

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 41 (1968)

**Artikel:** Zur Stickstoff- und Wasserversorgung ungedünfter und gedünfter Feuchtwiesen : ein Nachwort

**Autor:** Ellenberg, Heinz

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308318>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Zur Stickstoff- und Wasserversorgung ungedünfter und gedünfter Feuchtwiesen – ein Nachwort

von HEINZ ELLENBERG, Göttingen

Die in dieser Veröffentlichung vereinigten Dissertationen von ROLANDO LEÓN (Buenos Aires) und JOHN TREVOR WILLIAMS (London) bilden eine Einheit, so verschieden sie in Sprache, Darstellungsweise und Zielsetzung auch sein mögen. Sie waren von vornherein als parallele Forschungsvorhaben geplant und ergänzen einander ebenfalls in ihrer nun endlich im Druck vorliegenden Form. Zugleich sind sie Teile eines umfassenderen Programms, das mit den Arbeiten von F. H. MEYER (1957) und H. ELLENBERG (1964) begonnen und in der Dissertation von M. RUNGE (1965) sowie in der Diplomarbeit von GIGON (1968) fortgesetzt wurde. Weitere Beiträge sind von ANTONIETTI (Tessiner Waldgesellschaften), YERLY (Kleinseggen- und Kleinbinsen-Gesellschaften), REHDER (alpine und subalpine Rasen), DE RHAM (Westafrikanische Wälder und Savannen), ZAPKE (Hochmoore und Zwischenmoore), WAGNER (Fichtenwälder), RUNGE (Wälder und Wiesen des Solling), ELLENBERG (Waldgesellschaften des Schweizer Mittellandes) und anderen zu erwarten.

LEÓN und WILLIAMS untersuchten Wiesengesellschaften auf feuchten bis nassen Standorten und bezogen solche auf relativ trockenen Standorten vergleichsweise mit ein. Beide erbrachten den Beweis, daß die aus Geländebeobachtungen und floristischen Vergleichen gebildeten Vorstellungen über die Feuchtigkeitsgrade dieser Standorte im großen und ganzen stimmen (s. Tab. 1). Die im Mittelpunkt beider Untersuchungen stehenden Gesellschaften der Ordnung *Molinietalia* leiden selbst in Trockenjahren nicht oder nur sehr kurzfristig unter übermäßigen Saugspannungen des Bodens. Lediglich in den obersten Bodenschichten erreichten die Wasserpotentiale in Trockenperioden des Jahres 1964 mehr als —3 atm, aber niemals das permanente Welkeprozent (PWP, etwa —15 atm). Das Grundwasser oder doch sein Kapillarsaum blieb meistens für die Wurzeln erreichbar und schränkte in den «nassen» Untergesellschaften die Sauerstoffversorgung der Wurzeln ein.

Die in der Literatur verbreitete, aber bereits von ELLENBERG (1963) angezweifelte Meinung, daß sich die Verbände *Molinion* und *Calthion* durch den Grad der Wechselfeuchtigkeit ihrer Böden unterschieden, konnte nicht bestätigt werden. Die Standorte der Pfeifengraswiesen sind nicht durchweg stärker wechselfeucht als die der vergleichbaren Kohldistelwiesen oder anderen gedüngten Feuchtwiesen. Vielmehr sind die Unterschiede im Artengefüge dieser beiden Verbände Folgen der verschieden guten Versorgung mit Nährstoffen, insbesondere mit Stickstoff. Ausgesprochen wechselfeuchte Böden tragen heute allerdings relativ häufig Pfeifengraswiesen, weil sich dort die Düngung weniger lohnt als auf gleichmäßiger mit Wasser versorgten Standorten.

Tab. 1 Feuchtigkeitsextreme in den Böden verschiedener Wiesengesellschaften (abgerundete Werte für 1963 und 1964 nach LEÓN und WILLIAMS)

