©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Mikroklima und Bodenwassergehalt im Jurineo-Koelerietum des Mainzer Sandes im Extremjahr 1976

von

W. Lötschert und A. Georg, Frankfurt a. M.

Einleitung

Das Gebiet des Mainzer Sandes stellt eine trocken-warme Insel im westlichen Europa dar. Seine Niederschlagsmenge beträgt 512 mm, von denen im langjährigen Mittel 290 mm auf die Vegetationsperiode entfallen. Das Jahresmittel der Temperatur zählt mit 10°C zu den höchsten in Deutschland, das Julimittel beläuft sich auf 19.2°C. Klimatische Wärme und Trockenheit werden durch die edaphische Substratkomponente gesteigert, denn die Unterlage besteht aus karbonathaltigen pleistocänen Kalksanden (vgl. LÖTSCHERT 1973).

Extremjahre wie die Jahre 1911 und 1947 erlauben es, der Frage nachzugehen, wie hoch die Temperatur am Standort und im Pflanzengewebe ansteigt und wie die verschiedenen Pflanzen auf die extremen Bedingungen reagieren. Zwar ist bekannt, daß die Temperaturen an Sandstandorten nicht zu den extremsten gehören (vgl. VOLK 1931, BERGER-LANDEFELDT & SUKOPP 1965), doch ist es wichtig festzustellen, welche Grenzwerte zur Zeit säkularer Hitzeperioden wie im Sommer 1976 in Mitteleuropa auftreten.

Die vorliegenden Messungen betreffen darüber hinaus das Expositionsproblem, denn es wurde am Nord- und Südhang einer Düne gemessen. Zwar war zu erwarten, daß bei einer Sanddüne in einem Trockengebiet des Mainzer Sandes der Expositionsfaktor von der allgemeinen thermischen Begünstigung weitgehend überlagert wird, doch liegen hierzu keine Messungen vor. Gleichzeitig stellen die mikroklimatischen Analysen eine Erweiterung bzw. Ergänzung dar zu Messungen, die der erste Autor ebenfalls unter Berücksichtigung des Expositionsfaktors im Calluno-Genistetum des Naturschutzparks Lüneburger Heide durchführte (LÖTSCHERT 1962).

Im Rahmen der vorliegenden kurzen Darstellung können unmöglich alle Daten mitgeteilt werden. Es werden nur 3 Strahlungstage herausgegriffen und die allgemeinen Gesetzmäßigkeiten bei der zunehmenden Sommerhitze und der damit einhergehenden Trockenheit dargestellt.

Arbeitsmethodik

Alle Messungen wurden auf der letzten noch erhaltenen, ausgedehnten, ungestörten Düne mit unbeeinträchtigtem Jurineo-Koelerietum des Mainzer Sandes am N- und S-Hang sowie auf dem Dünenrücken durchgeführt. Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbestimmungen erfolgten in 5 und 30 cm Höhe mit dem Aspirationspsychrometer nach Aßmann, die Evaporation mit dem Piche-Evaporimeter (vgl. WALTER 1960). Die untere Meßstelle liegt inmitten der schütteren Vegetation des Jurineo-Koelerietum; über 30 cm ragen nur einzelne perenne Arten wie *Centaurea stoebe*, *Euphorbia seguieriana*, *Gypsophila fastigiata*, *Jurinea cyanoides* und *Artemisia campestris* hinaus. Die Temperaturmessungen im Boden wurden in 1, 5 und 15 cm Tiefe mit Hg-Thermometern durchgeführt. Der Bodenwassergehalt wurde gravimetrisch durch Trocknen bei 105°C festgestellt (vgl. LINDNER 1960, STEUBING 1965). Im einzelnen wurde wie bei früheren Untersuchungen verfahren (LÖTSCHERT 1959, 1962). Alle Ergebnisse beziehen sich auf klare Strahlungstage.

