

## 22. O. Stocker: Klimamessungen auf kleinstem Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen.

(Eingegangen am 25. November 1922. Vorgetragen in der Februarsitzung 1923.)

YAPP<sup>1)</sup> und KRAUS<sup>2)</sup> vor allem haben darauf aufmerksam gemacht, daß die von den meteorologischen Stationen gelieferten Klimaangaben bei pflanzenökologischen Studien ergänzt werden müssen durch die Kenntnis des „Klimas auf kleinstem Raum“. Die im folgenden mitzuteilenden Klimabeobachtungen innerhalb von Heide-, Wiesen- und Waldformationen des nordwestdeutschen Flachlandes und der deutschen Mittelgebirge bezweckten vor allem einen Einblick in die Transpirationsverhältnisse und beziehen sich deshalb auf die Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windstärke in nächster Nähe der Pflanze einerseits und zum Vergleich in der freien Atmosphäre in etwa 1,5 m Höhe über dem Erdboden andererseits. Zur Bestimmung der relat. Luftfeuchtigkeit benutzte ich ein LAMPRECHT'sches Haarhygrometer in Taschenuhrform. Dieses kleine, aber zuverlässige Instrument läßt sich leicht an jede Stelle der Pflanze hinbringen und gibt nach einiger Zeit, wenn die Störung durch die bei der Aufstellung unvermeidliche Luftbewegung ausgeglichen ist, Höhe und Schwankungen der Luftfeuchtigkeit während einer beliebig langen Beobachtungsdauer an. Die an und für sich genaueren Psychrometer und Taupunktinstrumente sind für die Klimamessung auf kleinstem Raum nicht geeignet, weil sie die natürliche Feuchtigkeit durch den zu ihrem sicheren Arbeiten notwendigen starken Luftzug in unkontrollierbarer Weise ändern. Temperatur und Wind wurden mit einem kleinen Schleuder- bzw. ruhenden Thermometer und einem kleinen LAMPRECHT'schen Anemometer gemessen.

A) Wiesen. Wie überraschend groß die Differenzen der Luftfeuchtigkeit innerhalb der wenige Zentimeter hohen Grasdecke sein können, zeigt folgendes Beispiel:

Wiese bei Freiburg i. B., 18. 7. 1920, 11<sup>h</sup>a. Sonnig, fast windstill. Lufttemp. 29<sup>o</sup>.

2 cm hoch, zw. Gras u. <i>Lysimachia num.</i>	. . . . .	96 %	rel. F.
13 cm „ „ Kleeblättern	. . . . .	78 %	„ „
100 cm „ freie Atmosphäre	. . . . .	57 %	„ „

1) Annals of bot. 1909, 23. S 275.

2) KRAUS, Boden u. Klima auf kleinstem Raum. Jena 1911.

Berechnet man das die Transpirationsgröße in erster Linie beeinflussende Sättigungsdefizit  $Sd = f \left( 1 - \frac{R}{100} \right)$ , wobei  $f$  der Sättigungsdruck und  $R$  die relative Feuchtigkeit ist, so vermindert sich dieses an dem genannten sehr heißen und sonnigen Julitage von 12,8 in der freien Atmosphäre auf 6,5 für die transpirierenden Kleeblätter und auf nur 1,2 für *Lysimachia* am Wiesenboden. Weitere Fälle starker Vertikalgliederung der Feuchtigkeit habe ich in den verschiedensten Gegenden, auch im nordwestdeutschen Küstengebiet häufig beobachtet. Als Beispiel:

Wiese bei Durlach (Baden), 21. 7. 1922, 4<sup>30</sup> p. Sonnig  
0,3 m/sek. Wind in 1,8 m Höhe. Relat. Feuchtigk. u. Lufttemp.:

3 cm hoch, zw. Klee und Gras . . . . .	96—99 %	
8 cm „ „ Kleeblättern . . . . .	84—92 %	
10 cm „ oberste Kleeblätter . . . . .	79—84 %	29,0 °
30 cm „ oberste Teile von <i>Origanum</i> und <i>Galium mollugo</i> . . . . .	70—72 %	
100 cm „ freie Atmosphäre . . . . .	70 %	28,0 °

Daß hier das Hygrometer zwischen den transpirierenden Pflanzenteilen keinen konstanten Wert zeigt, ist durch kurze Windstöße verursacht. In den dazwischenliegenden, oft minutenlangen windstillen Pausen steigt die relative Feuchtigkeit langsam an, bis der nächste Luftstoß den angereicherten Wasserdampf plötzlich wieder wegführt und oft mit einem Schlag den Zeiger des Hygrometers um 5 und mehr Prozent zurückwirft. Diese bei mäßig bewegter Luft oft zu machende Beobachtung weist deutlich darauf hin, daß die Zunahme der rel. Feuchtigkeit nach dem Boden hin stark beeinflußt ist durch die in gleicher Richtung erfolgende Abschwächung des Windes, die man mit dem Anemometer leicht messend verfolgen kann.

