

Grundsätze einer umweltverträglichen Moornutzung

Autor: Dr. Gottfried Briemle

Schlüsselworte:

Moore, Riede, Feuchtgebiete, Moorboden, Torf, Nutzung, Landwirtschaft, Grünland, Ackerbau, Humus, Stickstoff, Emissionen, Landschaftsökologie, Umweltschutz, Umweltvorsorge, Ökologie.

Inhalt:

Naturegegebene Eigenschaften der Moorböden	1
Der Moorstatus im Alpenvorland	2
Standortfremde Ackernutzung mit Torfschwund und Stickstoff-Emissionen	4
Grünlandwirtschaft als umweltverträgliche Moorflächennutzung	10
Umweltschonende Moorbewirtschaftung	12
Zusammenfassung.....	13
Ausführliche Literatur	14

Naturegegebene Eigenschaften der Moorböden

Definitionsgemäß versteht man unter *Mooren* vegetationsbedeckte Lagerstätten von Torfen, d. h. von mineralarmen Humus-Ansammlungen, die zumindest während ihrer Entstehung wasserdurchtränkt waren und aus Mangel an Sauerstoff nicht stärker zersetzt werden konnten. Die Torfmächtigkeit beträgt mindestens 30 cm. Jene Böden, bei denen die Torflauflage geringer ist oder bei denen der Humusgehalt zwischen 15 und 30 Prozent liegt, werden als *Anmoore* bezeichnet. Ihr Vorkommen ist auf Gleyböden mit hoher, aber nur gering schwankendem Grundwasserstand beschränkt (z.B. Flußtäler).

Voraussetzung für eine Moorbildung ist also grundsätzlich ein Wasserüberschuß im Gelände. Moore sind stets dort zu finden, wo das derzeitige bzw. vorausgegangene Klima durch hohe Niederschläge gekennzeichnet ist, wenn also nach der sogenannten "Wasserhaushalts-Gleichung" der Niederschlag größer ist als die Verdunstung. Ist auch ein Wasserzu- und -abfluß vorhanden, so kann es zur Moorbildung nur kommen, wenn die Summe aus Niederschlag und Zufluß gleich oder größer ist als die Summe von Abfluß und Verdunstung.

Bezogen auf 1 m Tiefe ist in Mooren ein Mehrfaches an organischer Substanz als Torf gegenüber Humus in Mineralboden akkumuliert. Dabei ist die jährliche Stoffproduktion der Moorvegetation vergleichsweise gering. Als Faustzahl kann man für das Moorwachstum in Mitteleuropa für lebende Schichten 5 bis 10 cm pro Jahr und für die Torfbildung 1 bis 10 cm pro Jahrhundert unterstellen. Während mittelhumose Mineralböden mit 3 % organischer Substanz etwa 6.500 kg/ha organische gebundenen

Die Differenz (30 km²) zwischen alter und neuer Erhebung läßt erahnen, in welchem Maße die Moore des westlichen Alpenvorlandes durch die land- und forstwirtschaftliche Nutzung beansprucht und zum Teil tiefgreifend verändert (weggepflügt) wurden. Eine genauere Flächenbilanz jüngerer Datums fehlt, da Baden-Württemberg keine Moorforschungsstelle mehr besitzt.