Frau H. HILLER, Frankfurt a. M., danken wir auch an dieser Stelle für die Ausführung der erforderlichen Abbildungen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Die Vegetation

Das Gebiet des Mainzer Sandes ist seit JÄNNICKE (1892) wegen seiner „Steppenflora" mit ihren zahlreichen floristischen Kostbarkeiten berühmt (vgl. auch LÖTSCHERT 1967). Das Jurineo-Koelerietum ist am besten auf dem ausgedehnten Rücken der untersuchten Düne erhalten und zeigt hier die aus Tab. 1 hervorgehende Zusammensetzung. *Onosma arenarium* ist in der Assoziation noch reichlich vorhanden. Ihre jungen Rosetten werden durch ihre steife Behaarung gegen das Abfressen durch Kaninchen geschützt. Die Frühlingstherophyten wie *Holosteum umbellatum, Myosotis stricta, Cerastium semidecandrum* und *Arenaria leptoclados* vertrockneten schnell zu Beginn der Hitzeperiode. Die *Festuca*-Arten waren Ende Juli gelbbraun vertrocknet. Um diese Zeit zeigte *Gypsophila fastigiata* einen reichen Blütenflor. *Koeleria glauca* hatte ihre serial angeordneten Strohtuniken, die bis an die Sandoberfläche reichen und von denen die jüngste grün erschien, in dem Hitzesommer besonders gut ausgebildet.

Tab.1 Zusammensetzung des Jurineo-Koelerietum VOLK auf einem Dünenrücken des Mainzer Sandes

Nr. d. Aufnahme	1	2	3	4
Größe d. Aufnahmefläche	100	100	100	100
Artenzahl	23	17	16	18
Deckung (%)	70	55	60	60
Höhe NN	95	95	95	95
Lokale Charakterart				
Onosma arenarium	2.1	1.1	1.1	1.1
Assoziations-Charakterarten				
Jurinea cyanoides	2.3	2.3	1.3	3.4
Koeleria glauca	1.2	2.2	1.2	+.1
Gypsophila fastigiata	2.3		1.3	1.3
Alyssum montanum ssp. gmelinii	+.1		1.1	+.1
Ordnungs-Charakterarten der Festuco-Sedetalia				
Myosotis stricta	+.1	+.1	+.1	+.1
Arenaria leptoclados	+.1	+.1		+.1
Thymus serpyllum		+.2		+.3
Helichrysum arenarium		+.1		+.1
Klassen-Charakterarten der Sedo-Scleranthetea				
Cerastium semidecandrum	+.2	1.2	+.2	+.2
Medicago minima		+.1		+.1
Corynephorus canescens	+.1			
Phleum arenarium		+.1		
Klassen-Charakterarten der Festuco-Brometea				
Festuca duvalii	3.2	3.2	3.2	3.2
Festuca ovina	2.2	2.2	1.2	1.2
Euphorbia seguieriana	1.3		1.2	1.3
Ononis spinosa	1.3	+.3	1.3	
Artemisia campestris	1.3	1.3		
Centaurea stoebe	1.3			
Euphorbia cyparissias	+.2			
Begleiter				
Holosteum umbellatum	+.1	+.1	+.1	+.1
Salsola kali spp. ruthenica	+.1		+.1	+.1
Echium vulgare	1.1		1.1	
Saponaria officinalis	1.3			
Asparagus officinalis	+.2			
Peucedanum oreoselinum		+.1		
Oenothera biennis			+.2	
Cynoglossum officinale				+.2
Kryptogamen				
Syntrichia ruralis	3.3	3.3	3.3	3.3
Cornicularia aculeata	+.1			

Am N-Hang der Düne fehlt *Onosma arenarium*, da sie offenere Flächen verlangt. Auch war *Gypsophila fastigiata* nicht vorhanden. Da die Hangfläche inhomogen ist, war – wie am S-Hang – nur eine Aufnahme möglich:

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Jurineo-Koelerietum am N-Hang, 50 m², 70%, 15°.

Jurinea cyanoides 3.3, Festuca ovina 3.2, Festuca duvalii 3.2, Koeleria glauca 2.2, Artemisia campestris 2.2, Euphorbia seguieriana 1.3, Alyssum saxatile ssp. gmelinii 1.2, Ononis spinosa 1.2, Arenaria leptoclados +.1, Syntrichia ruralis 2.3, Peltigera rufescens 1.2, Cornicularia aculeata +.3, Rhytidium rugosum +.1.

