

## ÜBERPRÜFUNG DER ELLENBERG'SCHEN FEUCHTEZAHLEN AN HAND BODENKUNDLICHER PARAMETER AUF GRÜNLANDSTANDORTEN IN MITTELHESSEN

Günther Kunzmann, Tamas Harrach, Heinrich Vollrath

### ABSTRACT

Very often the indicator values according to ELLENBERG (1979) are used for land assessment by means of vegetation. In general these values were determined empirically and only few of them are based on measurements. The present paper deals with a quantitative checking of the moisture indicator values (figure "F") of grassland plants with the soil parameter "available soil water" of grassland-sites in Middle Hessen. The test was limited to those 118 species growing on at least 5 % of the 377 explored grassland sites. Comparing the empirical F-figures with the results of soil investigation and considering the interactions between all site factors the ELLENBERG moisture indicator values could be confirmed by and large. For 39 species new F-values were proposed. Only few of them differ considerably from those drawn up by ELLENBERG 1979.

keywords: *indicator values, moisture indicators on grassland, available soil water*

### 1. EINLEITUNG

Die Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas von ELLENBERG (1979) stellen für Wissenschaftler und Praktiker aus den Bereichen Vegetationskunde, Standortkunde, Land- und Forstwirtschaft, Landespflege und verwandter Disziplinen ein wertvolles Hilfsmittel dar. Sie ermöglichen dem Anfänger, die ökologischen Ansprüche der Arten kennenzulernen, und erlauben dem Experten, umfangreiches vegetationskundliches Datenmaterial an Hand von Zahlen zu bearbeiten und auszuwerten.

Bei der Aufstellung seiner sog. "Ökotafeln" konnte ELLENBERG auf seine Erfahrungen und umfangreichen Kenntnisse zurückgreifen bzw. sich auf Angaben anderer Autoren stützen. Diese Zeigerwerte sind also weitestgehend empirisch begründet und nur in wenigen Fällen auf Meßdaten zurückzuführen (ELLENBERG 1979).

Der vorliegende Bericht befaßt sich mit einer quantitativen Überprüfung der Feuchtezahlen einiger Grünlandpflanzen. Die Grundlage hierzu bildet das umfangreiche Datenmaterial zu Böden, Wasserhaushalt und Vegetation von Grünlandstandorten, das im Rahmen einer Doktorarbeit erhoben wurde (KUNZMANN 1989).

### 2. UNTERSUCHUNGSSTANDORTE UND -METHODEN

Die Untersuchungen wurden auf 377 Grünlandflächen in der Region Mittelhessen durchgeführt. Diese verteilen sich auf drei Teilgebiete in der Umgebung von Gießen mit relativ ähnlichen klimatischen Bedingungen. Die durchschnittlichen Niederschlagssummen betragen in der Wetterau und im Gießener Lahntal knapp 600 mm, in Frankenbach (Rheinisches Schiefergebirge) etwa 700 mm. Hier liegt die Jahresdurchschnittstemperatur bei 7,6 °C, in den beiden anderen Gebieten zwischen 8 und 9 °C. Der Großteil der Untersuchungsflächen ist in den

Flußauen von Lahn und Horloff (Wetterau) gelegen; dazu kommen etwa 100 Probeflächen in Hanglagen. Das Spektrum der Böden reicht von sehr stark vernähten Gley- und Niedermoorböden über tiefgründige unvernähte Vegen, Braunerden und Kolluvisolen bis hin zu flachgründigen Rankern. Insgesamt konnten 36 Bodeneinheiten unterschieden werden. Die vegetationskundlichen Untersuchungen ergaben 18 Assoziationen, die sich in über 80 standorts- und nutzungsbedingte Untereinheiten (Subassoziationen, Varianten, etc.) aufgliedern.

Die Pflanzenbestände wurden mit Schätzung der Ertragsanteile der Arten in % (nach KLAPP 1929) aufgenommen; die Berechnung der Bestandes-Feuchtezahlen mF erfolgte mit Hilfe des Programms OEKSYN (SPATZ et al. 1979), wobei die Ertragsanteile der Arten durch die Verwendung von Gewichtungsfaktoren (VOLLRATH und SOLOMATIN 1976) entsprechend Berücksichtigung fanden. An allen Standorten wurde zudem das Bodenprofil beschrieben. Die Grundwasserdynamik wurde mit z.T. mehrjährigen Messungen oder an Hand anderer verfügbarer Daten, der Einfluß von Stau- und Hangwasser am Aufbau des Bodenprofils und auf Grund mehrjähriger Beobachtungen im Gelände beurteilt.

Aus der Vielzahl der ermittelten bodenkundlichen Kennwerte sei nur eine, für diese Untersuchung relevante Größe, erwähnt: die Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers Wpfl. Dieser bodenhydrologische Kennwert errechnet sich aus der nutzbaren Feldkapazität des Bodens zuzüglich der Wassernachlieferung aus dem Grund- oder Hangzugwasser während der Vegetationsperiode. Je nach Bodenart, Profilaufbau und Flurabstand des Grund- bzw. des zufließenden Hangwassers stehen der Grünlandvegetation für den Berechnungszeitraum von 120 Tagen (AG BODENKUNDE 1982) niederschlagsunabhängige Wassermengen zwischen 15 mm (grundwasserfreie, flachgründige Böden) und 900 mm (Niedermoorgleye) zur Verfügung. Wegen der stark differenzierenden Erfassung der Wasserversorgung mit dem Parameter Wpfl ist diese Kenngröße zur Überprüfung der Feuchtezahlen von ELLENBERG besonders gut geeignet.