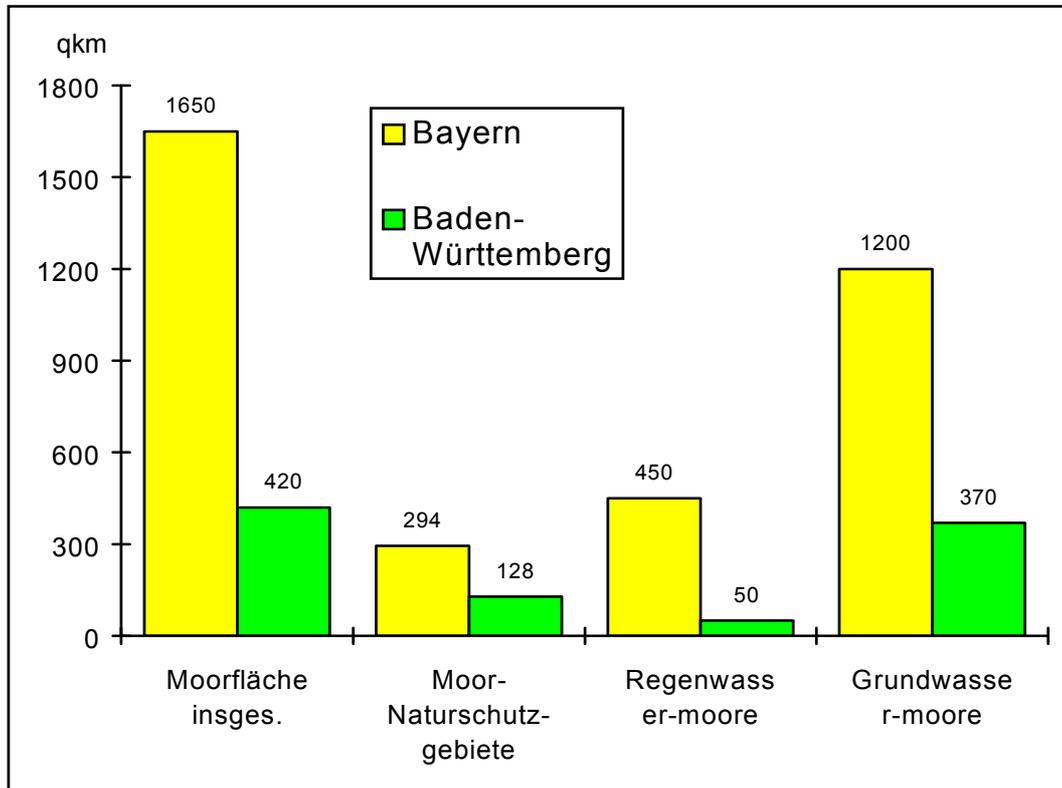


Abbildung 1: Moorkommen in den süddeutschen Bundesländern nach GROSSE-BRAUCKMANN (1997). Erläuterung: Regenwassermoore = Hochmoore, Grundwassermoore = Nieder- und Anmoore

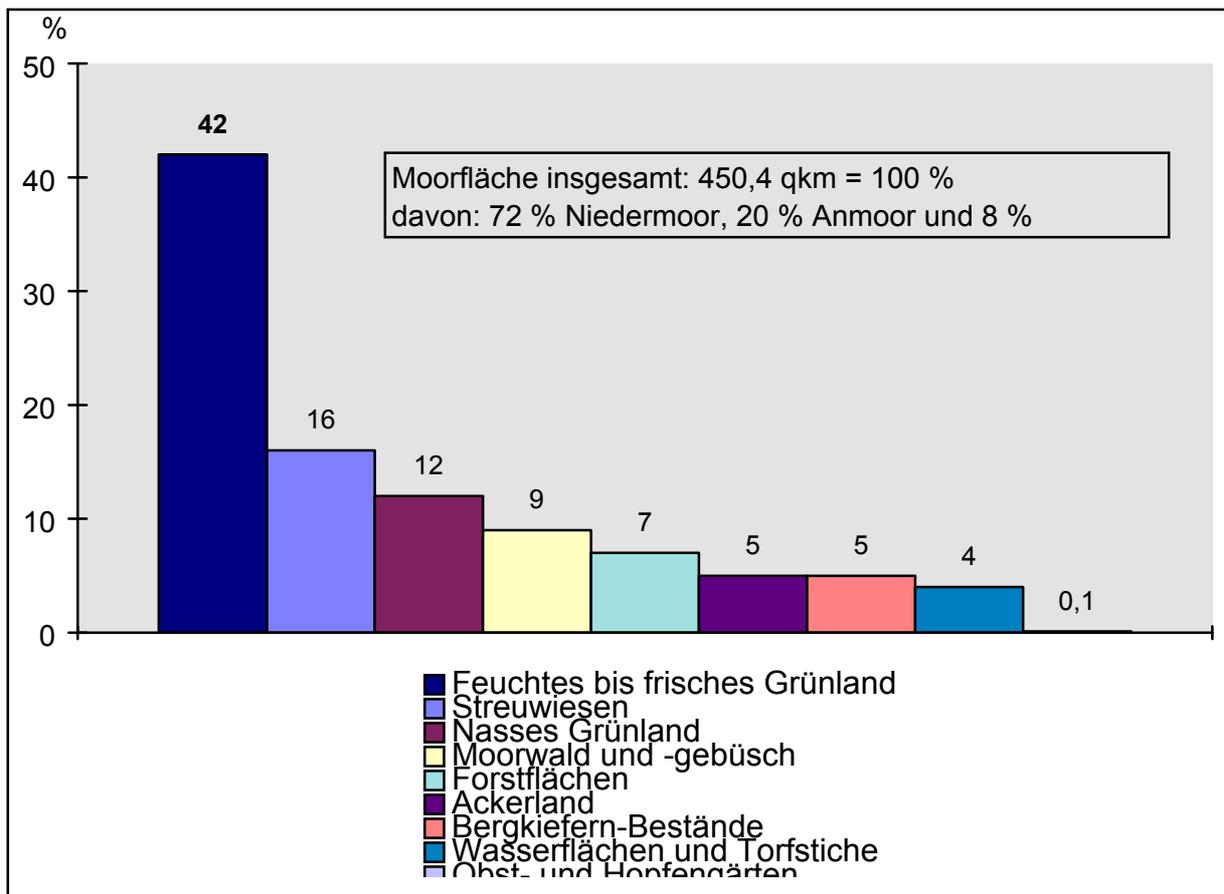
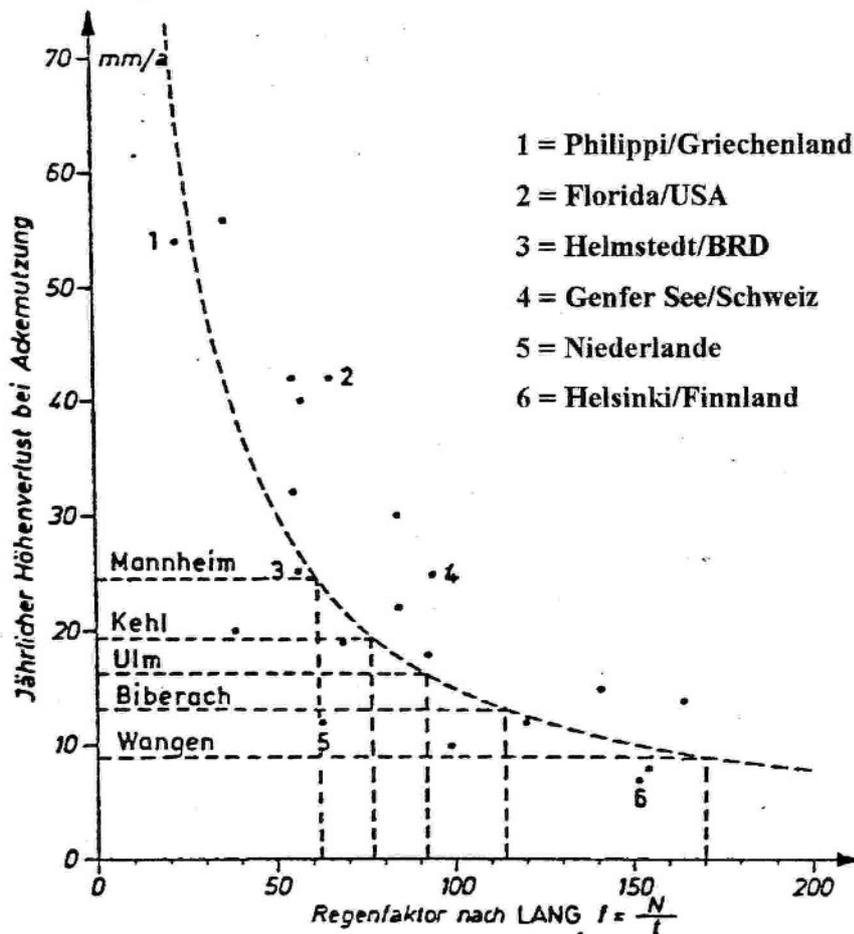