Am S-Hang findet sich weniger *Festuca ovina* und mehr *Syntrichia ruralis*, die früher an den S-Hängen eine konsolidierte deckende Schicht über schwarzerdeartigem Profil bildete (vgl. LÖTSCHERT 1973, S. 20). Im einzelnen zeigt die Vegetation hier folgende Zusammensetzung:

50 m², 55%, 20°:

Jurinea cyanoides 2.3, Festuca duvalii 3.2, Festuca ovina 1.2, Ononis spinosa 1.3, Koeleria glauca 1.2, Onosma arenarium 1.2, Alyssum montanum ssp. gmelinii +.1, Cerastium semidecandrum +.1, Diplotaxis tenuifolia +.1, Salsola kali ssp. ruthenica +.1, Syntrichia ruralis 3.4.

Das Mikroklima

1. Der Temperaturgang in der Feldschicht

Im Hinblick auf die oberirdische Verteilung der Vegetation im Jurineo-Koelerietum schien es sinnvoll – wie bereits erwähnt – in 5 und 30 cm Höhe zu messen. Wie Tab. 2 erkennen läßt, liegt die Temperatur in 5 cm über der Sandoberfläche erwartungsgemäß am höchsten. Die niedrigsten Temperaturen werden zwischen 04.00 und 05.00 Uhr erreicht. Dies stimmt mit den Ergebnissen von DIERSCHKE (1974) überein. Im übrigen zeigen die Lufttemperaturen mit Fortschreiten der Hitzeperiode eine kontinuierliche Steigerung, und am 3.7.[1]) betrug in 5 cm Höhe die Lufttemperatur um 14.00 Uhr 39.5°C. Zur gleichen Zeit stieg die Bodentemperatur in 1 cm Tiefe auf 57.1°C (vgl. Abb. 1).

Tab. 2 Temperaturen in verschiedener Höhe auf dem Dünenrücken des Jurineo-Koelerietum an 3 Ein- und Ausstrahlungstagen 1976.

	8. 5.		23. 6.		3. 7.	
Zeit	5 cm	30 cm	5 cm	30 cm	5 cm	30 cm
04.00			13.6	15.2		
05.00	11.4	12.2	13.7	14.1	19.5	20.4
06.00	13.4	13.3	18.2	17.8	21.2	20.9
07.00	18.8	18.8	22.3	20.7	24.0	23.1
08.00	20.8	20.4	25.2	23.2	27.6	27.2
09.00	23.1	22.6	27.6	25.6	29.9	28.8
10.00	25.6	25.0	29.4	27.4	33.3	30.4
11.00	28.0	26.0	31.8	28.4	36.8	32.1
12.00	30.4	29.8	33.4	28.8	37.6	34.5
13.00	32.2	30.4	33.4	30.9	39.4	36.8
14.00	32.4	30.5	34.7	31.1	39.5	37.3
15.00	31.8	30.5	33.8	30.7	38.5	37.0
16.00	31.2	30.8	32.5	32.0	37.4	37.1
17.00	29.6	29.8	31.4	31.1	37.6	34.8
18.00	23.3	23.4	30.0	30.0	35.2	34.3
19.00	26.0	26.0	28.2	28.7	31.8	31.1
20.00	21.9	22.2			26.0	26.7

Die Unterschiede zwischen Dünenrücken, N- und S-Hang sind relativ gering. So betrugen die Temperaturen auf dem Dünenrücken, am N- und S-Hang am 13.7. in 5 cm Höhe um 14.00 Uhr 39.4, 39.6 und 40.2°C.

[1]) Heißester Tag im Rhein-Main-Gebiet.