Gesellschaften	Grundwasserstände höchste tiefste (cm)		Grundwasserschwankung größte geringste (cm)	Saugspannung Maximum (—atm)
<b>Halbtrockenrasen</b>				
<i>Mesobrometum alluviale</i> <sup>1</sup>	55	>150	>100	>15
<b>Kalk-Pfeifengraswiesen</b>				
<i>Molinietum</i>				
– trocken	0–70	170–180	160	85
– mäßig feucht	0–15	115–135	135	90
– feucht (typisch)	+5–15	60–140	135	45
– <i>schoenetosum</i> <sup>1</sup>	0	125		125
– <i>juncetosum</i> <sup>1</sup>	0	120		120
<b>Saure Pfeifengraswiesen</b>				
<i>Junco-Molinietum</i>				
– trocken <sup>1</sup>	35	>180	>145	
– feucht (typisch) <sup>1</sup>	35	70	35	7
– naß <sup>1</sup>	5	55	50	
<b>Gedüngte Feuchtwiesen (WILLIAMS)</b>				
<i>Cirsium oleraceum</i> -Gesellschaft				
– relativ trocken <sup>1</sup>	45	100	55	13
– typisch <sup>1</sup>	50	95	45	<10
– naß <sup>1</sup>	5	40	35	5
<b>Kleinseggenrieder</b>				
<i>Caricetum davallianae</i>	0	45–90	90	45
<i>Schoenetum ferruginea</i>				
– typisch <sup>1</sup>	+5	150	155	4
– am Hang <sup>1</sup>	0	50	50	
<i>Caricetum canescenti-fuscae</i> <sup>1</sup>	+5	65	70	0,3
<b>Großseggenried</b>				
<i>Caricetum elatae</i> <sup>1</sup>	+10	>110	>120	

<sup>1</sup> Nur eine Meßstelle

Hauptgegenstand beider Dissertationen war die Mineralstickstoff-Nachlieferung der Böden unter Feldbedingungen im Vergleich zu derjenigen im Laboratorium, d.h. bei konstanter und günstiger Temperatur (20 °C, siehe ELLENBERG, 1964). Da die Temperaturen der Böden im Gelände meistens niedriger blieben, wurde in ihnen durchweg weniger NH<sub>4</sub> bzw. NO<sub>3</sub> akkumuliert als in den Parallelproben bei 20 °C. In jedem Falle aber zeigte sich, daß die Standorte der «ungedüngten Feuchtwiesen», namentlich der Pfeifengraswiesen

Tab. 2 Ungedüngte Wiesengesellschaften: Ungefähres Mineralstickstoffangebot pro Hektar und Jahr unter Feldbedingungen

Gesellschaften	Autor	kg/ha/J
<b>Kalk-Halbtrockenrasen</b>		
<i>Teucrio-Mesobrometum</i>	G	20–30* (<)
<i>Colchico-Mesobrometum</i>	G	20–30* (>)
<i>Mesobrometum alluviale</i>	L	10
<b>Kalk-Pfeifengraswiesen</b>		
<i>Molinietum</i>		
– trocken	L	0
– mäßig feucht	L	2–15
– feucht	L	5–40*
– <i>schoenetosum</i>	L	0
– <i>juncetosum</i>	L	0–30*
<b>Saure Pfeifengraswiesen</b>		
<i>Junco-Molinietum</i>		
– trocken	L	0
– feucht	L	1
– naß	L	8
<b>Kalk-Kleinseggenrieder</b>		
<i>Caricetum davallianae</i>	L	0–5
<i>Schoenetum ferrugineae</i>		
– typisch	L	40*
– am Hang	L	0
<b>Saures Kleinseggenried</b>		
<i>Caricetum canescenti-fuscae</i>	L	0
<b>Großseggenried</b>		
<i>Caricetum elatae</i>	L	>30*

Anmerkung: G = A. GIGON, L = R. LEÓN, (<) = wohl weniger, (>) = wohl etwas mehr,  
\* = nicht mehr gemäht

(*Molinion*) und Kleinseggenrieder (*Caricion davallianae* und *Caricion canescenti-fuscae*), außerordentlich arm an pflanzenverfügbarem Stickstoff sind, während die «gedüngten Feuchtwiesen» (*Calthion* bzw. *Bromion racemosi*) ebenso wie die Glatthaferwiesen (*Arrhenatherion*) in dieser Hinsicht wesentlich günstigere Bedingungen genießen (vgl. Tab. 2 und 3). Auch die Böden der Kalk-Halbtrockenrasen (*Mesobromion*) sind stickstoffarm, wie die Stichproben von LEÓN und GIGON übereinstimmend ergaben (Tab. 2).