### 3. ÜBERPRÜFUNG DER FEUCHTEZAHLEN

Von den rund 380 auf den Untersuchungsflächen erfaßten Pflanzenarten wurden jene 118 zum Test der Feuchtezahlen herangezogen, die mit einer Stetigkeit von mindestens 5 % vorkamen. Die Überprüfung erfolgte nach dem in Abb. 1 wiedergegebenen Schema.

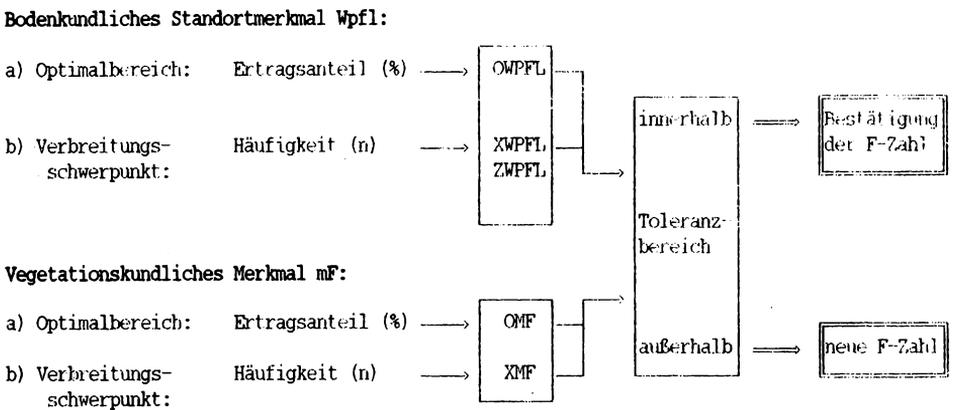


Abb. 1: Schema für die Überprüfung der Feuchtezahlen von ELLENBERG (1979)

Getestet wurde an Hand der Standortmerkmale Bestandes-Feuchtezahl mF und Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers Wpfl. Nach dem erstgenannten Kriterium kann lediglich die relative Einordnung der Arten in die Skala der Feuchtezahlen überprüft werden. Da mit dem bodenkundlichen Kennwert "Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers Wpfl" quantitative Angaben zur Wasserversorgung am Wuchsort der Pflanzen möglich sind, wurde diesem Kriterium die größere Bedeutung beigemessen.

Bei der Überprüfung der Feuchtezahl wurde unterschieden nach:

- dem Bereich des häufigsten Vorkommens einer Art (Verbreitungsschwerpunkt) und
- dem Bereich, wo diese unter den gegebenen Konkurrenzbedingungen die höchsten Ertragsanteile erreicht (Optimalbereich).

Nach Zusammenführung der standortsbezogenen bodenkundlichen und vegetationskundlichen Daten wurde für jede Art die Häufigkeitsverteilung und die durchschnittlichen Ertragsanteile (EA in %) in Abhängigkeit von der Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers bzw. der Bestandes-Feuchtezahl mF ermittelt. Zu diesem Zweck wurden die Werte für das Standortmerkmal Wpfl in 9 Klassen von je 100 mm, die der Bestandes-Feuchtezahl von je 0,5 mF-Einheiten unterteilt.

Abb. 2 zeigt diesen Auswertungsschritt für den Parameter Wpfl am Beispiel von vier ausgewählten Arten. Die gestrichelten Linien markieren die durchschnittlichen Ertragsanteile, die Säulen die Häufigkeiten des Vorkommens der Arten in Abhängigkeit von der Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers. Mit "O" sind die Optimalbereiche, mit "Z" die Mediane und mit "X" die Mittelwerte der Verbreitungsamplituden gekennzeichnet.

Bereits an diesen wenigen Beispielen ist zu ersehen, wie vielgestaltig das Bild der Häufigkeitsverteilung bzw. die Ausprägung des Optimalbereichs der Arten ausfallen kann. Eine Zusammenfassung auf wenige, für die statistische Verrechnung geeignete Maßzahlen ist deshalb unumgänglich. Dies bedeutet jedoch nicht, daß auf die Interpretation dieser Zahlen verzichtet werden darf.

Für jede der 118 getesteten Arten wurden folgende fünf, zu Tab. 1 zusammengestellten statistischen Maßzahlen ermittelt:

- OWPFL, OMF: Optimalbereich der Art für die Merkmale Wpfl und mF;
- XWPFL, XMF: Mittelwert für die Merkmale Wpfl und mF;
- ZWPFL: Median für das Merkmal Wpfl.

Überdurchschnittliche Abweichungen von den Mittelwerten für die Gruppen der Arten mit gleicher F-Zahl nach ELLENBERG sind mit den Zeichen "<" (nach unten) bzw. ">" (nach oben) kenntlich gemacht. Die Reihenfolge innerhalb der Gruppen richtet sich nach dem Optimalbereich bezüglich des Standortmerkmals Wpfl. Arten ohne erkennbares Optimum stehen zu Beginn, die mit den höchsten OWPFL-Werten am Ende der jeweiligen Gruppe. Entsprechend der Stellung innerhalb der Gruppen und an Hand der Markierungen für auffällig abweichende Werte vom Gruppendurchschnitt (">" bzw. "<") kann die Richtigkeit der Feuchtezahlen überprüft werden.

