatur

1. Das Schwüleempfinden

Schwüle ist ein subjektives Empfinden, das mit der Wärmeregulierung des menschlichen Körpers zusammenhängt. Ausschlaggebend ist dabei die Störung des erforderlichen Wärmeentzugs, den der Körper neben der Wärmeaufnahme von außen oder innen (Stoffwechsel) zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes seines Wärmehaushaltes benötigt. Die Entwärmung des menschlichen Körpers erfolgt einerseits als „trockene" Wärmeabgabe durch Abstrahlung oder Wärmeleitung. Diese kann durch zu hohe Umgebungstemperaturen stark behindert werden, wobei sich der Körper zunehmend auf die „feuchte" Wärmeabgabe durch Verdunstung an Hautoberfläche (Schweiß) und an den Atemwegen umstellt. Die Wirkung der feuchten Wärmeabgabe ist wesentlich vom Wasserdampfgefälle von der Haut zur Umgebungsluft abhängig und wird ihrerseits durch zu hohe Luftfeuchtigkeit behindert. Die solcherart zu geringe Entwärmung des Körpers führt schließlich zum Schwüleempfinden, das demnach nur beim Zusammentreffen von hoher Luftwärme und -feuchtigkeit auftritt.

Die physischen und psychischen Folgen der Schwüle sind u. a. ein Nachlassen der körperlichen und geistigen Leistungs- und Reaktionsfähigkeit, wobei besonders Herz- und Kreislaufkranke oder ältere Menschen betroffen werden. Dadurch wird die Schwüle schließlich nicht nur zu einem medizinisch-therapeutischen Problem, sondern auch zu einem Faktor, der das Freizeitverhalten des Menschen bei der Wahl des Urlaubsortes im Sinne einer Bevorzugung von reizarmen Klimabereichen (geringere Schwüle) beeinflussen kann und wird. In diesem Sinne ist die Kenntnis einer Maßzahl für die „Schwüleanfälligkeit" bestimmter Landschaften wünschenswert.

2. Die meteorologische Definition der Schwüle

Da das Schwüleempfinden in den meteorologischen Zuständen unserer Umgebung begründet ist, muß sich eine allgemein anwendbare Schwüledefinition

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

auf die Festlegung von Schwellenwerten bestimmter meteorologischer Elemente, besonders bezüglich Lufttemperatur und -feuchtigkeit gründen. Die einfachste Schwüledefinition stammt von SCHARLAU 1943, der aufgrund eingehender Untersuchungen besonders in den Tropen zeigen konnte, daß die bei zunehmend höheren Temperaturen zur Hervorrufung des Schwüleempfindens immer geringer werdenden nötigen Werte der relativen Luftfeuchtigkeit offensichtlich einem weitgehend konstanten Wert der absoluten Luftfeuchtigkeit folgen, den er mit 14,08 mm Quecksilbersäule für den Dampfdruck festlegte. Die folgende Tabelle gibt an, welche Kombinationen von Lufttemperatur und relativer Feuchte bei einem Dampfdruck von 14,1 mm möglich sind:

Tab. 1: Lufttemperatur und relative Feuchte bei konstantem Dampfdruck von 14,1 mm. (Temperatur in ° C, relative Feuchte in %):

Temperatur	16,5	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
relative Feuchte	100	91	80	71	63	56	50	44	40	35	32	28

Nach SCHARLAU werden Werte unter 14,1 mm als „behaglich", solche darüber als schwül empfunden. Entsprechend tritt auch Schwüle ein, wenn wenigstens ein Wert der in der Tabelle angeführten Wertpaare den dort angegebenen Grenzwert überschreitet. Diese Tabelle zeigt so recht, wie groß die Spanne der unterschiedlichsten Witterungen ist, bei denen Schwüle auftreten kann. So wäre ein Regentag in den Niederungen bei 20 ° und 85 % RF gleichermaßen schwül wie ein heißer Sommertag bei Schönwetter und kaum auffallend hoher relativer Feuchte.

3. Schwüle und Witterung

Gegen die recht einseitige Schwüledefinition SCHARLAUS wurden vor allem von DAMMANN 1964 recht erhebliche Bedenken erhoben, der die Definition mit dem Dampfdruck allein als zu gering erachtet. Er konnte zeigen, daß es auf ein Zusammenwirken mehrerer Witterungselemente ankommt, wobei folgende Bedingungen erfüllt sein sollen: hohe atmosphärische Gegenstrahlung, d. h. eine starke langwellige Wärmestrahlung der Atmosphäre, die direkt von der Temperatur und dem Feuchtegehalt der Luft abhängig ist, eine starke Globalstrahlung (Gesamtstrahlung), geringe Windgeschwindigkeit, übernormal hohe Luftfeuchtigkeit (im Sinne der Tabelle 1) sowie eine stabile Schichtung der Atmosphäre.