Da Unebenheiten des Bodens (KRAUS S. 175 ff.) große Differenzen der Windstärke auf kleinstem Raum verursachen, sind in hügeligem Gelände auch starke horizontale Schwankungen der Luftfeuchtigkeit nachzuweisen, die sich schon im Pflanzenwuchs zeigen. So maß ich bei Jannowitz im Riesengebirge am 15. 7. 1921 4<sup>h</sup> p bei Sonnenschein folgende rel. F., Lufttemp. und Windstärke an dicht nebeneinanderliegenden Orten:

Sonniger Hügel mit dürftigem Grasbewuchs	} 10 cm hoch, zw. <i>Hieracium pil.</i>	49 %	23°	1,0 m/sek
		100 cm „ freie Atmosphäre	49 %	21,2°
				(in 180 cm Höhe)

Schattige	} 8 cm hoch, zw. Gras u.			
Wiese mit		Klee . . .	76—79 %	19,5° 0,0 m/sek.
üppigem		100 cm „ freie Atmo-	sphäre . . .	63 %
Grasbewuchs)				

Die bisherigen Beispiele bezogen sich auf Sonnentage. Bei Regenwetter sind die Differenzen mehr oder weniger ausgeglichen, aber immerhin noch oft deutlich nachweisbar. Z. B.

Freiburg i. Br., 31. 7. 1920. Schwüler Regentag, windstill. Blätter naß. 8<sup>30</sup>a:

3 cm hoch, zw. <i>Fragaria vesca</i> . . . . .	93 %
5 cm „ „ <i>Ranunculus acer</i> in dichtem Gras	98 %
50 cm „ neben Blättern von <i>Urtica</i> . . . . .	79 %

B. Wälder. Auch in Wäldern findet man eine verschieden starke Anreicherung des Wasserdampfes in vertikaler und horizontaler Richtung. Einige Beispiele mögen über das Ausmaß dieser Differenzen in verschiedenen Assoziationen orientieren.

Erlenwald bei Jannowitz (Riesengebirge), 8. 7. 1921, 10<sup>h</sup>a. Sonnig, windstill. Rel. F., Lufttemp. und Sättigungsdefizit:

Wald	} 5 cm hoch, Bachrand zw. <i>Oxalis acet.</i>	100 %	17,0°	0,0
		30 cm „ zw. <i>Senecio Fuchsii</i> , <i>Equisetum silv.</i> u. <i>Impatiens noli tang.</i> . . . . .	61 %	19,5°
Wald-lichtung	} 5 cm „ zwischen <i>Calluna</i>	82—89 %	24,0°	2,4—4,0
		100 cm „ freie Atmosphäre . . . . .	54 %	22,0°

Fichtenhochwald ebenda, 16. 7. 1921, 10<sup>h</sup>a. Sonnig. Rel. F., Lufttemp., Sättigungsdefizit und Wind:

Wald	} 6 cm hoch	üb.nacktem Nadelbod.	62 %		
		in klein. <i>Oxalis</i> bestand	64 %		
		in ausgedehnt. <i>Oxalis</i> -bestand in einer feuchten Senke mit üppiger Vegetation	84 %	18,0°	2,5 0,0 m/sek.
		30 cm „ ebenda, zw. <i>Myosotis</i>	67 %	—	—
		100 cm „ freie Atmosphäre . . . . .	59 %	19,0°	6,7 0,0 m/sek.
		Lichtung	} 5 cm „ zw. dürrerem Gras . . . . .	54 %	23,5°
100 cm „ freie Atmosphäre . . . . .	50 %			22,0°	9,9 —
180 cm „ „ „ . . . . .	—			—	— 1,3 m/sek.