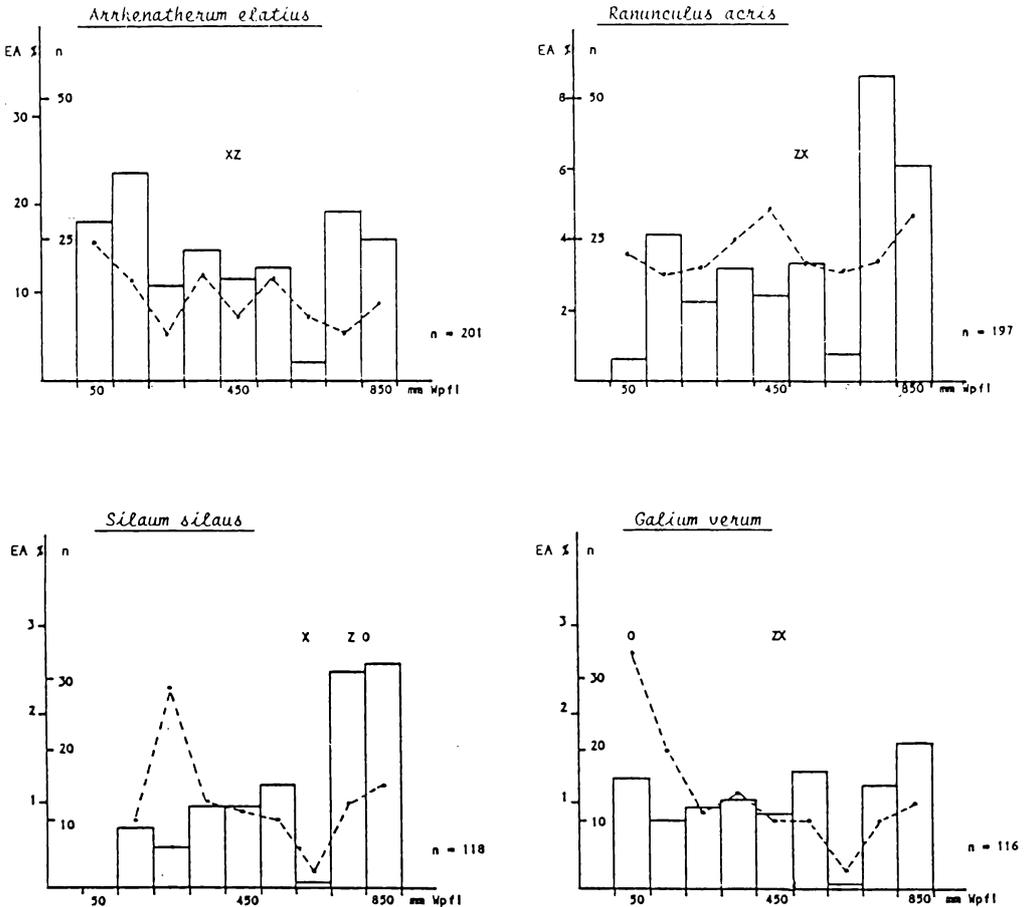
#### 4. KORREKTUR DER FEUCHTEZAHLEN

Bei der Überprüfung der Feuchtezahlen wurde nicht allen verwendeten Prüfparametern die gleiche Bedeutung beigemessen. Der bodenkundlich-hydrologische Kennwert Wpfl stellt eine quantitative Größe für die Wasserversorgung dar und ist deshalb stärker zu gewichten als die auf Relativzahlen basierende Bestandes-Feuchtezahl mF. Berücksichtigt man zusätzlich, daß die Lage des Optimalbereiches ein artspezifisches Merkmal ist, die Häufigkeitsverteilung für das Vorkommen der Arten auch durch die Auswahl der Untersuchungsstandorte beeinflusst sein

kann, ergibt sich folgende Gewichtung der fünf in der Tab. 1 aufgeführten Prüfparameter:

$$\text{OWPFL} > \text{OMF} > \text{ZWPFL}, \text{XWPFL} > \text{XMF}$$

Eine Korrektur der Feuchtezahlen von ELLENBERG ist - unter Berücksichtigung dieser Gewichtung - nicht bei allen Arten mit stark vom Gruppendurchschnitt abweichenden Werten notwendig. Bei der Neubewertung einer Art ist neben deren Standortamplitude auch zu berücksichtigen, ob deren Verbreitung weniger von der Wasserversorgung als vielmehr von anderen Faktoren (z.B. Lichtbedarf, Nährstoffversorgung, Bewirtschaftung) abhängt. Die in Tab. 1 zu den Gruppendurchschnittswerten angegebenen Standardabweichungen weisen darauf hin, daß bei Arten mit Feuchtezahl 4, 5 oder 6 nicht die gleichen, strengen Maßstäbe anzulegen sind wie bei den ausgesprochenen Trockenis- bzw. Nässezeigern ( $F \leq 3$  bzw.  $\geq 7$ ).



**Abb. 2:** Häufigkeitsverteilung und Ertragsanteil ausgewählter Arten in Abhängigkeit vom "pflanzenverfügbaren Bodenwasser" (Wpfl); gestrichelte Linien: Ertragsanteile (EA in %); Säulen: Anzahl (n) der Vorkommen; O = Optimalbereich (höchste EA), X = Mittelwert, Z = Zentralwert der Häufigkeitsverteilung. (Weitere Erläuterungen im Text)