Gerade die letzte Bedingung ist für das Auftreten der Schwüle und die geographische Verbreitung der Schwülehäufigkeit ausschlaggebend. Die absolute Luftfeuchtigkeit, die ja direkt und entscheidend von der Lufttemperatur selbst abhängig ist, unterliegt nämlich in den Niederungen im Sommerhalbjahr einem charakteristischen Tagesgang, der sich aus dem Zusammenwirken von Erwärmung, Verdunstung und thermischer Konvektion ergibt. Beim „normalen" sommerlichen Tagesgang der absoluten Luftfeuchte fällt das Minimum analog zur Temperatur in die frühen Morgenstunden. Mit zunehmender Tageserwärmung am Vormittag erhöht sich auch das Sättigungsdefizit und davon abhängig auch die Verdunstung, wodurch die absolute Luftfeuchte zunimmt. Bei Einsetzen der thermischen Konvektion nach genügend langer Einstrahlung kommt es gerade während der wärmsten Tagesstunden zu einem Rückgang des Dampfgehaltes, da der Vertikalaustausch ein Absinken trockener Luftmassen gewährleistet. Erst nach Erlöschen der Konvektion und Isolierung des bodennahen Luftkörpers kommt es am späten Nachmittag bei noch relativ hohem Sättigungsdefizit und entsprechend starker Verdunstung zu einer neuerlichen Zunahme des Dampfdrucks, der schließlich in den Abendstunden das Hauptmaximum erreicht.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Beginnende Taubildung zeigt dann den Rückgang bis zum morgendlichen Minimum an. Diese Doppelwelle im Tagesgang mit einem sekundären Minimum während der wärmsten Tagesstunden widerspricht offensichtlich dem Empfinden, daß die Schwüle mit der Tageserwärmung zunimmt (DAMMANN 1964:103).

Bei stabiler Luftschichtung kann sich die thermische Konvektion auch bei starker Einstrahlung während der Tagesstunden nicht mehr durchsetzen, wodurch sich ein einfacher Tagesgang des Dampfdrucks mit dem Hauptmaximum während der wärmsten Tagesstunden einstellen kann. Diese Form des Tagesgangs ist offenbar gerade an schwülen Tagen vorherrschend (DAMMANN 1964: 103) und letzten Endes an ganz bestimmte Wetterlagen bzw. Luftmassen gebunden. Dabei zeigt sich, daß kontinentale Tropikluft neben der maritimen diese Bedingungen am ehesten erfüllt. Die Witterung an einem schwülen Tag unter dem Einfluß stabiler Tropkluft zeichnet sich durch starke Trübung der Atmosphäre (Dunst), Fehlen der typischen Konvektionsbewölkung (Schönwettercumuli) und geringe Windwirkung während der Tagesstunden aus. Dabei ist häufig ein Zusammenwirken der vorhin genannten, für die Schwüle verantwortlichen Faktoren, gegeben, die ja als charakteristische Eigenheiten bestimmter Luftmassen gelten können.

4. Das Beobachtungsmaterial

Dieses Zusammenwirken der ausschlaggebenden Witterungselemente einerseits sowie die Schwierigkeit der Datenbeschaffung und -verarbeitung einer zu weit gestreuten Zahl von meteorologischen Elementen andererseits läßt es zielführender erscheinen, für eine flächenhafte, auf längere Jahresreihen fußende Untersuchung der Schwülehäufigkeit nur ein charakteristisches Merkmal heranzuziehen. Die Wahl fiel dabei sinngemäß auf den Schwülegrenzwert von 14,1 mm Dampfdruck.

Als Beobachtungszeitraum wurde möglichst die Periode von 1951 bis 1970 herangezogen. Ähnlich wie bei der statistischen Bearbeitung der „Sommertage" (Temperaturmaximum über 25 °) wird ein Tag dann als „schwüler Tag" bezeichnet, wenn der Dampfdruck an wenigstens einem der drei Beobachtungstermine (7, 14, 21 Uhr) den Grenzwert von 14 mm erreicht oder überschreitet. Zur Auszählung der schwülen Tage wurden die in der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien aufliegenden Original-Klimabögen der einzelnen Beobachtungsstationen verwendet.

Bei der Verarbeitung des Beobachtungsmaterials ergaben sich allerdings beträchtliche Schwierigkeiten. Einerseits wird der Dampfdruck nur etwa an der Hälfte der rund 50 im Bereich der Steiermark und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft in Betrieb befindlichen Beobachtungsstationen errechnet, andererseits ist das Beobachtungsmaterial z. T. so fehlerhaft, daß es häufig über mehrere Jahre als unbrauchbar angesehen werden muß. Diese Fehler entstehen einerseits durch unterschiedliche Berechnung aus Hygrograph (Hygrometer) oder Aspirationspsychrometer, andererseits durch Fehler an den Instrumenten selbst oder unsachgemäße Bedienung und Beobachtung.