In der durch die Bodenfeuchtigkeit verursachten Stufenfolge: Glatthaferwiese – relativ trockene Kohldistelwiese – typische Kohldistelwiese – nasse Kohldistelwiese nimmt die Mineralstickstoff-Nachlieferung unter vergleichbaren Bedingungen stetig ab (s. Tab. 3). Nach WILLIAMS entspricht dieser Ab-

Tab. 3 Gedüngte Feuchtwiesen: Ungefähres Mineralstickstoffangebot pro Hektar und Jahr unter Feldbedingungen

Gesellschaften	Autor	kg/ha/J
<b>Glatthaferwiesen</b>		
<i>Arrhenatheretum typicum</i>	W	135–260
<b>Kohldistelwiesen</b>		
<i>Cirsium oleraceum</i> -Gesellschaft		
– frisch	W	80–210
– feucht	W	45–170
– naß	W	25– 70
<b>Waldsimsenwiese</b>		
<i>Scirpus silvaticus</i> -Bestände	W	70

Anmerkung: W = WILLIAMS

nahme in der N-Versorgung auch eine Abnahme in der Substanzproduktion der Wiesen. Hauptursache beider Erscheinungen dürfte die zunehmende Einschränkung des Wurzelraumes und der durchlüfteten Bodenschicht durch das immer höher anstehende Grundwasser sein. Jedenfalls konnten sowohl LEÓN als auch WILLIAMS an ihrem Material bestätigen, daß gute Durchlüftung bei ausreichender Wasserversorgung insbesondere die Nitrifikation fördert.

Die Zahlen in den Tabellen 2 und 3 sind allerdings nur in der Größenordnung, nicht im einzelnen vergleichbar, da sich die Jahressummen der NH<sub>4</sub>- und NO<sub>3</sub>-Akkumulationen aus den verfügbaren Unterlagen nur näherungsweise ermitteln ließen. Sie wurden aus den ursprünglich gewichtsmäßig bestimmten (mg N/100 g Boden) und mit Hilfe des scheinbaren spezifischen Gewichtes der Böden auf Frischvolumen umgerechneten Werten (mg N/l) pro Hektar berechnet (kg N/ha), indem vorausgesetzt wurde, daß die für rund 5 cm Bodentiefe laufend gemessenen Werte bis etwa 20 cm Tiefe gültig sind. Nach den Stichproben von LEÓN und WILLIAMS erscheint diese vereinfachende Annahme für Feuchtwiesen berechtigt, wenn sie auch sicher zu sehr schematisiert. Die jeweils in 6 Wochen akkumulierten NH<sub>4</sub>- bzw. NO<sub>3</sub>-Mengen wurden über das ganze Jahr addiert (kg N/ha/Jahr), weil nicht sicher bekannt ist, welcher Teil des in der kalten Jahreszeit produzierten Mineralstickstoffs noch von den Pflanzenwurzeln ausgenutzt werden kann und welcher nicht. Auf diese Weise ergeben sich Maximalwerte, die über die tatsächliche N-Versorgung der Wiesenbestände wahrscheinlich mehr oder weniger weit hinausgehen.

Immerhin liegen die so erhaltenen Werte für die gedüngten Feuchtwiesen in einer Größenordnung, die auch für Waldböden von mittlerer bis hoher Produktionskraft gefunden wurde. In schweizerischen Laubwaldböden werden nach ELLENBERG (unveröff.) etwa 50–200 kg/ha/Jahr akkumuliert, und in dem von RUNGE (unveröff.) besonders sorgfältig untersuchten Boden eines Hainsimsen-Buchenwaldes (*Luzulo-Fagetum typicum*) im Solling westlich Göttingen betrug die Jahressumme an akkumuliertem Mineralstickstoff sowohl 1967 als auch 1968 ziemlich genau 100 kg/ha/Jahr. Die bei intensiver Wiesenwirtschaft jährlich aufgewendeten Düngermengen bewegen sich ebenfalls in ähnlichen Be-

reichen (60–120 kg N/ha/Jahr). Sie entsprechen annähernd den tatsächlich mit dem geernteten Heu entzogenen Stickstoffmengen.