Tab. 1: Parameter zur Überprüfung der Feuchtezahlen von ELLENBERG (1979) für die Standortmerkmale "pflanzenverfügbares Bodenwasser Wpfl" und "Bestandes-Feuchtezahl mF": OWPFL = Optimalbereich, XWPFL = Mittelwert, ZWPFL = Zentralwert für das Kriterium Wpfl [in mm]; OMF = Optimalbereich, XMF = Mittelwert für das Kriterium mF;  $\phi$ ,  $\pm s$  = Mittelwerte,  $\pm$  Standardabweichungen für die Artengruppen gleicher F-Zahl; > = deutlich höher, < = deutlich niedriger als der Gruppendurchschnitt; Zeichen vor den Artnamen: - für Wechselfeuchtezeiger, = für Überschwemmungszeiger

n	Taxon	Parameter					
		OWPFL	XWPFL	ZWPFL	OMF	XMF	
<u>Pflanzenarten mit Feuchtezahl "X":</u>		$\phi$	167	377	306	4.8	5.4
		$\pm s$	62	92	150	0.5	0.3
85	AVENOCHLOA PUBESCENS	-	320	250	-	5.2	
33	CIRSIIUM ARVENSE	-	390	450	5.2	5.4	
51	PRUNELLA VULGARIS	-	410	150	-	5.5	
154	BELLIS PERENNIS	-	470	500	-	5.7	
197	RANUNCULUS ACRIS	-	560	550	5.9	5.9	
90	AGROSTIS TENUIS	100	280	150	4.2	5.2	
172	PLANTAGO LANCEOLATA	100	320	150	4.5	5.2	
195	ANTHOXANTHUM ODORATUM	100	400	350	5.0	5.5	
34	VICIA HIRSUTA	150	180	100	4.2	4.7	
28	RHINANTHUS MINOR	150	250	150	4.2	5.1	
164	TRISETUM FLAVESCENS	150	320	200	4.5	5.1	
237	TRIFOLIUM REPENS	150	430	400	-	5.6	
146	CENTAUREA JACEA agg.	150	440	400	5.2	5.5	
85	BROMUS MOLLIS	200	350	350	5.2	5.3	
200	FESTUCA RUBRA agg.	200	400	300	5.0	5.4	
182	TRIFOLIUM PRATENSE	250	430	400	4.7	5.5	
269	RUMEX ACETOSA	300	460	450	5.2	5.7	
<u>Feuchtezahl "2":</u>							
20	MYOSOTIS RAMOSISSIMA		50	60	50	4.2	4.4
<u>Feuchtezahl "3":</u>		$\phi$	220	250	193	4.6	4.9
		$\pm s$	280	130	172	0.5	0.5
103	POA ANGUSTIFOLIA	-	310	250	4.5	5.4	
23	FESTUCA OVINA agg.	50	100	150	4.2	4.4	
23	SANGUISORBA MINOR	100	170	150	4.2	4.5	
52	RANUNCULUS BULBOSUS	100	270	150	4.7	4.8	
75	PIMPINELLA SAXIFRAGA	150	150	100	4.2	4.7	
33	MYOSOTIS DISCOLOR	150	260	150	4.7	4.9	
58	VERONICA SERPYLLIFOLIA	750	490	550	5.7	5.6	

Fortsetzung Tab. 1:

n	Taxon	Parameter					
		OWPFL	XWPFL	ZWPFL	OMF	XMF	
<u>Feuchtezahl "4":</u>		ø	140	300	231	4.8	5.1
		±s	93	103	136	0.4	0.3
48	CAMPANULA ROTUNDIFOLIA	-	260	150	-	5.0	
45	EROPHILA VERNA	-	440>	450>	-	5.4	
32	HYPERICUM PERFORATUM	50	210	150	4.2<	4.9	
32	PLANTAGO MEDIA	50	230	150	4.2<	4.7	
53	DAUCUS CAROTA	50	240	150	4.7	5.0	
89	LOTUS CORNICULATUS	50	310	150	5.2	5.2	
116	GALIAM VERUM	50	460>	450>	4.5	5.4	
22	CAMPANULA RAPUNCULUS	100	110<	50<	4.2<	4.5<	
25	HIERACIUM UMBELLATUM	100	150<	150	5.2	4.8	
92	LUZULA CAMPESTRIS	100	250	150	4.7	5.0	
99	SAXIFRAGA GRANULATA	100	310	150	4.7	5.1	
210	ACHILLEA MILLEFOLIUM	100	370	350	4.7	5.3	
57	LEONTODON HISPIDUS	150	220	150	4.7	4.9	
130	LEUCANTHEMUM VULGARE	150	360	300	5.2	5.2	
34	KNAUTIA ARVENSIS	250	260	250	5.2	4.8	
82	VERONICA CHAMAEDRYS	250	410	250	5.2	5.4	
27	STELLARIA MEDIA	250	450>	450>	5.2	5.3	
106	STELLARIA GRAMINEA	350>	370	250	5.5>	5.1	
<u>Feuchtezahl "5":</u>		ø	269	370	337	5.2	5.4
		±s	162	145	173	0.6	0.5
117	VERONICA ARVENSIS	-	390	350	-	5.4	
201	ARRHENATHERUM ELATIUS	-	420	450	5.2	5.4	
238	POA PRATENSIS (s.str.)	-	460	400	4.7	5.6	
21	RUMEX ACETOSELLA	50<	100<	100<	4.2<	4.5<	
85	VICIA SEPIUM	100	320	150<	4.2<	5.1	
39	HYPOCHOERIS RADICATA	150	170<	150<	4.7	4.8<	
37	LEONTODON AUTUMNALIS	150	180<	150<	4.7	4.9	
32	CAMPANULA PATULA	150	220	150<	5.0	5.0	
26	HOLCUS MOLLIS	150	220	150<	5.2	5.3	
53	CYNOSURUS CRISTATUS	150	330	200	5.2	5.3	
249	CERASTIUM HOLOSTEOIDES	150	430	350	5.7	5.5	
86	TRIFOLIUM DUBIUM	250	170<	150<	5.0	5.0	
154	DACTYLIS GLOMERATA	250	360	250	5.0	5.2	
98	LOLIUM PERENNE	250	410	450	5.2	5.4	
145	GALIAM ALBUM	350	400	350	5.2	5.4	
64	ANTHRISCUS SYLVESTRIS	350	420	350	5.2	5.3	
81	HERACLEUM SPHONDYLIIUM	350	420	450	5.5	5.4	
78	PHLEUM PRATENSE	350	500	450	6.2>	5.9	
41	CREPIS BIENNIS	350	530>	550>	5.2	5.4	
81	AGROPYRON REPENS	400	470	450	-	5.7	
246	TARAXACUM OFFICINALE	400	470	500	5.2	5.7	
65	VICIA CRACCA	450>	400	400	5.2	5.4	
20	EPILOBIUM ADNATUM	750>	740>	750>	7.2>	7.1>	