Waldtal bei Freiburg, 18. 7. 1920, 11<sup>40</sup>a (vgl. die gleichzeitige Messung unter A):

8 cm hoch, Bachrand zwischen <i>Oxalis</i>	95 %
50 cm „ zw. <i>Impatiens noli tang.</i> . . . . .	84 %
100 cm „ freie Atmosphäre . . . . .	78 %

Heidewald bei Bremerhaven, 31. 7. 1921, 10<sup>h</sup>a. Sonnig, schwacher Wind:

5 cm hoch, zwischen <i>Oxalis acet.</i>	92 %	21,5°
100 cm „ freie Atmosphäre . .	85 %	21,5°

C. *Calluna*-Heide. Ganz im Gegensatz zu den bisher besprochenen Wiesen- und Waldformationen habe ich im niedersächsischen Küstengebiet bei Bremerhaven innerhalb von *Calluna*-büschen im Heide- und Moorbstand niemals eine nennenswerte Anreicherung von Wasserdampf gefunden; die hygrometrische Differenz gegenüber der freien Außenluft ist nicht höher als 1 bis 2 %. Der Grund dieser Gleichförmigkeit ist die starke Durchlüftung der *Calluna*bestände, verursacht durch die viel höhere durchschnittliche Windgeschwindigkeit im Heidegebiet<sup>1)</sup> und begünstigt durch die Kleinblättrigkeit und den rutenförmigen Wuchs des Heidekrautes.

*Calluna*-Heide bei Bremerhaven, 12. 10. 1920, 3<sup>30</sup>p. Sonnig, windig. Lufttemp. 16°:

Rel. Feuchtigk.:	20 cm hoch, in <i>Callunabusch</i>	74 %	
	100 cm „ freie Atmosphäre	72 %	
Windstärke:	2 cm „ Erdboden an kleiner freier Stelle		0,008 m/sek.
	40 cm „ Wipfel von <i>Calluna</i>		1,7 „
	180 cm „ freie Atmosphäre		5,1 „

Ebenda, 11. 1. 1921, 11<sup>h</sup>a. Sturm:

Rel. Feuchtigk.:	20 cm hoch, zw. <i>Calluna</i> . . .	96 %
	100 cm „ freie Atmosphäre .	94 %
Windstärke:	10 cm „ zw. <i>Calluna</i> . . .	1,0 m/sek.
	30 cm „ Wipfel von <i>Calluna</i>	1,4 „
	50 cm „ „ „ „	3,7 „
	180 cm „ freie Atmosphäre .	9,3 „

kurz nachher im Heidehochwald:

5 cm hoch . . . . .	1,2 m/sek.
100 cm „ . . . . .	2,4 „

Ähnlich geringe Feuchtigkeitsdifferenzen in- und außerhalb von *Calluna*beständen traf ich auf den Kämmen des Riesengebirges und Schwarzwaldes an, ebenfalls Punkten mit starker Luftbewegung. *Calluna* bleibt hier von niederem Wuchs und fällt deshalb trotz ihres massenhaften Vorkommens wenig in die Augen. Ich maß z. B.:

1) Einige Vergleichsdaten bei GROSSE, Beiträge zur Klimabeurteilung Bremens usw. Bremen 1911. Exakte Zahlenangaben lassen sich vorläufig nicht machen, weil die Messungen der einzelnen Stationen nicht auf gleiche Höhe über dem Erdboden korrigiert sind; vgl. HELLMANN, Klimaatlas von Deutschland. Berlin 1921.

Große Schneeegrube (Riesengebirge), 13. 7. 1921, 2<sup>h</sup>p.

Sonnig. Rel. F., Lufttemp., Wind:

5 cm hoch, zw. sehr niederer <i>Calluna</i>	71—73 %	14,5 <sup>0</sup>	0,04 m/sek
8 cm „ „ <i>Rumex, Veratrum</i> usw.	69—74 %	—	—
100 cm „ freie Atmosphäre . . .	71 %	13,3 <sup>0</sup>	—
180 cm „ „ „ . . .	—	—	3,4 „

Kamm bei der Schneeegrubenbaude, 13. 7. 1921, 4<sup>h</sup>p.

5 cm hoch, zw. 10 cm hoher <i>Calluna</i>	67—69 %	14,5 <sup>0</sup>	0,005 m/sek.
5 cm „ frei neben <i>Calluna</i> . .	—	—	0,7 „
100 cm „ freie Atmosphäre . .	67 %	11,5 <sup>0</sup>	4,6 „

Es scheint aber die Luftbewegung an vielen Gebirgsstandorten von *Calluna* öfters so gering zu werden, daß es zu einer Ansammlung von Wasserdampf um die transpirierenden Pflanzen herum kommen kann. So fand ich bei 0,6 Sekundenmetern Wind (in 180 cm Höhe) am 19. 7. 1921 2<sup>h</sup>p an dem obengenannten Standort in der großen Schneeegrube in 100 cm Höhe 63 % (17,5<sup>0</sup>), zwischen *Calluna* 5 cm hoch aber bis zu 71 % (18,5<sup>0</sup>) rel. Feuchtigkeit (Lufttemp.). Es ließ sich aber beobachten, wie bei jedem Windstoß der angesammelte Wasserdampf aus den *Callunarasen* herausgetrieben wurde, wobei das Hygrometer bisweilen bis auf 64 % zurückging.