Zwischen den Düngergaben und der im Brutversuch gemessenen N-Akkumulation besteht nach WILLIAMS kein einfacher und direkter Zusammenhang. Schon kurze Zeit nach einer Düngung erwies sich der aktuelle Gehalt an NH<sub>4</sub> oder NO<sub>3</sub> im Boden als nur unwesentlich erhöht. Die Düngung bereichert aber den Stoffkreislauf und führt dazu, daß Ammonifikation und Nitrifikation in gedüngten Wiesenböden ungefähr mit der gleichen Intensität verlaufen wie in vergleichbaren Waldböden. Ihre ammonifizierende oder nitrifizierende Kraft bleibt den gedüngten Wiesenböden auch dann erhalten, wenn sie einige Monate oder ein Jahr lang keine Stoffzufuhr erhalten.

Die meisten der von LEÓN und WILLIAMS untersuchten Wiesenböden haben neutrale bis schwach saure Reaktion, bieten also in dieser Hinsicht günstige Bedingungen für die Nitrifikation. Tatsächlich war die Nitratbildung in den meisten Fällen während des ganzen Jahres relativ so stark, daß nur ausnahmsweise mehr Ammonium als Nitrat akkumuliert wurde. Insbesondere gilt dies für die gedüngten Wiesenböden; in den von LEÓN studierten, teilweise viel nasseren Böden ungedünfter Seggenrasen überwog zeitweilig die NH<sub>4</sub>-Ansammlung, offenbar, weil es an Sauerstoff mangelte. WILLIAMS bewies den nitrifikationshemmenden Einfluß von O<sub>2</sub>-Entzug in einigen seiner Böden auch experimentell. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhange die von beiden Autoren unabhängig voneinander gefundene Tatsache, daß im oberen Bereich des Grundwassers oft reichlich NO<sub>3</sub> angesammelt wird. Wie WILLIAMS im Laboratorium zeigte, kann hier sogar Nitrifikation stattfinden. Diese Erscheinung wäre es wert, näher untersucht zu werden.

Im Gegensatz zu den Düngewiesen werden den ungedüngten Streuwiesen Jahrzehnte oder Jahrhunderte hindurch immer wieder N-haltige Substanzen mit der Ernte entzogen, ohne daß sie von Zeit zu Zeit ersetzt würden. Da auch kein Bestandesabfall auf den Boden gelangt, der den Stickstoff – ähnlich wie die Blattstreu im Walde – wieder in den Kreislauf zurückführen könnte, verarmt der Boden mehr und mehr. Unter dauernd genutzten Streuwiesen ist infolgedessen sowohl der aktuelle Gehalt des Bodens an NH<sub>4</sub> und NO<sub>3</sub> als auch seine ammonifizierende und nitrifizierende Kraft praktisch gleich Null, wie LEÓN an zahlreichen Beispielen und zu allen Jahreszeiten während beider Untersuchungsjahre fand. Wo sich höhere Werte ergaben, z. B. im Falle eines Kopfbinsenrieds (*Schoenetum ferrugineae*) und einiger Kalk-Pfeifengraswiesen (s. Tab. 2), handelte es sich stets um Bestände, die schon seit einigen Jahren nicht mehr gemäht wurden und auf deren Boden organischer Abfall eine zunehmend dicke Schicht bildete.

Trotz der Stickstoffarmut ihrer Böden sind alljährlich zur Gewinnung von Stallstreu gemähte Wiesen, insbesondere Pfeifengraswiesen (*Molinietum* und *Junco-Molinietum*), erstaunlich ertragreich. Jahrzehntelang geben sie ohne jede Düngung Strohernten, deren Trockensubstanzmenge derjenigen mittelmäßig gedüngter Futterwiesen kaum nachsteht. Wie ist dies zu erklären? Unter Hin-

weis auf Analysen von CHWASTEK betont LEÓN, daß der vergilbte Aufwuchs von Streuwiesen, namentlich von *Molinia coerulea*, zur Schnittzeit im Herbst fast nur noch Kohlenhydrate enthält, während Stickstoff, Phosphor und andere Nährstoffe in die unterirdischen Organe abgewandert sind. Die Pflanzen der Streuwiesen, insbesondere das Pfeifengras, haben also einen sehr wirksamen «inneren Stickstoff-Kreislauf», der ihnen die alljährlich zum Eiweiß-Aufbau nötige Menge an N (sowie an P) sichert, und sind nicht auf die N-Mineralisation des Bodens angewiesen. Dies gilt freilich nur unter der Voraussetzung, daß sie ihren Lebenszyklus ungestört abschließen können und weder durch zu frühe Mahd noch durch Tierfraß vorzeitig Eiweißstoffe verlieren.