Abbildung 2: Die Flächennutzung baden-württembergischer Moore zwischen 1950 und 1980 (erstellt nach Angaben bei GÖTLICH, 1965-1980)

Standortfremde Ackernutzung mit Torfschwund und Stickstoff-Emissionen

Es ist bekannt, daß bei der Ackernutzung von Moorboden ein irreversibler **Torf-schwund** eintritt, der sich als Niveau- und Substanzverlust bemerkbar macht. Der durch Wasserüberschuß angehäufte und konservierte Torf wird durch die plötzliche Bearbeitung belüftet und im Anschluß daran mikrobiell rasch zersetzt. Fachleute sprechen hierbei von einem „oxidativen Torfverzehr“. Dieser wird in der Anfangsphase der Entwässerung von der zusätzlich ausgelösten Moorsackung überlagert und zunächst verdeckt. Letztere kann, je nach dem Wassergehalt der Torfe bis 50 % ihrer Gesamtmächtigkeit betragen. Während die Moorsackung vor allem durch den Wasserentzug der Torfe ausgelöst wird, ist oxidativer Torfverzehr das Ergebnis chemischen und mikrobiellen Humusabbaus in der Krume. Eine große Rolle spielt dabei aber auch der Kalkgehalt des Torfes, da Kalzium den Abbau organischer Substanz beschleunigt. Das Ausmaß und das Tempo dieses Torfschwundes ist in starkem Maße vom Klima abhängig. Relevante Maßeinheit ist der „Regenfaktor“, der sich als Quotient aus der mittleren jährlichen Niederschlagssumme (N) und der mittleren Jahrestemperatur (t) ergibt. Eine statistisch gut gesicherte Eichkurve aus weltweit zu beobachtenden jährlichen Höhenverlusten und besagtem Regenfaktor stellt *Abbildung 3* dar. Ist er für ein Gebiet bekannt, kann der zugehörige jährliche Höhenverlust bei

Ackernutzung abgelesen werden. Je kleiner der Regenfaktor, also je wärmer das Klima ist, desto höher ist der oxidative Torfverzehr.



Jährlicher Höhenverlust von Nieder- und Anmoorböden bei Ackernutzung infolge Mineralisation in Abhängigkeit vom Regenfaktor* (nach EGGELSMANN, 1978, verändert).