Fortsetzung Tab. 1:

n	Taxon	Parameter					
		OWPFL	XWPFL	ZWPFL	OMF	XMF	
<u>Feuchtezahl "6":</u>		ø	577	560	597	6.0	6.1
		±s	200	93	180	0.6	0.5
233	HOLCUS LANATUS	-	450	350<	5.0<	5.6	
89	AJUGA REPTANS	-	540	650	5.7	6.0	
56	- EQUISETUM ARVENSE	150<	470	350<	-	5.8	
27	- HYPERICUM MACULATUM	350<	390<	250<	5.2<	5.5<	
73	- COLCHICUM AUTUMNALE	400	560	450	5.7	5.6	
280	ALOPECURUS PRATENSIS	400	560	750	6.0	6.1	
47	PIMPINELLA MAJOR	450	430<	450	5.7	5.3<	
97	GLECHOMA HEDERACEA	450	510	450	5.7	5.7	
167	LATHYRUS PRATENSIS	550	580	550	-	5.9	
229	FESTUCA PRATENSIS	600	530	550	6.5	6.5	
53	TRIFOLIUM HYBRIDUM	750	560	750	5.7	6.3	
83	RANUNCULUS AURICOMUS agg.	750	600	750	6.2	6.0	
36	- CAREX HIRTA	750	630	750	-	6.4	
137	LYSIMACHIA NUMMULARIA	750	680>	750	6.7>	6.5	
75	RUMEX CRISPUS	750	700>	750	-	6.8>	
92	- AGROSTIS STOLONIFERA	750	720>	750	7.2>	7.0>	
150	- LYCHNIS FLOS-CUCULI	800>	610	750	6.7>	6.3	
<u>Feuchtezahl "7":</u>		ø	740	597	708	6.6	6.4
		±s	21	73	90	0.7	0.5
185	- SANGUISORBA OFFICINALIS	-	550	650	5.7<	6.1	
36	RANUNCULUS FICARIA	-	580	450<	5.7<	5.7<	
212	CARDAMINE PRATENSIS	700<	610	750	6.7	6.4	
19	- CAREX LEPORINA	750	460<	750	6.7	6.4	
44	- JUNCUS EFFUSUS	750	540	750	6.7	6.6	
286	POA TRIVIALIS	750	550	650	6.5	6.1	
232	- RANUNCULUS REPENS	750	590	750	7.0	6.4	
124	DESCHAMPSIA CESPITOSA	750	600	750	6.2	6.2	
118	- SILAUM SILAUS	750	610	750	5.7<	5.9	
42	- JUNCUS CONGLOMERATUS	750	630	750	7.0	6.9	
62	EQUISETUM PALUSTRE	750	700>	750	7.7>	7.0>	
19	POLYGONUM LAPATHIFOLIUM (s.str.)	750	740>	750	7.7>	7.2>	
<u>Feuchtezahl "8":</u>		ø	760	700	757	7.1	7.0
		±s	72	66	27	0.4	0.3
21	- MENTHA ARVENSIS	-	590<	750	7.2	6.9	
49	- LOTUS ULIGINOSUS	750	630	750	7.2	6.8	
20	- JUNCUS ARTICULATUS	750	680	750	7.2	7.3	
59	AGROSTIS GIGANTEA	750	690	750	6.7	6.9	
24	- ACHILLEA PTARMICA	750	720	750	7.2	7.0	
21	JUNCUS ACUTIFLORUS	750	740	750	7.2	7.4>	
53	FILIPENDULA ULMARIA	750	740	750	7.7>	6.9	
45	SENECIO AQUATICUS	750	760	750	7.0	7.0	
31	= CALTHA PALUSTRIS	750	790>	850>	7.7>	7.5>	

Fortsetzung Tab. 1:

n	Taxon	Parameter					
		OWPFL	XWPFL	ZWPFL	OMF	XMF	
62	- CIRSIUM PALUSTRE	800	570<	750	6.2<	6.5<	
67	- MYOSOTIS PALUSTRIS agg.	800	680	750	6.7	6.8	
25	= LYTHRUM SALICARIA	800	770	750	7.2	7.4>	
19	BROMUS RACEMOSUS	850>	700	750	6.5<	6.3<	
64	= PHALARIS ARUNDINACEA	850>	740	750	7.0	7.1	
<u>Feuchtezahl "9":</u>		ø	763	751	750	7.5	7.5
		±s	23	19	0	0.3	0.3
27	SCIRPUS SYLVATICUS	750	730	750	7.2	7.4	
51	AGROSTIS CANINA	750	740	750	7.2	7.5	
56	= POA PALUSTRIS	750	760	750	7.2	7.2	
24	= ALOPECURUS GENICULATUS	750	760	750	7.7	7.7	
19	= ELEOCHARIS UNIGLUMIS	750	760	750	7.7	8.0>	
89	= CAREX DISTICHA	750	770	750	7.7	7.4	
77	= CAREX GRACILIS	750	770	750	7.7	7.2	
66	= GALIUM PALUSTRE agg.	800	720	750	7.7	7.2	
<u>Feuchtezahl "10":</u>							
20	- GLYCERIA MAXIMA	750	760	750	7.7	7.7	

Bei 56 der 118 getesteten Arten (= 47 %) waren überdurchschnittliche Abweichungen von den Gruppenmittelwerten festzustellen und/oder kein Optimalbereich erkennbar. Für 39 Arten wurde schließlich eine neue Feuchtezahl vorgeschlagen. In Tab. 2 sind diese Arten mit der neuen Feuchtezahl ( $F_{\text{neu}}$ ) nebst der Einstufung nach den Prüfparametern mF und Wpfl aufgelistet. Am Beispiel einiger Arten soll die Notwendigkeit, aber auch die Problematik dieser Feuchtezahlüberprüfung erläutert werden.