Schon eine Abweichung des Hygrographen um 5 % Luftfeuchtigkeit vom wahren Wert läßt einen Vergleich der solcherart errechneten Dampfdruckwerte mit Nachbarstationen als sinnlos erscheinen, daneben wurden häufig durch falsches (zu kurzes) Aspirieren mit dem an sich recht verläßlichen Psychrometer viel zu hohe und z. T. völlig unsinnige Dampfdruckwerte ermittelt.

Nach Ausscheidung aller fraglichen und falschen Beobachtungsreihen war das verläßliche Beobachtungsmaterial auf ein Rudiment kurzer und kürzester Reihen zusammengeschrumpft, so daß einigermaßen vertretbare Ergebnisse

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

nur nach sorgfältiger und langwieriger Reduktion auf den einheitlichen Zeitraum von 20 Jahren zu erzielen waren. Alle Aussagen über die Schwüle in der Steiermark sind daher unter gewissen Vorbehalten zu sehen und haben keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit.

Insgesamt konnten nur 24 Stationen Verwendung finden (einschließlich Wien und einiger Stationen anderer Bundesländer in unmittelbarer Nachbarschaft):

Tab. 2: Zahl der verwendeten Stationen und Zahl der brauchbaren Beobachtungsjahre innerhalb des Zeitraums von 1951—1970:

Beobachtungsjahre	20	19	18	16	15	14	13	10	9	8	Σ
Stationen	8	1	2	1	1	3	2	3	2	1	24

5. Schwülehäufigkeit und Wetterlage

Die klare Zuordnung schwüler Witterung zu bestimmten Luftmassen läßt auch eine Bindung der schwülen Tage an bestimmte, mit den entsprechenden Luftmassen in Beziehung stehende Wetterlagen erwarten. Für den Zeitraum von 1948 bis 1963 wurde die Wahrscheinlichkeit des Auftretens schwüler Tage bei den Ostalpinen Wetterlagen in den Sommermonaten für die Station Graz-Universität (369 m) berechnet (Wakonigg 1970:II). Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 wiedergegeben.

Tab. 3: Wahrscheinlichkeit des Auftretens schwüler Tage und Durchschnittstemperaturen bei den Ostalpinen Wetterlagen in Graz-Universität (369 m) im Sommer (Juni bis August) des Zeitraums 1948—1963:

Wetterlage	Symbol	Tage pro Sommer	schwüle Tage	Temperaturmittel
Hoch über Finnland (Nordostströmung)	HF	1,9	3 %	18,0 °
Nordwestströmung	NW	6,6	7 %	16,1 °
Nordströmung	N	2,5	8 %	16,4 °
Tief auf der Zugstraße Adria-Polen (Vb-Lage)	Vb	1,3	10 %	14,8 °
Tief im Süden (der Alpen)	TS	2,7	16 %	16,6 °
Tief über dem Kontinent (Mitteleuropa)	TK	9,0	16 %	17,8 °
Zwischenhoch, schwacher Hochdruck	h	12,1	18 %	17,7 °
Hochdruck	H	15,4	22 %	19,6 °
Westströmung	W	13,2	22 %	18,5 °
Hoch im Osten	HE	1,5	25 %	20,3 °
Tief im Südwesten und über dem westl. Mittelmeer	TSW+TwM	1,7	30 %	18,9 °
meridionale Tiefdruckrinne	TR	7,9	34 %	19,4 °
zonale Hochdruckbrücke	Hz	4,6	40 %	20,3 °
Tief über den Britischen Inseln	TB	8,3	42 %	20,5 °
Süd- und Südwestströmung	S+SW	1,3	55 %	20,3 °
ganzer Sommer		(92)	23 %	18,6 °

Es zeigt sich sofort, daß die Wetterlagen mit Zufuhr von Polarluft (HF, NW, N) dem Grazer Raum praktisch schwülefreie Witterung bescheren, wenn man von einigen Übergangstagen absieht, die schließlich die geringen Prozentsätze bedingen. Die Polarluft des Rückseitenwetters dieser Wetterlagen zeichnet

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

sich ja durch ausgesprochen niedrige Dampfdruckwerte sowie hohe thermische Labilität, die eine gute Vertikaldurchmischung gewährleistet, aus. Im Grazer Raum herrscht dabei keineswegs Schlechtwetter vor; durch die Lage im Lee der Ostalpen kommt es häufig zu föhnigen Aufheiterungen und besonders starker Durchmischung.

Die nächsten drei Wetterlagen (Vb, TS, TK) sind für den Grazer Raum wie für die gesamte Steiermark ausgesprochene Schlechtwetterlagen. Obwohl sie nur 14 % aller Sommertage beherrschen, bringen sie 22 % der Niederschläge zustande, durchschnittlich sind zwei Drittel aller Tage Niederschlagstage, die Bewölkung ist stark überdurchschnittlich. Wie schon aus den Temperaturen hervorgeht, ist auch bei diesen Wetterlagen die Polarluft der entscheidende Faktor, weshalb schwüle Tage nur als Übergangstage von vorangegangenen warmen Wetterlagen denkbar sind.