Die Wurzeln von *Molinia* und anderen Streuwiesenpflanzen haben (nach eigenen, noch unveröffentlichten Untersuchungen) eine wesentlich längere Lebensdauer als diejenigen von Gräsern wie *Arrhenatherum*, *Dactylis*, *Poa trivialis* und anderen, die auf früh und öfters geschnittenen Wiesen vorherrschen. Bei den letzteren sterben die im Vorjahr gebildeten Wurzeln während des Herbstes und Winters großenteils ab und werden bereits vom Vorfrühling an durch neue ersetzt. Infolgedessen fällt im Boden von Futterwiesen in jedem Frühjahr und teilweise auch schon im Herbst reichlich totes eiweißhaltiges Material an. Dies ermöglicht die Spitzenwerte der NH<sub>4</sub>- und NO<sub>3</sub>-Akkumulation, die WILLIAMS und LEÓN in den Böden vieler von ihnen untersuchter Wiesen sowohl im Freiland als auch im Laboratorium, also unabhängig von den Temperaturbedingungen, fanden. Die Böden von Halbtrockenrasen (*Mesobromion*) stehen in dieser Hinsicht anscheinend zwischen denen der ebenfalls ungedüngten, aber an Leguminosen ärmeren Streuwiesen und denen der Futterwiesen. GIGON (1968) fand hier Höchstwerte der NO<sub>3</sub>-Akkumulation im Mai und Juni, während zu allen übrigen Jahreszeiten keine meßbaren Mengen an Mineralstickstoff anfielen.

Wie bei LEÓN und WILLIAMS lag übrigens die Grenze der Meßgenauigkeit bei GIGONS Untersuchungen bei 2 mg/l Boden bzw. bei etwa 0,2 mg/100 g Boden. Die meisten Messungen von LEÓN bewegten sich innerhalb oder in der Nähe dieser Fehlergrenze. Die negativen Werte, die LEÓN nicht selten nach 6wöchiger Bebrütung erhielt, besagen, daß der anfänglich festgestellte aktuelle Gehalt an NH<sub>4</sub> oder NO<sub>3</sub> verbraucht wurde, ohne daß er während dieser Zeit von den Wurzeln höherer Pflanzen hätte aufgenommen werden können. In diesen Fällen haben sehr wahrscheinlich Bakterien den Stickstoff in ihrer eigenen Körpersubstanz vorübergehend festgelegt, eine Erscheinung, die man bei N-armen Bodenproben häufig beobachten kann. Sie wird dadurch ausgelöst, daß die Aufbereitung der Proben, insbesondere das Lockern bei der Entnahme oder gar beim Sieben, einen besseren Sauerstoff-Zutritt ermöglicht. Das spricht nicht gegen die Brauchbarkeit der Bebrütungsmethode im allgemeinen, läßt aber eine mindestens 6wöchige Dauer der Bebrütung unbedingt geraten erscheinen.

Diese allgemeinen und methodischen Bemerkungen mögen die Arbeit von LEÓN und WILLIAMS ergänzen, die im übrigen zahlreiche weitere Ergebnisse brachten, auf die hier nicht eigens hingewiesen werden kann.

## Literatur

- ELLENBERG, H., 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart, 943 S.  
– 1964: Stickstoff als Standortsfaktor. Ber.Dtsch.Botan.Ges. 77, 82–92.
- GIGON, A., 1968: Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (Mesobromion) im Jura bei Basel. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftg. Rübel, Zürich 38, 28–85.
- LEÓN, R., 1968: Balance d'eau et d'azote dans les prairies à litière des alentours de Zurich. Veröff.Geobot.Inst.ETH. Stiftg. Rübel, Zürich 41, 2–67.
- MEYER, F. H., 1957: Über Wasser- und Stickstoffhaushalt der Röhrichte und Wiesen im Elb-alluvium bei Hamburg. Mitt.Staatsinst.Allg.Bot., Hamburg 11, 137–203.
- RUNGE, M., 1965: Untersuchungen über die Mineralstickstoff-Nachlieferung an nordwest-deutschen Waldstandorten. Flora 155, 353–386.
- WILLIAMS, J. T., 1968: The nitrogen relations and other ecological investigations on wet fertilised meadows. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftg. Rübel, Zürich 41, 69–193.