Sehen wir von den eben besprochenen ausgeprägten Kammstandorten ab, so finden sich die *Callunabestände* in Mittel- und Süddeutschland fast stets im Windschutz von Waldrändern und Waldlichtungen. Hier steigt die Luftfeuchtigkeit in den Beständen oft weit über die der freien Atmosphäre. Die unter B gegebene Messung vom 8. 7. 1921 bei Jannowitz zeigt, wie das Sättigungsdefizit besonnter *Callunabüsche* nicht nur kleiner als das der freien Atmosphäre, sondern sogar kleiner als das beschatteter Waldpflanzen sein kann. Ich gebe aus dem Odenwald bei Heidelberg ein zweites Beispiel von einem kleinen *Callunabestand* an einer Wegkreuzung in halbwüchsigem Fichtenwald. Am 4. 8. 1922 maß ich hier um 1<sup>30</sup>p bei umflortem Himmel und leichtem Wind:

10 cm hoch, zw. <i>Calluna</i> . . .	92—93 %	18,5 <sup>0</sup>
100 cm „ freie Atmosphäre . .	78 %	18,5 <sup>0</sup>

Sind auch die Differenzen, namentlich bei bewölktem Wetter, bisweilen geringer, so habe ich doch bei sonnigem Wetter in besonnten Beständen fast ausnahmslos eine Feuchtigkeitssteigerung um 10—20 % gefunden, die auf die Transpiration nicht ohne Einfluß bleiben kann.

In bezug auf die relative Höhe der „Luftfeuchtigkeit auf kleinstem Raum“ gegenüber derjenigen der Atmosphäre lassen sich

also zwei Gruppen von *Callunastandorten* unterscheiden: Die stark durchlüfteten Bestände der nordwestdeutschen Heide und der Gebirgskämme einerseits und die waldgeschützten Vorkommen Mittel- und Süddeutschlands andererseits, erstere ohne, letztere infolge des Windschutzes des Waldes mit erhöhter Luftfeuchtigkeit auf kleinstem Raum. Allgemein klimatisch sind die Standorte der ersten Gruppe durch starke Winde und hohe Luftfeuchtigkeit, die der zweiten durch schwächere Winde und geringere Luftfeuchtigkeit charakterisiert<sup>1)</sup>. Die Annahme liegt nahe, daß *Calluna* in den lufttrockeneren Teilen Mittel- und Süddeutschlands deswegen in den Windschutz des Waldes geht, weil sie hier durch Erhöhung der Luftfeuchtigkeit auf kleinstem Raum die größere allgemeine Trockenheit der Luft ausgleichen kann. *Calluna* wäre demnach eine Pflanze, die zum Gedeihen einer verhältnismäßig hohen Luftfeuchtigkeit bedarf, eine Auffassung, die in neuerer Zeit GRAEBNER auch für die übrigen Heide-Ericaceen ausgesprochen hat, zu der aber die von SCHIMPER stammende, auf die angebliche Xeromorphie des Blattes gegründete Deutung von *Calluna* als Xerophyt schlecht paßt. Es läßt sich nun aber zeigen, daß die SCHIMPERsche Deutung unhaltbar ist und *Calluna* unter die Mesophyten, und zwar nach der Seite der Hygrophyten hin, einzureihen ist. Über die Begründung dieser Auffassung durch Transpirationsversuche und über eine neue Deutung des Blattbaues der Ericaceen werde ich demnächst an anderer Stelle<sup>2)</sup> berichten.

---

1) GRAEBNER, Die Heide Norddeutschlands. Leipzig 1901. WARMING-GRAEBNER, Lehrbuch d. ökolog. Pflanzengeographie. Berlin 1918.

2) Zeitschr. f. Bot., 1923. 15, S. 1.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Stocker Otto

Artikel/Article: [Klimamessungen auf kleinstem Raum an Wiesen-, Wald- und Heidepflanzen. 145-150](#)