Nach den von uns auf mittelhessischen Grünlandflächen ermittelten bodenkundlichen Kennwerten sind die Feuchteansprüche einiger Arten von ELLENBERG entweder zu hoch oder zu niedrig eingestuft worden. Besonders deutlich zeigt sich dies bei *Rumex acetosella* (nach ELLENBERG 1979:  $F = 5$ ,  $F_{\text{neu}} = 2$ ), *Veronica serpyllifolia* ( $F = 3$ ,  $F_{\text{neu}} = 6$ ), *Epilobium adnatum* ( $F = 5$ ,  $F_{\text{neu}} = 8$ ) und *Agrostis stolonifera* ( $F = 6-$ ,  $F_{\text{neu}} = 8-$ ).

Einigen als indifferent eingestuften Arten kann nach den bodenkundlichen Werten durchaus eine Feuchtezahl zugewiesen werden. Als Beispiel sei *Ranunculus acris* genannt, dessen Verbreitung und optimale Entwicklung auf die Bevorzugung frischer bis feuchter Standorte hinweist ( $F = X$ ,  $F_{\text{neu}} = 6$ ; s. Abb. 2).

Andere Taxa, denen von ELLENBERG (1979) eine Feuchtezahl zuerkannt wurde, sind dagegen nach den bodenkundlichen Kennwerten der untersuchten mittelhessischen Grünlandflächen als indifferent bezüglich der Wasserversorgung zu bezeichnen; hierzu zählt u.a. *Arrhenatherum elatius* ( $F = 5$ ,  $F_{\text{neu}} = X$ ). Beim Glatthafer ist dies eigentlich zu erwarten, besitzt er doch ein sehr breites Standortspektrum. Bei entsprechender Düngung und Bewirtschaftung kann dieses Gras auf nahezu allen Standorten hohe Ertragsanteile erreichen (s. Abb. 2).

Tab. 2: Vorgeschlagene neue Feuchtezahl ( $F_{neu}$ ) für einige Pflanzenarten aufgrund abweichenden Verhaltens der Arten bei den Parametern "Bestandes-Feuchtezahl mF" und "pflanzenverfügbares Bodenwasser Wpfl".

Taxon	Einstufung nach:		
	mF	Wpfl	$F_{neu}$
nach ELLENBERG (1979)			
<u>Feuchtezahl "X": (Indifferente)</u>			
<i>Ranunculus acris</i>	6	X o. 6	6
<i>Rhinanthus minor</i>	3	3 o. 4	4
<i>Vicia hirsuta</i>	3	3	3
<u>Feuchtezahl "3":</u>			
<i>Poa angustifolia</i>	X o. 5	4	X
<i>Veronica serpyllifolia</i>	5 o. 6	6	6
<u>Feuchtezahl "4":</u>			
<i>Campanula rapunculus</i>	3	3	3
<i>Campanula rotundifolia</i>	(X)	(X)	X
<i>Erophila verna</i>	X o. 5	X o. 5	X
<i>Galium verum</i> (4-)	4	5 o. X	X-
<i>Stellaria graminea</i>	5	5	5
<i>Stellaria media</i>	4	5 o. X	X
<u>Feuchtezahl "5":</u>			
<i>Agropyron repens</i> (5-)	X	5	X-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	5	X	X
<i>Crepis biennis</i>	5	6	6
<i>Epilobium adnatum</i>	8	8	8
<i>Poa pratensis</i> (s.str.)	5	X	X
<i>Rumex acetosella</i>	2	2	2
<i>Trifolium dubium</i>	5	(4)	4
<i>Veronica arvensis</i>	X	X	X
<i>Vicia cracca</i>	5	6	6
<i>Vicia sepium</i>	4	(4)	4
<u>Feuchtezahl "6":</u>			
<i>Agrostis stolonifera</i> (6-)	8	8	8-
<i>Equisetum arvense</i> (6-)	X	4	X-
<i>Holcus lanatus</i>	5	X o. 5	5
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (6-)	7	8	7-
<i>Lysimachia nummularia</i>	7	(7)	7-
<i>Pimpinella major</i>	(5)	(5)	5
<i>Rumex crispus</i>	7 o. X	7	7

Fortsetzung Tab. 2:

Taxon	Einstufung nach:		
	mF	Wpfl	F <sub>neu</sub>
<b>Feuchtezahl "7":</b>			
<i>Cardamine pratensis</i>	7	6	6
<i>Equisetum palustre</i>	9	8	8
<i>Polygonum lapathifolium</i>	9	8	8
<i>Ranunculus ficaria</i>	6	6 o. X	6
<i>Sanguisorba officinalis</i> (7-)	6	X o. 6	6-
<b>Feuchtezahl "8":</b>			
<i>Bromus racemosus</i>	7	9	8-
<i>Caltha palustris</i> (8=)	9	9	9=
<i>Cirsium palustre</i> (8~)	6	(7)	7-
<i>Mentha arvensis</i> (8-)	8	X o. 6	7-
<i>Phalaris arundinacea</i> (8=)	8	9	9=
<b>Feuchtezahl "9":</b>			
<i>Eleocharis uniglumis</i> (9=)	(10)	9	10=