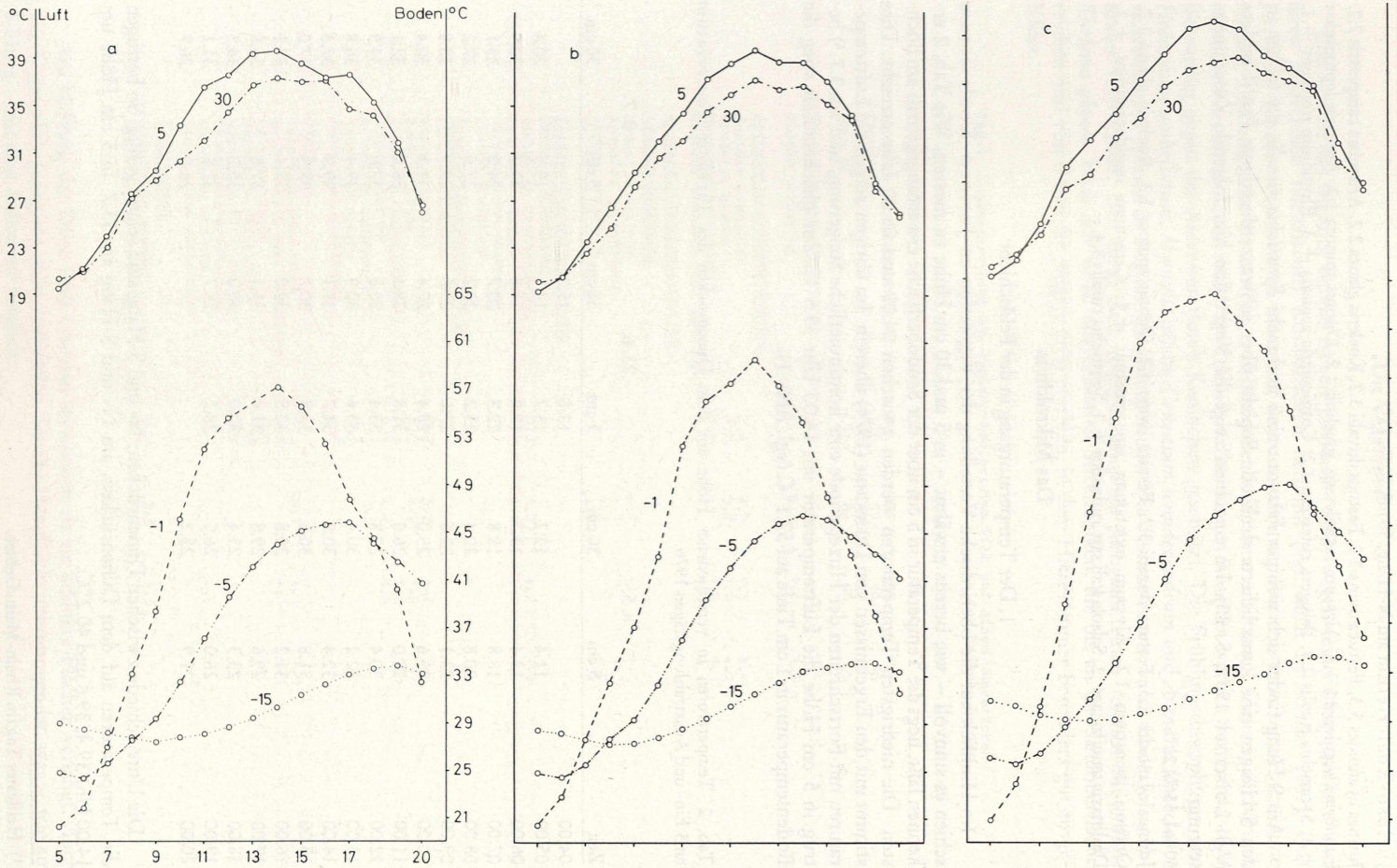

Abb. 1: Tagesgang der Lufttemperatur im Jurineo-Koelerietum des Mainzer Sandes am 3.7.1976 bei verschiedener Exposition.
a. Dünenrücken b. Nordhang c.Südhang