Auch beim Zwischenhoch (h), das sich meist im Gefolge von Kaltlufteinbrüchen bildet, ist Schwüle relativ selten. Sie tritt vor allem an Tagen mit „schwachem Hochdruck" oder flacher Druckverteilung auf, wenn auch wärmere Luftmassen am Wettergeschehen beteiligt sein können.

Hochdruckwetter (H) bedeutet im allgemeinen warmes Schönwetter, doch ist die Luft meist relativ trocken, wodurch nur etwa jeder fünfte Tag als schwül gelten kann. Die Witterung bei Hochdruck ist aber besonders bezüglich Temperatur und Dampfdruck recht unterschiedlich, da aus der Druckangabe allein über die Art der beteiligten Luftmasse nichts ausgesagt wird.

Auch bei der Weströmung sind ursprünglich unterschiedlichste Luftmassen beteiligt, denen nur der Weg über den Atlantik, d. h. eine Umwandlung in Luftmassen mit maritimem Charakter gemeinsam ist. Aus der Häufigkeit der Beteiligung tropischer Luftmassen ergibt sich schließlich die Häufigkeit der schwülen Tage. Im Durchschnitt ist die Temperatur niedriger, die relative Feuchte aber entsprechend höher als bei Hochdruckwetter.

Das Hoch im Osten bewirkt im Sommer sehr heißes und trockenes Wetter, häufig unter aktiver Beteiligung kontinentaler Tropikluft, weshalb die Schwülebereitschaft von 25 % relativ gering erscheint. Allerdings sind bei dieser Wetterlage Gegenstrahlung und Stabilität besonders entwickelt, weshalb sie doch zu den schwülen Wetterlagen gerechnet werden muß. Durch ihr seltenes Auftreten ist sie aber für die Sommerwitterung nur von geringer Bedeutung.

Die folgenden Wetterlagen (TSW bis TB) zeichnen sich durchwegs durch vorwiegend vorderseitige Witterung bei Advektion von Tropikluft aus, TB und TR sind zudem noch die gewitterreichsten Lagen. Bei beiden Wetterlagen ist aber nur die präfrontale Witterungskomponente als schwül zu werten, die schließlich bei der Süd- und Südweströmung fast allein wirksam wird und diese zur schwülsten Wetterlage des Sommers stempelt. Gerade südwestliche Strömungen erfüllen am besten die Bedingungen für Schwüle, geringe Niederschlagsbereitschaft, hohe Wärme und geringe Bewölkung lassen auf recht stabile Luftschichtung schließen. Ungestörte Advektion von Warmluftmassen aus Südwesten über mehrere Tage ist aber im Sommer nur ausnahmsweise gewährleistet.

6. Die jahreszeitliche Verteilung der Schwülehäufigkeit

Das Maximum der Schwülehäufigkeit fällt im Jahresgang erwartungsgemäß mit dem Temperaturmaximum zusammen, weshalb sich der weitaus überwiegende Teil der schwülen Tage auf die Sommermonate konzentriert. Dazu zwei Beispiele von Graz-Universität und Bad Gleichenberg:

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 4: Verteilung der Zahl der schwülen Tage auf die einzelnen Monate (1951—1970):

Graz-Universität (369 m)	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Jahr
Durchschnitt 1951—1970	0,5	5,5	9,8	8,9	2,0	—	26,6
Standardabweichung	0,8	3,5	4,3	4,7	2,1	—	9,0
Maximum	2	11	15	17	6	—	48
Minimum	0	0	4	1	0	—	14
Bad Gleichenberg (292 m)	**Mai**	**Juni**	**Juli**	**Aug.**	**Sept.**	**Okt.**	**Jahr**
Durchschnitt 1951—1970	1,2	8,7	14,3	11,8	5,1	0,4	41,3
Standardabweichung	1,5	4,4	5,4	4,4	3,9	1,0	9,7
Maximum	5	17	24	20	13	4	57
Minimum	0	1	5	6	0	0	17

Wesentlich ist hier weniger die Verteilung selbst, als vielmehr die starke Streuung in den einzelnen Monaten. So können im steirischen Vorland auch die Hochsommermonate fast schwülefrei sein, in anderen Jahren kann aber an drei Vierteln aller Tage eines Monats die Schwülegrenze überschritten werden. Da schwüle Witterung im wesentlichen von der herrschenden Luftmasse und weniger von kurzfristigen Wetteränderungen abhängt, sind schwüle Tage häufig an ausgesprochene Witterungsperioden mit relativ langer Andauer gebunden. Im Extremfall kommen dabei Schwüleperioden von 14 Tagen bis 3 Wochen vor. Bei der Verteilung der Zahl der schwülen Tage auf die einzelnen Sommermonate spielt also weniger die periodische Änderung mit dem Maximum im Hochsommer eine Rolle, als vielmehr die aperiodische Änderung je nach der Herrschaft von Großwetterlage und Luftmasse. So gab es z. B. in Bad Gleichenberg im Jahre 1952 im Juli nur 9, im August jedoch 20 schwüle Tage, ein Jahr darauf waren es im Juli 20, im August dagegen nur 6.