$$\text{Regenfaktor } f = \frac{N}{t}$$

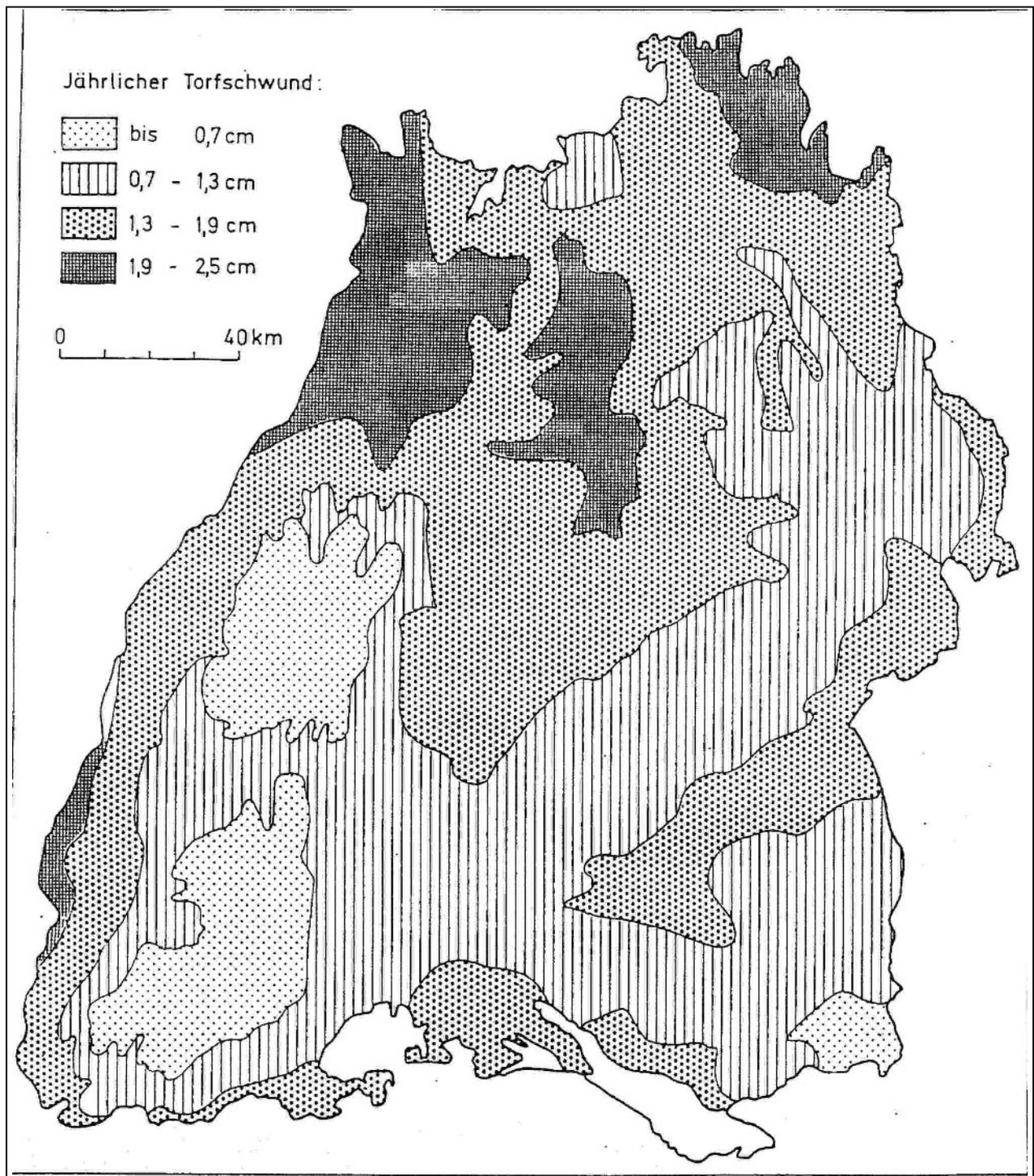
N = mittlere jährliche Niederschlagssumme (mm)
t = mittlere Jahrestemperatur (°C)

*Regenfaktor als Kenngröße für das Klima

Anmerkung: Regenfaktor (= Kenngröße für das Klima) als Quotient aus N (= mittlere jährliche Niederschlagssumme in mm) und t (=mittlere Jahrestemperatur in °C)

Abbildung 3: Jährlicher Höhenverlust von Nieder- und Anmoorböden bei Ackernutzung infolge Mineralisation in Abhängigkeit vom Regenfaktor (nach EGGELSMANN 1978, ergänzt)

So ist beispielsweise im Raum Wangen (Allgäu) bei 1.200 mm Niederschlag und 7° C mittlerer Jahrestemperatur mit einem jährlichen Torfschwund von einem knappen Zentimeter, im Raum Biberach schon mit 1,4 cm und in den Donaurieden bei Ulm gar mit 1,7 cm zu rechnen (*Abbildung 4*). In der warmen Rheinebene bei Kehl sind es dann bereits 1,9 cm und auf den anmoorigen Aueböden im Raum Mannheim sogar 2,5 cm Torfschwund pro Jahr. – Selbst unter intensiver Grünlandnutzung auf degradiertem Niedermoor ist dagegen nur mit einem Drittel dieser Werte zu rechnen!



Kartengrundlage: Klima-Atlas von Baden-Württemberg 1:100.000

Abbildung 4: Zonen unterschiedlichen Torschwundes auf Nieder- und Anmoorböden Baden-Württembergs infolge standortfremder Ackernutzung (nach BRIEMLE, 1987).