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

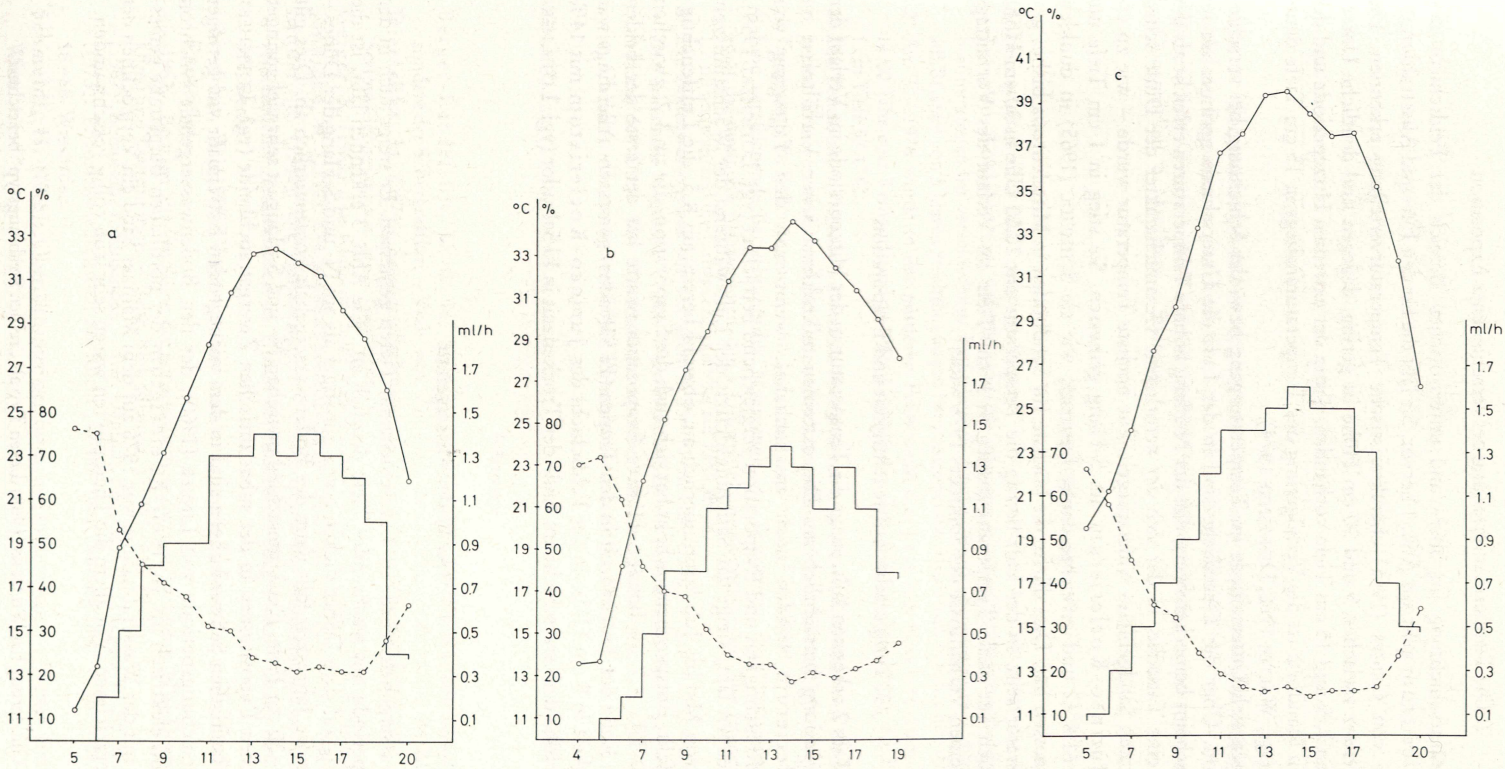

Abb. 2: Tagesgang von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation im Jurineo-Koelerietum des Dünenrückens bei zunehmender Hitze und Trockenheit an 3 verschiedenen Strahlungstagen im Extremjahr 1976.
a. 8.5.1976 b. 23.6.1976 c. 3.7.1976

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

2. Die Temperaturverteilung bei verschiedener Exposition

Die Temperaturschichtung im ober- und unterirdischen Bereich der Feldschicht des Jurineo-Koelerietum geht aus Abb. 1 hervor. Sie läßt die für den Ein- und Ausstrahlungstyp[2]) im Sinne von GEIGER (1961) charakteristische Temperaturverteilung erkennen. Die Temperaturdifferenz zwischen 5 und 30 cm Höhe ist gering, dagegen sind deutliche Unterschiede zwischen 1, 5 und 15 cm Tiefe vorhanden. Trotz der extremen Hitzeperiode und des trocken-warmen Standorts ist die Verzögerung des Temperaturanstiegs in 15 cm Tiefe deutlich ausgeprägt (vgl. WALTER 1960, DIERSCHKE 1974).

Ebenso zeigen sich Unterschiede im Temperaturgang bzw. der Schichtung bei verschiedener Exposition. Über der Oberfläche sind in der Luft die Unterschiede geringer als im Boden. Hier erscheint bemerkenswert, daß der N-Hang höhere Temperaturen erreicht als der Dünenrücken, eine Tatsache, in der sich der xerotherme Gesamtcharakter der Düne selbst sowie des gesamten Sandgebietes widerspiegelt. Die höchste Temperatur wurde – wie zu erwarten – im Jurineo-Koelerietum am S-Hang gemessen. Sie stieg in 1 cm Tiefe um 14.00 Uhr auf 61.8°C und erreichte damit Extreme, wie sie SCHMEIDL (1965) in dunklen Moorböden gemessen hat. Dies dürfte die höchste für Sandböden in Mitteleuropa bisher gemessene Temperatur sein. In der Luft betrug die Temperatur um 20.00 Uhr in 30 cm Höhe noch 27°C. Auch der steile Temperaturanstieg in 1 cm Tiefe im Verlauf des Vormittags spiegelt die extremen Verhältnisse des Sommers 1976 wider.

3. Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation

Wie bereits Tab. 2 erkennen läßt, steigt die Temperatur in der Hitzeperiode im Verlauf der Vegetationsentwicklung beträchtlich an. Die extremen mikroklimatischen Verhältnisse im Jurineo-Koelerietum werden noch anschaulicher, wenn man den Tagesgang von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation vergleichend betrachtet (vgl. LÖTSCHERT 1959). Wie Abb. 2 erkennen läßt, steigt das Sättigungsdefizit der Luft während der Wachstumszeit der Vegetation von Mai bis Juli kontinuierlich an, obwohl bereits am 8.5. die Luftfeuchtigkeit auf 21% abfällt. Entsprechend erhöht hat sich auch die Evaporation, die am 3.7. zwischen 14.00 und 15.00 Uhr 1,7 ml beträgt. Höhere Evaporationswerte hat der erste der beiden Autoren nur am Ende der Trockenzeit in den Tropen (El Salvador) gemessen. Allerdings war die Luftfeuchtigkeit in 5 cm Höhe in der Feldschicht des Jurineo-Koelerietum mit 14% niedriger als in Höhe der Grasschicht am Ende der Trockenzeit in El Salvador (vgl. LÖTSCHERT 1959, Abb. 12).

Der Bodenwassergehalt

Der Bodenwassergehalt wurde in 4 verschiedenen Tiefen gemessen. Er steigt auch in der extremen Hitzeperiode mit wachsender Tiefe deutlich an. Wie Abb. 3 erkennen läßt, ist die Wasserversorgung auf dem Dünenrücken etwas günstiger als am N- und S-Hang der Düne. – Mit fortschreitender Jahreszeit fällt dann der Bodenwassergehalt kontinuierlich ab. Dies gilt vor allem für 25–30 cm Tiefe. Der Unterschied zwischen N- und S-Hang ist sehr viel geringer als bei den gleichen Expositionen in der subatlantischen Zwergstrauchheide (vgl. LÖTSCHERT 1962). Die jahreszeitlichen Schwankungen sind in dem vorliegenden Extremjahr viel geringer als in der Untersuchungsperiode von LINDER (1960), der den Bodenwassergehalt synchron gravimetrisch und elektrisch im Jurineo-Koelerietum der nördlichen Bergstraße gemessen hat. Parallel mit der Wasserabnahme war 1976 auf dem Mainzer Sand ein Vertrocknen der Vegetation zu verzeichnen. Vor allem die Therophyten waren sehr früh völlig verschwunden.

---

[2]) In seiner neuen Gliederung hat WILMERS (1968) diesen Typ als „reinen Strahlungstyp" bezeichnet.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

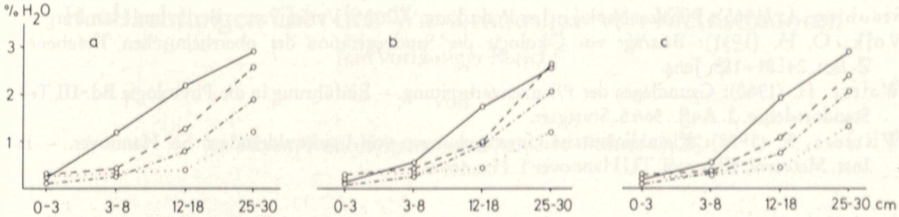

Abb. 3: Bodenwassergehalt bei verschiedener Tiefe und zunehmender Trockenheit sowie bei verschiedener Exposition im Jurineo-Koelerietum im Extremjahr 1976.
O——O 8.5. O- - - -O 17.6. O-.-.-O 23.6. O.....O 8.7.1976
a. Dünenrücken b. Nordhang c. Südhang