7. Die geographische Verbreitung der Schwülehäufigkeit

Die durchschnittlichen Zahlen der schwülen Tage pro Jahr werden für die verwendeten, nach ihrer Seehöhe gereihten Stationen in der Tabelle 5 angegeben. (Die Berechnung auf Zehntel erfolgt nur bei einigermaßen homogenen Reihen).

Im ersten Überblick zeigt die Tabelle eine klare Abhängigkeit der Häufigkeit schwüler Tage von der Seehöhe im Sinne einer deutlichen Abnahme nach oben, doch gibt es dabei Inhomogenitäten, d. h. eine lineare Abnahme ist bei bloßer Reihung der Stationen nach der Höhe nicht feststellbar. Das zeigt sich z. B. beim Vergleich der gleich hoch liegenden Orte Weiz und Bruck bzw. der verschieden hoch gelegenen Stationspaare Friesach—Mürzzuschlag mit Mönichkirchen—Semmering bei gleicher Schwülehäufigkeit. Hier spielt offenbar die Landschaftsgestaltung eine ganz wesentliche Rolle. Wenn man die Zahl der schwülen Tage und die Seehöhe in ein Koordinatendiagramm überträgt (Abb. 1), dann werden diese Unterschiede deutlich. Die Stationen lassen sich dabei wenigstens in drei Gruppen einigermaßen zusammenfassen: Die Stationen im südöstlichen Vorland (Grazer Bucht) dürften die schwülereichsten von ganz Österreich sein, was besonders ein Vergleich mit dem wesentlich tiefer gelegenen und wärmeren Wien zeigt. Die Häufigkeit der schwülen Tage nimmt dabei einigermaßen regelmäßig und auch besonders rasch mit zunehmender Seehöhe ab. Die Ursache der gegenüber dem Donauraum wesentlich häufigeren Schwüle ist in der durch höhere Niederschläge und größere Waldbedeckung bedingten stärkeren Verdunstung sowie allgemein geringeren Windwirkung zu suchen.

Demgegenüber zeigen die Stationen in den obersteirischen Talbecken eine ausgesprochen geringe Neigung zu Schwüle, die mit der größeren Seehöhe und

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Tab. 5: Zahl der schwülen Tage pro Jahr und mittlerer maximaler Dampfdruck (e max.) im Zeitraum von 1951 bis 1970 (* = reduziert):

Station	Seehöhe m	schwüle Tage	Standardabweichung	e max.
1. Wien	203	19,4	7,3	17,0
2. Leibnitz*	275	34	—	18,3
3. Bad Gleichenberg	292	41,3	9,7	18,9
4. Thalerhof	342	29,2	9,9	18,2
5. Graz-Univ.	369	26,6	9,0	18,1
6. Gleisdorf*	380	28	—	18,3
7. Deutschlandsberg*	380	32	—	19,1
8. Lobming*	400	24	—	17,3
9. Weiz	480	21,0	9,8	17,5
10. Bruck*	485	15	—	16,8
11. Friesach*	636	6	—	15,7
12. Mürzzuschlag*	660	4	—	15,6
13. Zeltweg*	677	6	—	16,3
14. Mautern*	695	4	—	15,3
15. Irdning*	710	2	—	14,4
16. Oberwölz	830	2,3	2,1	14,9
17. Mariazell*	865	2	—	14,5
18. Neumarkt*	878	3	—	14,8
19. Mönichkirchen*	955	4	—	15,4
20. Semmering*	985	6	—	16,2
21. Präbichl	1227	1,3	1,5	14,5
22. Stolzalpe*	1305	2,6	1,9	15,9
23. Schöckl	1432	2,1	2,4	14,6
24. Feuerkogel	1598	1,1	1,3	14,3

geringeren Temperatur allein nicht zu erklären ist, da in gleicher Höhe im Vorland wesentlich häufiger schwüle Tage zu erwarten sind. Die Zahl der Sommertage verhält sich demgegenüber gerade umgekehrt: so sind in den obersteirischen Talbecken in rund 650 m Höhe noch 33 Sommertage, aber nur 5 bis 6 schwüle Tage zu erwarten, im Vorland (Hanglage) aber nur 24 Sommertage gegenüber ca. 16 schwülen Tagen.