Auch die vielfältigen Ausbildungen der Glatthafer-Wiesen sprechen für eine indifferente Reaktion von *Arrhenatherum elatius* auf die Wasserversorgung. ELLENBERG (1978) selbst hat beschrieben, daß die trockenen Subassoziationen dieser Gesellschaft im Kontakt zum *Mesobromion*, die feuchten den *Molinietalia*-Gesellschaften nahe stehen und die *Carex*- und *Phalaris*-Ausbildungen auf sehr nassen Standorten die Verbindung zum *Magno-Caricion* schaffen. Die 30 Subassoziationen, Varianten und Subvarianten, in die sich die hier untersuchten Bestände des *Arrhenatheretum* gliedern lassen, erstrecken sich über die gesamte o.g. Standortpalette (vgl. KUNZMANN 1989).

Nach unseren Beobachtungen sind für das Vorkommen einiger Arten nicht die Wasserversorgung, sondern andere Standortfaktoren entscheidend. *Erophila verna* z.B. trat stets dort auf, wo die Vegetationsdecke lückig war und das einfallende Licht ungehindert auf die (oft nackte) Bodenoberfläche auftreffen konnte. So wurde diese annuelle Art bei den Untersuchungen mit gleicher Häufigkeit auf trockenen, frischen und feuchten Standorten, ja sogar in Röhrichtern und Seggenbeständen angetroffen. Anstelle der Feuchtezahl 4 wird deshalb für *Erophila verna* die Kennung für indifferentes Verhalten ( $F_{neu} = X$ ) vorgeschlagen

Auf die Koppelung von Feuchte- und Stickstoff-Zahl haben bereits andere Autoren mehrfach hingewiesen (u.a. SCHWEIGHART 1962; LANDOLT 1977; BÖCKER et al. 1983). Nicht selten haben sog. "Magerkeitszeiger" nicht nur eine niedrige N-, sondern auch eine niedrige F-Zahl und werden deshalb fälschlicherweise als Trockeniszeiger aufgefaßt. Die Verbreitung solcher Arten ist aber keineswegs auf trockene Standorte beschränkt, denn bei fehlender Düngung treten diese auch noch in den Pflanzengesellschaften der feuchten und nassen Standorte auf. Ebenso kann reichliche Nährstoffversorgung den Einfluß der Wasserversorgung überlagern. Am Beispiel von zwei Arten, die nach ELLENBERG (1979) gleiche Ansprüche an die Feuchteverhältnisse stellen, wird dies deutlich: *Campanula rotundifolia* und *Stellaria media* besitzen nach ELLENBERG die Feuchtezahl 4, sind aber nach unseren Ergebnissen bezüglich der Wasserversorgung als indifferent ( $F_{neu} = X$ ) anzusehen, wenn auch aus unterschiedlichen Gründen. Während *Campanula rotundifolia* in ungenügend gedüngten Beständen vertreten war und deshalb als Nährstoffmangelzeiger zu betrachten ist, kam *Stellaria media*

überall dort vor, wo die Stickstoffversorgung reichlich bis übermäßig war (Eutrophierungszeiger). Die Menge des jeweils zur Verfügung stehenden Wassers war dabei von untergeordneter Bedeutung. Andere Magerkeitszeiger (z.B. *Luzula campestris*, *Ranunculus bulbosus*, *Pimpinella saxifraga*, *Lotus corniculatus*, *Saxifraga granulata*, *Plantago media*) reagieren ähnlich. Die für das mittelhessische Grünland vorliegenden bodenkundlichen Daten reichen jedoch nicht für eine Korrektur der ELLENBERG'schen Feuchtezahlen dieser Arten aus.

Die Entscheidung, einer Art eine mittlere Feuchtezahl zuzuweisen oder sie als indifferent bezüglich der Wasserversorgung einzustufen, ist an Hand der von uns ermittelten Zahlen (Tab. 1) nicht immer eindeutig zu fällen. Häufig wiesen Arten des mittleren Bereichs der Feuchtezahlen-Skala bei den Prüfparametern die gleichen Werte und Streubreiten auf wie Arten ohne Feuchtezahl. Wir halten es deshalb für erwägenswert, die Arten mit Feuchtezahl 5 den Indifferenten zuzuschlagen.

Kompliziert wird dieses Problem noch durch die sog. Wechselfeuchtezeiger, die von ELLENBERG (1979) mit dem Zusatzzeichen "-" gekennzeichnet wurden, denn auch diese Arten haben meist eine sehr weite Standortamplitude. Aus den auf den mittelhessischen Grünlandflächen ermittelten Werten der Prüfparameter sind nur wenige Hinweise auf diesen speziellen Indikatorwert zu entnehmen. Am ehesten können als Wechselfeuchtezeiger solche Arten bezeichnet werden, deren Artmächtigkeitskurven zwei Maxima aufweisen. Hierzu zählen u.a. *Galium verum* (F = 4-) und *Silaum silaus* (F = 7-). Da *Galium verum* im Gegensatz zu *Silaum silaus* nach der Häufigkeitsverteilung keinen Verbreitungsschwerpunkt erkennen läßt (Abb. 2), wird für das Echte Labkraut  $F_{\text{neu}} = X$ - vorgeschlagen. Auch *Equisetum arvense* ist nach unseren Ergebnissen als indifferent bezüglich der Menge des zur Verfügung stehenden Wasser, aber als Indikator für wechselfeuchte Standortverhältnisse anzusehen ( $F_{\text{neu}} = X$ -)