Zusammenfassung

1. Im extrem heißen und trockenen Sommer 1976 wurden im Trockengebiet des Mainzer Sandes im Jurineo-Koelerietum mikroklimatische Messungen sowie gravimetrische Bodenwassergehaltsbestimmungen bei verschiedenen Expositionen durchgeführt. Die genannten Umweltfaktoren werden am Beispiel von 3 klaren Strahlungstagen bei zunehmender Hitze und Trockenheit dargestellt.
2. Am 3.7.1976 wurde in der mittleren Feldschicht des Jurineo-Koelerietum in 5 cm Höhe um 14.00 Uhr eine Temperatur von 39.5°C gemessen. Zur gleichen Zeit betrug die Bodentemperatur in 1 cm Tiefe 57.1°C.
3. Die Temperaturdifferenzen zwischen der mittleren und oberen Feldschicht in 5 und 30 cm Höhe sind gering. Dagegen sind deutliche Unterschiede zwischen 1,5 und 15 cm Tiefe vorhanden. Die höchste Temperatur im Boden betrug in 1 cm Tiefe am 3.7.1976 um 14.00 Uhr 63.8°C.
4. Eine vergleichende Betrachtung der Tagesgänge von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Evaporation zeigt die deutliche Abhängigkeit der 3 Umweltfaktoren voneinander. Die Evaporation stieg bis auf 1.7 ml an, während die Luftfeuchtigkeit bis auf 14% abfiel.
5. Der Bodenwassergehalt läßt vor allem in 25–30 cm Tiefe einen stetigen Abfall während der regenlosen Zeit erkennen. Insgesamt ist die Wasserversorgung auf dem Dünenrücken günstiger als am N- und S-Hang der Düne. Die Unterschiede zwischen N- und S-Hang sind viel geringer als sie früher im Calluno-Genistetum NW-Deutschlands ermittelt wurden.

Schriften

Berger-Landefeldt, U. & H. Sukopp (1965): Zur Synökologie der Sandtrockenrasen, insbesondere der Silbergrasflur. – Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg 102: 41–98. Berlin.

Dierschke, H. (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefälle an Waldrändern. – Scripta Geobotanica 6. 246 S. Göttingen.

Geiger, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. – 4. Aufl. 646 S. Braunschweig.

Jännicke, W. (1892): Die Sandflora von Mainz, ein Relikt aus der Steppenzeit. – Habil. Schrift 1892.

Linder, R. (1960): Die jahreszeitlichen Veränderungen des physiologisch wirksamen Bodenwassers verschiedener Assoziationen im Gebiet der nördlichen Bergstraße. – Beitr. Biol. Pflanzen 35: 475–514. Berlin.

Lötschert, W. (1959): Vegetation und Standortsklima in El Salvador. – Bot. Studien 10. 88 S. 20 Taf. Fischer Jena.

–,– (1962): Beiträge zur Ökologie der subatlantischen Zwergstrauchheide NW-Deutschlands. II. Mikroklima und Transpiration. – Beitr. Biol. Pflanzen 37: 381–410. Berlin.

–,– (1967): Botanische Exkursionen. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. 79: (162)–(170). Stuttgart.

–,– (1973): Pflanzengesellschaften im Rhein-, Main- und Taunusgebiet. – Jb. nass. Ver. Naturk. 102: 16–68. Wiesbaden.

Schmeidl, H. (1965): Oberflächentemperaturen in Hochmooren. – Wetter und Leben 17: 87–97. Wien.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Steubing, L. (1965): Pflanzenökologisches Praktikum. – 262 S. Verlag Parey, Berlin und Hamburg.
Volk, O. H. (1931): Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. – Z. Bot. 24: 81–185. Jena.
Walter, H. (1960): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. – Einführung in die Phytologie Bd. III Teil I. Standortslehre. 2. Aufl., 566 S. Stuttgart.
Wilmers, F. (1968): Kleinklimatische Untersuchungen von Laubwaldrändern bei Hannover. – Ber. Inst. Meteorol. Klimatol. TU Hannover 1. Hannover.

Anschrift der Verfasser:
Prof. Dr. W. Lötschert und A. Georg, Botanisches Institut, Siesmayerstr. 70, D 6000 Frankfurt a. M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: NF_19-20

Autor(en)/Author(s): Lötschert Wilhelm, Georg A.

Artikel/Article: Mikroklima und Bodenwassergehalt im Jurineo-Koelerietum des Mainzer Sandes im Extremjahr 1976 275-282