Die Ursache für die größere Schwülearmut der obersteirischen Talbecken ist in den durch die größeren Reliefunterschiede bedingten stärkeren Lokalwinden (Hangaufwind) zu suchen, die offensichtlich auch bei stabilen Wetterlagen einen genügenden vertikalen Austausch gewährleisten und den Dampfdruck tagsüber niedrig halten.

Schließlich zeigen Berg- und Hangstationen sinngemäß wieder relativ hohe Werte, da ja gerade die tagsüber wirksamen Lokalwinde und Konvektionsströmungen zu einer Feuchteanreicherung im Bergland führen, wodurch sich dort auch im Sommer der einfache Tagesgang des Dampfdrucks mit einem Maximum während der wärmsten Tagesstunden einstellt.

Beckenklima und Hang- oder Gipfelklima stehen einander somit auch bezüglich der Schwüle als gegensätzlich gegenüber. Gleicher Dampfdruck ist im Sommer in Hang- und Gipfellagen noch in 200 bis 400 m über den Talbecken zu erwarten. Das gilt letztlich auch für die Schwülehäufigkeit (Abb. 1).

Die geographische Verteilung der Schwülehäufigkeit wurde in der Abb. 2 mittels Isolinien dargestellt. Diese Karte ließe sich auch als Ergänzung der Karte über Klimagunst und Fremdenverkehr heranziehen (Otto & Wakonigg, 1973:75 bis 84; Beilage 3). Wir haben dort das Sommerklima des Vorlandes unterhalb 400 m als „ungünstig-heiß" eingestuft und ihm wegen häufiger Hitze und

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

Schwüle wohl eine günstige Bewertung als Badeklima, nicht aber als Erholungs- und Schonklima zuerkannt (S. 83). Diese Auffassung wird durch die Darstellung der Schwülehäufigkeit weitgehend bestätigt.

In der Karte wird so richtig deutlich, daß sich längere Schwüleperioden ausschließlich auf das südöstliche Vorland beschränken und in der gesamten Obersteiermark fast unbekannt sind. Nimmt man als Grenze für ein reizarmes Schonklima im Sommer 20 schwüle Tage, dann beginnt dieses im Vorland erst ab 500 m; wenn man für ein echtes Sommerfrischenklima noch maximal 10 schwüle Tage in Kauf nimmt, muß man im Vorland (Randgebirge) auf über 750 m gehen, während dafür in der Obersteiermark nicht einmal 600 m nötig sind.

8. Maximalwerte

In der Tabelle 5 wurden auch die mittleren maximalen Dampfdruckwerte, d. h. die durchschnittlich in jedem Jahr zu erwartenden Spitzenwerte des Dampfdrucks angegeben. Die Beziehung zum Gelände und zur Seehöhe ist dabei ähnlich wie bei der Zahl der schwülen Tage. Es mag vielleicht überraschen, daß bis 1600 m durchschnittlich noch in jedem Jahr ein Spitzenwert von über 14 mm zu erwarten ist, doch entstehen diese relativ hohen Werte durch die zufällige Erfassung einiger Situationen während des Ausbruchs von Gewittern (meist zum 14 Uhr-Termin), wobei der Dampfdruck meist bei weitgehend wasserdampfge-