Bei höheren Grundwasserständen und extensiverer Nutzung beträgt der Höhenverlust nur etwa 1 bis 5 mm. Dies ist auf die erhöhte Denitrifikation und N-Festlegung im wassergesättigten Milieu zurückzuführen. Dennoch ist auch im Grünland auf lange Sicht ein Torfschwund zu verzeichnen: So stellte man bei einem Allgäuer Moor einer Abnahme von rund 30 % der Torfmächtigkeit in 160 Jahren fest. Unter Ackernutzung jedoch kann z.B. bei einer angenommenen Torfaufgabe von nur 20 cm binnen 10 Jahren die moorbürtige organische Substanz ganz verschwunden und der Humusspiegel

auf 2-3 % abgesunken sein. Die Fachwelt spricht hierbei von einem „Wegpflügen der Moore“. Eine weitere negative Begleiterscheinung des Ackerbaus auf moorigen Böden ist das „Puffigwerden“ vieler Niedermoor torfe, hervorgerufen durch irreversible Schrumpfung. Die Folgen sind vermehrte Winderosion, hoher Benetzungswiderstand für Wasser, erschwerter kapillarer Wasseranstieg und Keimungsrisiken der Saaten durch oberflächige Torferhitzung bzw. Zunahme von Strahlungsfrösten.

Mit der organischen Substanz geht auch der darin enthaltene **Stickstoff** verloren. Dieser wird in ackerfähigen Nieder- und Anmoorböden in großen Mengen durch Torfzersetzung freigesetzt und zwar als Nitrat-Stickstoff (NO_3) – je nach Mineralisationsrate – zwischen 400 und 900 kg Rein-N pro ha und Jahr. Da Ackerfrüchte davon nur einen Teil davon über den Entzug abschöpfen können (z.B. Mais 170, Weizen 200 und Einjähriges Weidelgras maximal 300 kg/ha und Jahr) kann dies zu einer erheblichen Belastung der Oberflächengewässer und des Grundwassers führen. Daneben schlagen die gasförmigen Stickstoffverluste an N_2 bzw. N_2O (Lachgas) mit einer Größenordnung von ca. 600 kg/ha zu Buche. Degradierete Niedermoore selbst unter Grünlandnutzung emittieren nach AUGUSTIN et al. (1995) noch Lachgasmengen, die erheblich über den von anderen Standorten liegen. Für das bayerische Donaumoos wurde unter Mooräckern ein N-Überschuß von nicht weniger als 1400 kg/ha u. Jahr ermittelt, welcher als Ökosystem-Austrag die Umwelt belastet (*Abbildung 5*). Größere Mineralstickstoffmengen werden auf Moorböden indes nicht zu Zeiten des höchsten N-Verbrauchs der Ackerfrüchte freigesetzt, sondern je nach Witterung stoßweise und meist auch zu einem Zeitpunkt, an dem sich ein hohes Mineralstickstoff-Angebot im Boden für Ackerkulturen ungünstig auswirkt.