Der Begriff "Wechselfeuchte" umschreibt den Sachverhalt der wechselnden Bedingungen bei der Wasserversorgung; neben einem periodisch auftretenden Wasserdefizit (Sommer) herrscht im Boden auch zeitweise Luftmangel (Winter bis Frühjahr). Die Einführung eines weiteren Indikatorwertes, welcher die Ansprüche der Arten an die Durchlüftung des Bodens charakterisiert, könnte wesentlich zur Unterscheidung von geeigneten Wechselfeuchtezeigern beitragen. Die "Dispersitäts- und Durchlüftungsmangelzahlen" von LANDOLT (1977) stellen einen ersten Schritt in diese Richtung dar. Sie sind nach unserer Ansicht jedoch nicht ausreichend, da sie sich zu stark am Substrat, insbesondere an der Textur orientieren. Die neu aufzustellenden Luftzahlen (eine mögliche Bezeichnung wäre "A", von lat. aer = Luft) müßten den tatsächlichen Sauerstoffbedarf bzw. die Empfindlichkeit der Pflanzenwurzeln gegenüber einer ungenügenden Bodendurchlüftung stärker berücksichtigen. Ein weiterer Vorzug dieses neuen Indikatorwertes könnte darin liegen, daß mit dessen Hilfe innerhalb der Feuchte- und Nässezeiger nicht nur die Wechselfeuchte- und Überschwemmungszeiger, sondern auch Zeiger für Quell-, Sicker-, Grund- oder Staunässe unterschieden werden könnten. Ein erster Ansatz hierzu findet sich bei VOLLRATH (1981).

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Feuchtezahlen von ELLENBERG (1979) sind eine wertvolle Grundlage für die Beurteilung des Standortwasserhaushaltes, deren Richtigkeit nach der von uns auf 377 mittelhessischen Grünlandflächen vorgenommenen Überprüfung an Hand des bodenkundlichen Parameters "pflanzenverfügbares Bodenwasser (Wpfl)" im großen und ganzen bestätigt werden kann. Nach den Werten der Prüfparameter, aber auch unter Berücksichtigung der an den untersuchten Wuchsorten herrschenden Wechselwirkungen zwischen allen Standortfaktoren, insbesondere zwischen der Wasser- und der Nährstoffversorgung, wird für einige Arten eine geringfügige, für wenige Taxa eine erhebliche Korrektur der Feuchtezahl vorgeschlagen.

Da in vielen Fällen keine Unterschiede bei der Wasserversorgung indifferenter und mäßige Frische anzeigender Arten zu ermitteln waren, ist eine klare Unterscheidung zwischen diesen Artengruppen nicht möglich. Es ist deshalb zu überlegen, die Arten mit Feuchtezahl 5 und die Indifferenten zusammenzufassen.

Im Interesse einer sicheren Unterscheidung der Wechselfeuchtezeiger wird für die Einführung eines weiteren Indikatorwertes plädiert, der die Ansprüche der Arten an die Durchlüftung des Bodens kennzeichnen soll.

## LITERATUR

- AG BODENKUNDE, 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung. - 3. Aufl., Hannover: 331 S.
- BÖCKER R., KOWARIK I., BORNKAMM R., 1983: Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach ELLENBERG. - Verh. Ges. f. Ökologie, Festschr. für H. Ellenberg, Göttingen: 35-56.
- ELLENBERG H., 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. - 2. Aufl., Stuttgart: 981 S.
- ELLENBERG H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica 9, 2. Aufl., Göttingen: 122 S.
- KLAPP E., 1929: Thüringische Rhönhuten. - Wiss. Archiv f. Landwirtschaft 2, H. 4, Berlin: 704-786.
- KUNZMANN G., 1989: Der Ökologische Feuchtegrad als Kriterium zur Beurteilung von Grünlandstandorten - ein Vergleich bodenkundlicher und vegetationskundlicher Standortmerkmale. - Diss. Univ. Gießen, Dissertationes Botanicae 134, Berlin und Stuttgart: 254 S.
- LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. - Veröff. d. Geobot. Inst. d. ETH Zürich, Stiftung Rübel, H. 64.
- SCHWEIGHART O., 1962: Trockenhold = düngerfliehend? - Bayer. Landw. Jb. 39: 245-248.
- SPATZ G., PLETL L., MANGSTL A., 1979: Programm OEKSYN zur ökologischen und synsystematischen Auswertung von Pflanzenbestandsaufnahmen. - In: ELLENBERG, H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas: 2-37.
- VOLLRATH H., 1981: Zeigerpflanzen für den Wasserhaushalt auf dem Grünland. - Der Tierzüchter 1: 28-31.
- VOLLRATH H., SOLOMATIN A., 1975: Die ökologische Auswertung von Vegetationsaufnahmen. - Selbstverlag, Lehrstuhl f. Grünlandlehre, Weihenstephan..

## ADRESSE

Dr. Günther Kunzmann  
Prof. Dr. Tamas Harrach  
Institut für Bodenkunde und  
Bodenerhaltung der  
Justus-Liebig-Universität Gießen  
Wiesenstr. 3-5  
D-W-6300 Gießen

Prof. Dr. Heinrich Vollrath  
Hessische Lehr- und  
Forschungsanstalt  
Eichhof  
D-W-6430 Bad Hersfeld

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [19\\_2\\_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Kunzmann Günther, Harrach Tamas, Vollrath Heinrich

Artikel/Article: [Überprüfung der Ellenberg'schen Feuchtezahlen anhand bodenkundlicher Parameter auf Grünlandstandorten in Mittelhessen 386-397](#)