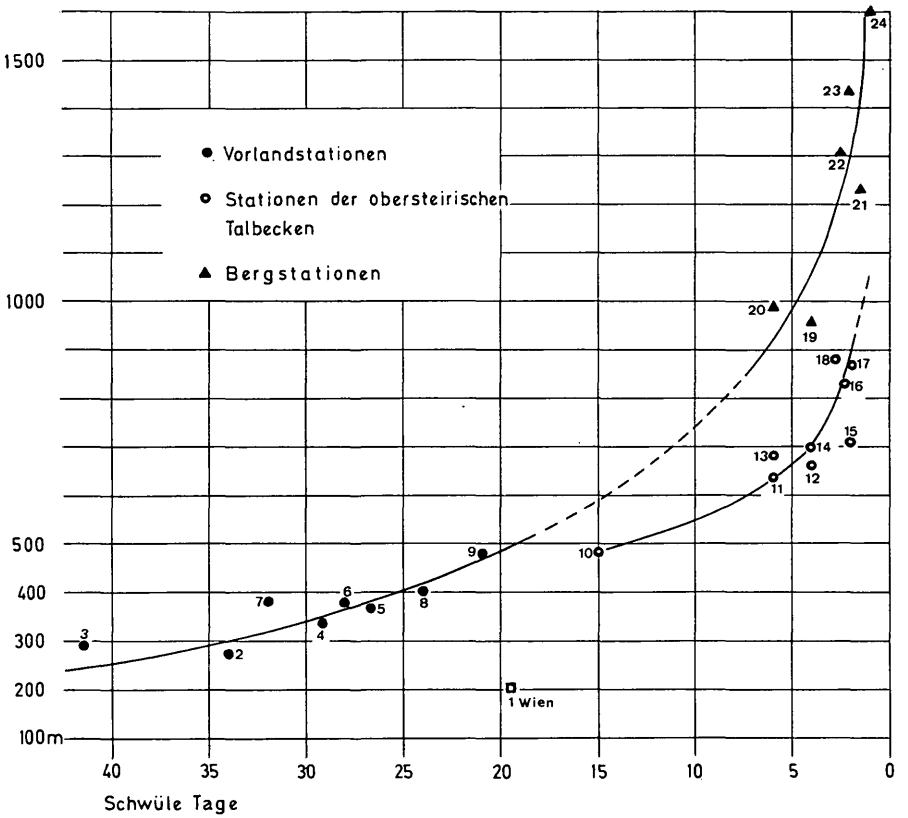

Abb. 1: Die Abhängigkeit der Zahl der schwülen Tage von der Seehöhe in der Steiermark. Die Nummern entsprechen den Stationsnummern in der Tabelle 5 (1951—1970).

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

sättigter Luft einen kurzen Höhepunkt erreicht. Diese „schwülen Tage" der Berglagen haben mit den oft tagelangen Schwüleperioden der Niederungen des Vorlands nichts gemein und schmälern nicht den Charakter des Berglandklimas als praktisch schwülefrei oberhalb etwa 1000 m.

Die absoluten Höchstwerte, die im Vorland zu erwarten sind, liegen je nach Höhe zwischen 21 und 23 mm. Diese seltenen Spitzenwerte erreichen damit

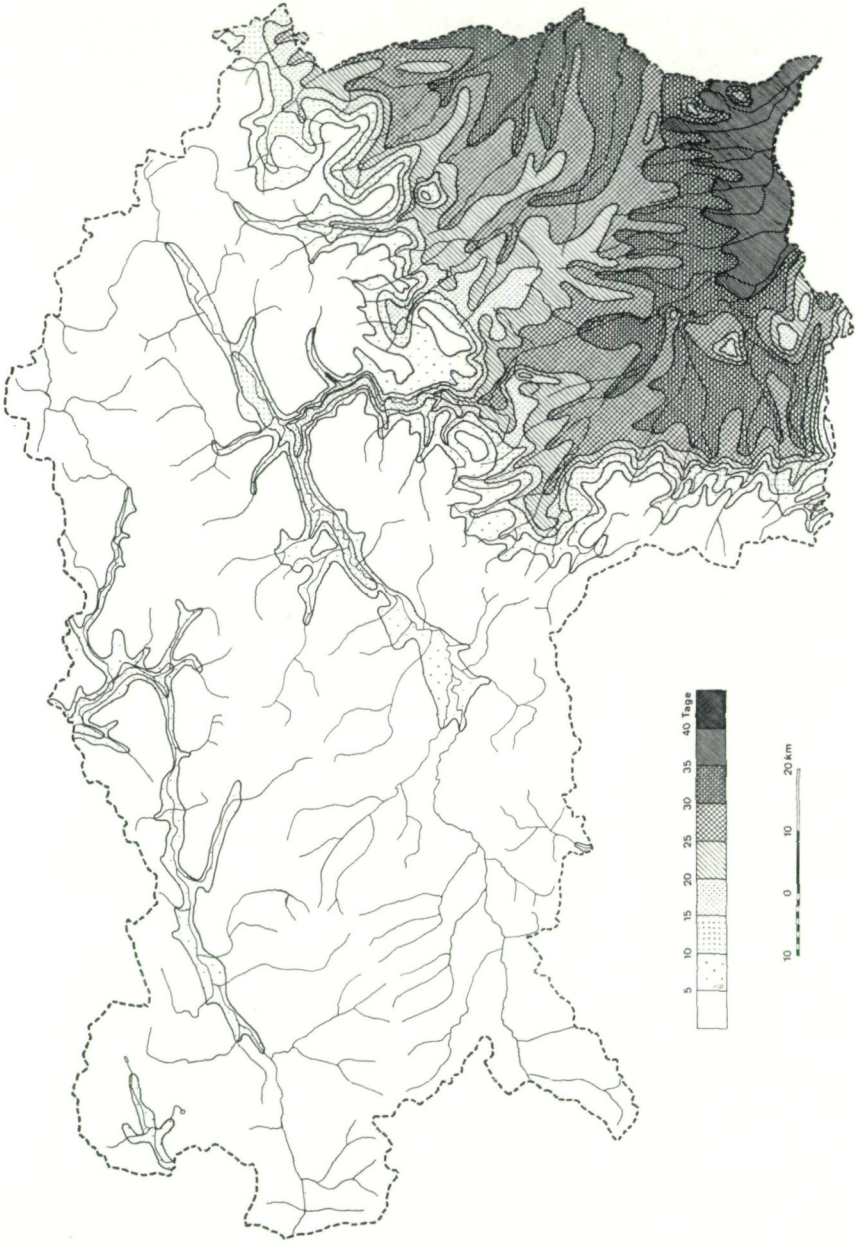

Abb. 2: Die Häufigkeit schwüler Tage in der Steiermark.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

gerade die Größenordnung des Jahresdurchschnitts äquatorialer Klimate. Schwülewerte wie sie z. B. an den sommerwarmen Ostküsten (USA, Japan) vorkommen, sind in der Steiermark wohl undenkbar. Erreichen doch die mittleren Maxima in der Steiermark mit 17 bis 19 mm gerade den Durchschnitt der Hochsommermonate dieser bekannt schwülereichen Klimaräume.