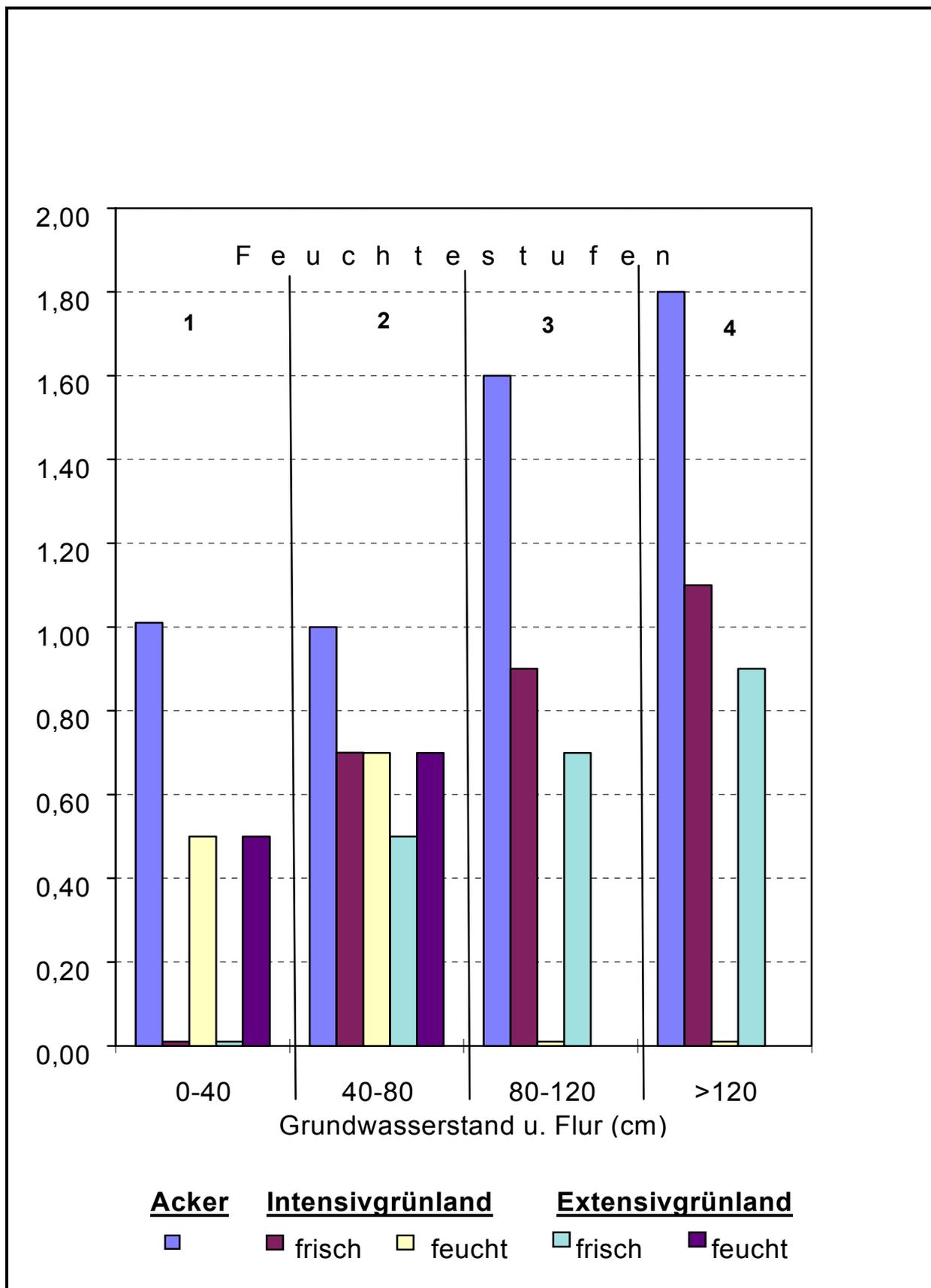


Abbildung 5: Geschätzte Mineralisationsrate (cm Torfschwund pro Jahr) in Abhängigkeit von Nutzung und Bodenfeuchte von Niedermoorböden (PFADENHAUER et al. 1991)

Ständiger Ackerbau auf moorigen Böden ist daher Raubbau an der Bodenfruchtbarkeit, da diese Nutzung neben N-Emissionen hohe Niveau- und Substanzverluste verursacht. Aus der Sicht einer nachhaltigen Bodenpflege und aus Gründen des Bodenschutzes sollte die Umwidmung von Dauergrünland auf Nieder- oder Anmoor in Ackerland deshalb generell unterbleiben. Solche Flächen besitzen – selbst unter Grünlandnutzung – noch eine so hohe Stickstoff-Nachlieferung, daß sich eine N-Düngung bis auf eine geringe Startgabe im Frühjahr fast immer erübrigt (*Abbildung 6*).