9. Schwüle und Gewitter

Sommerliche Schwüleperioden werden häufig durch heftige Gewitter beendet, die zu den spektakulärsten Ereignissen der sommerlichen Witterung am Alpenostrand zählen und nicht selten einen kühleren und angenehmeren Witterungsabschnitt einleiten. Das gilt uneingeschränkt nur für Frontgewitter, in deren Gefolge die Steiermark von Polarluft überflutet wird, deren Wasserdampfgehalt beträchtlich unter jenem der Tropikluft liegt.

Bei lokalen Gewittern oder „Wärmegewittern" ohne Luftmassenwechsel ist eine Erleichterung im allgemeinen nicht gegeben. Wohl kommt es zu einem Temperatursturz, der aber gleichzeitig mit einem starken Anstieg der relativen Feuchte Hand in Hand geht, wodurch der Dampfdruck häufig noch zunimmt und, wie erwähnt, sogar kurzfristige Spitzenwerte während des Gewitterausbruches erreichen kann; nach Wetterberuhigung wird die ursprüngliche warm-feuchte Witterung aber rasch wieder hergestellt. Diese Verhältnisse sollen am Beispiel des 12./13. Juli 1974 gezeigt werden: bei flacher Druckverteilung und west- bis südwestlicher Höhenströmung kam es in den Abendstunden des 12. zur Ausbildung eines Gewitters im Raum Graz, am 13. gab es wieder heiteres Wetter bei Zufuhr von Warmluft aus Südwesten.

Tab. 6: Witterungsablauf vom 12. zum 13. Juli 1974 in Graz-Universität (380 m), gemessen mit dem Aspirationspsychrometer.

	12. Juli 1974				13. Juli 1974				
Uhrzeit	18,53	19,08	19,15	19,22	10,40	11,50	16,55	17,55	19,00
Witterung	Beg. d. Gewitt.	leichter Regen	bedeckt	bedeckt	heiter	heiter	heiter	heiter	heiter
Temp.	23,5	21,2	21,0	21,2	25,0	26,6	29,1	28,4	26,7
relative Feuchte in %	71	82	90	90	63	58	41	39	46
Dampfdruck mm	15,3	15,4	16,7	16,9	15,0	15,2	12,5	11,3	12,2

Der Nachmittag des 12. brachte schwüle Witterung mit Temperaturen bis über 26 ° und ca. 15 mm Dampfdruck. Das abendliche Gewitter mit Höhepunkt um 19 Uhr führte wohl zu einer starken Abkühlung auf 21 °, doch kam es durch den Regen und die sofort einsetzende Verdunstung von der angefeuchteten Umgebung zu einer so starken Feuchteanreicherung, daß der Dampfdruck unmittelbar nach dem Gewitter mit fast 17 mm sein Maximum erreichte. Am darauffolgenden Tag blieb die Schwüle trotz heiteren Wetters bei starker Verdunstung bis Mittag erhalten, erst die dann einsetzende Konvektion ließ den Dampfdruck auf erträgliche Werte zurücksinken. Selbst bei Frontgewittern zeigt sich die direkte Auswirkung auf das Temperatur-Feuchteverhältnis der Atmosphäre in erster Linie in einem Rückgang der Temperatur und einer Zunahme der relativen Feuchte, die Abnahme des Dampfdrucks folgt erst allmählich.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

10. Literatur

DAMMANN W. 1964. Die Schwüle als Klimafaktor. — Ber. Dt. Landeskunde, 32 (1):100-114.

OTTO H., WAKONIGG H. 1973. Klimagunst und Fremdenverkehr in der Steiermark. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 103:75-84.

SCHARLAU K. 1943. Die Schwüle als meßbare Größe. — Bioklimat. Beibl. 10: 19-23.

WAKONIGG H. 1970. Witterungsklimatologie der Steiermark, 1—255; I—LXXX, Notring, Wien.

Anschrift des Verfassers: Dr. Herwig WAKONIGG, Universität Graz, Geographisches Institut, Universitätsplatz 2, A-8010 Graz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: 105

Autor(en)/Author(s): Wakonigg Herwig

Artikel/Article: Die Schwüle in der Steiermark. 115-125