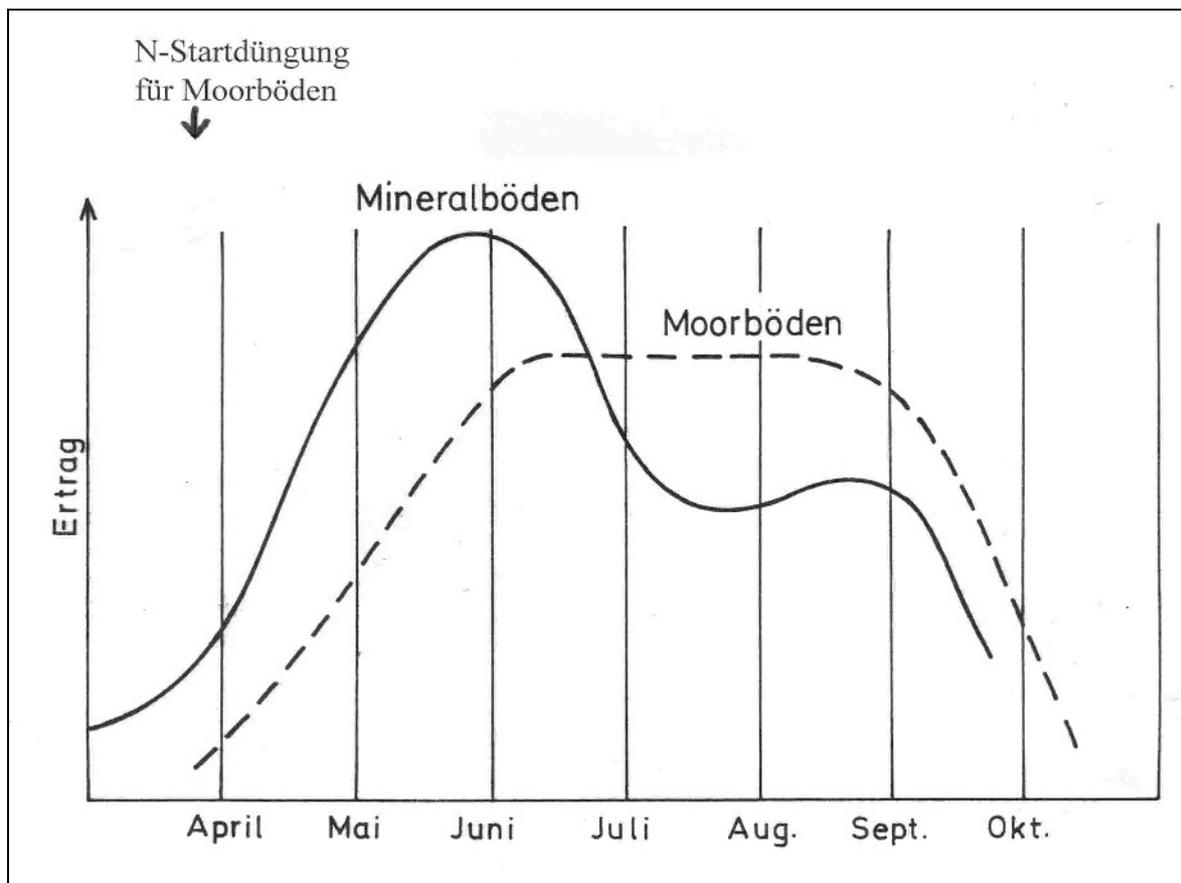


Abbildung 6: Ertrags-Zuwachskurven auf Dauergrünland (BARTELS & SCHEFFER, 1978)

Grünlandwirtschaft als umweltverträgliche Moorflächen-nutzung

Neben den, auf Nieder- und Anmoor natürlichen Waldgesellschaften (Erlen- und Birken-Bruchwälder, Hartholz-Auwälder) ist Dauergrünland die umweltverträglichste Landnutzungsform. Dies liegt an der ganzjährig intensiven Bodendurchwurzelung und den humusbewahrenden Eigenschaften. Niedermoorböden mit guter Wasserversorgung sind ertragreiche Grünlandstandorte. Sie sollten aber nicht zu tief entwässert werden. Bei 30 bis 50 cm Flurabstand wurde ein Nitrat-Eintrag ins Grundwasser von etwa 5 bis 10 kg/ha jährlich, bei 1,2 m dagegen schon 90 kg ermittelt. Im Altmoränegebiet fand man in tiefgründigem, stark dräniertem Niedermoor sogar noch deutlich höhere Werte (*Abbildung 7, Abbildung 8*). Pflanzenbaulich günstige Flurabstände liegen nach zwischen 60 und 80 cm.

Mit dem im vorigen Abschnitt genannten, unausgewogenen Stickstoffangebot der Moore wird Dauergrünland noch am besten fertig. Um den hohen Stickstofffluß aus dem Boden zu drosseln, kann in vielen Fällen eine Anhebung des Grundwassers notwendig werden. Hierdurch wird der Kapillarsaum angehoben, das Luftvolumen im Boden verringert und somit auch die Nitrifikation eingeschränkt. Diese Maßnahme hat jedoch ihre Grenzen, wo die Tragfähigkeit und somit auch die Befahrbarkeit leidet. Die „pflanzenbauliche Befahrbarkeitsgrenze“ liegt bei einer Spurtiefe von 6 cm. Ab 10 cm Tiefe treten Radschlupf und in Folge Narbenschäden auf. Einer Verminderung der Mineralisation dient auch das Befahren mit schweren Walzen. Sie ist aber nur wirksam, wenn die Bodenfeuchte unterhalb der Feldkapazitätsgrenze liegt. Eine weitere Möglichkeit wird auch im Einsatz von Nitrifikationshemmern gesehen, um die Stickstoffauswaschung auf den von Natur aus N-reichen Niedermoorböden zu reduzieren. Diese Maßnahmen können die genannten ökologischen Nachteile jedoch nur in begrenztem Umfang mindern. Besser ist es jedenfalls, eine relativ extensive Grünlandnutzung auf Moorböden zu betreiben; dies nicht zuletzt aus Gründen des Naturschutzes und der Erholungsvorsorge.

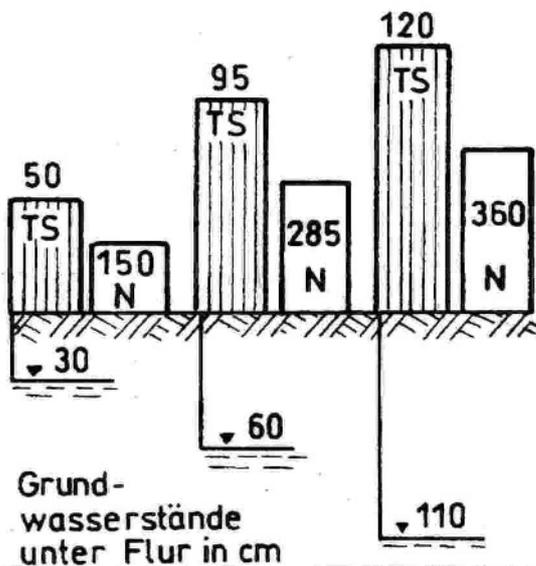
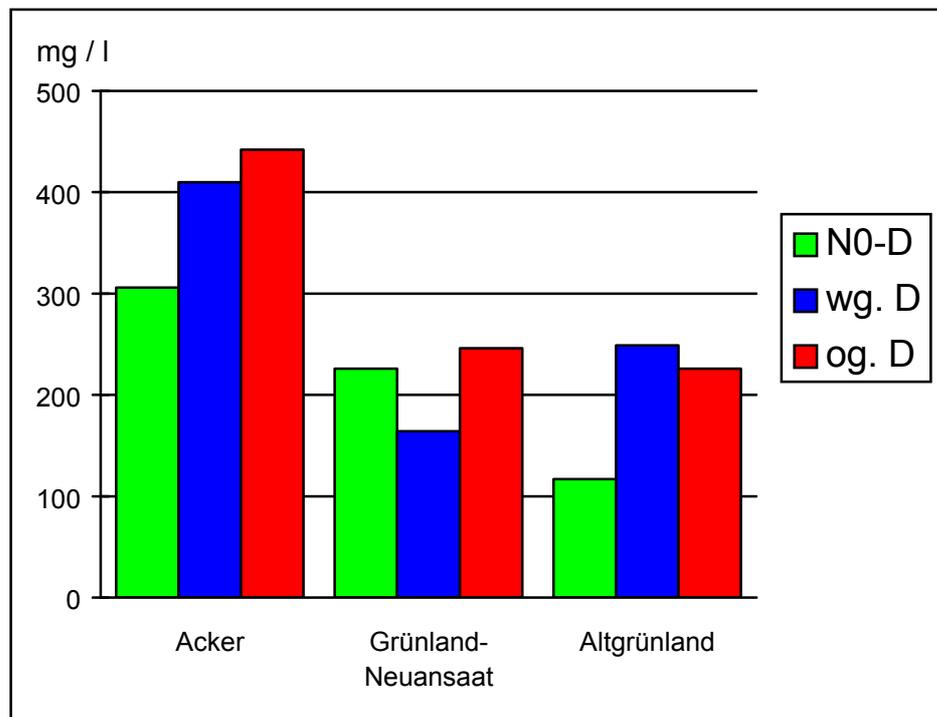


Abbildung 7: Einfluß des Grundwasserstandes auf die jährlichen Raten des Torfabbaus in dt TS/ha und auf die Stickstofffreisetzung in kg N/ha auf tiefgründigem Niedermoor (SCHOLZ, 1992)



Es bedeuten: N0-D = N-Null-Düngung; wg.D = wasserschutzgemäße Düngung; og.D = ordnungsgemäße Düngung

Abbildung 8: NO_3 -Gehalte im Sickerwasser eines stark entwässerten Niedermooses als Mittel aus zwei Winterhalbjahren (Oktober bis -April) (aus BRIEMLE & LEHLE, 1991)

Umweltschonende Moorbewirtschaftung

Standortprobleme, die sich vor allem in der ungleichmäßigen Wasserversorgung des Torfbodens nach zu scharfer Entwässerung äußern, lassen sich durch richtig gewählte Bewirtschaftungsweisen vermindert, wenn auch nicht ganz ausgleichen. Hierzu zählt vor allem die Optimierung des Nutzungszeitpunktes, das jährlich mehrmalige Walzen sowie das Mähen mit nicht zu tiefer Schnitthöhe. In extremen Fällen, nämlich dann, wenn tiefgründiges Niedermoor (aus Seggen-Schilftorf) zu vertikaler Rißbildung neigt, kann auch eine periodische Grünlanderneuerung notwendig werden, was in der Regel auf einen Umbruch mit anschließender Neuansaat hinausläuft.

Folgende **Regeln** sollten aber stets beachtet werden:

1. Kein Befahren und Beweiden bei Nässe! Dies beugt der Bodenverdichtung, Narbenzerstörung und Verunkrautung vor.
2. Grabenräumungen sollten sehr behutsam und nicht zu tief erfolgen. Dadurch vermeidet man unerwünschte Nährstofffreisetzung, gewährleistet hohe Erträge auch in Trockenjahren und schont überdies die Amphibienfauna.

Für den Fall, daß es im Moorgrünland dennoch Schwierigkeiten mit Verunkrautung gibt, ruft *Tabelle 2* einige, z.T. alte, aber sehr umweltverträgliche Methoden zur Problembehebung in Erinnerung.

Tabelle 2: Umweltschonende Bekämpfungsmethoden lästiger Unkräuter und -gräser im Bereich des Moor-Grünlandes (ELSÄSSER & BRIEMLE, 1996)

Art	WZ	Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen
Gewöhnliche Rispe (<i>Poa trivialis</i>)	7	<ul style="list-style-type: none"> • gute Futterpflanze, jedoch wegen schlechtem Nachwuchs und filziger, muffig riechender Rasenbildung als Massenbildner unerwünscht • Aufreißen des Ausläuferfilzes durch scharfes Eggen an trockenen Tagen und Nachsaat (mit Maschine), damit andere Futtergräser die Plätze besetzen
Herbstzeitlose (<i>Colchicum autumnale</i>)	-1	<ul style="list-style-type: none"> • Ausstechen oder Ausziehen der Einzelpflanzen Anfang Mai, dies 2-3 Jahre aufeinander • wiederholter Frünschnitt • Umtriebsweide ab Anfang Mai mit weideerfahrenen Rindern und hoher Besatzdichte; Nachmahd der zerstreuten Triebe • starke Gülle-Düngung zum Ausfaulen der Knollen
Rasenschmiele (<i>Deschampsia caespitosa</i>)	3	<ul style="list-style-type: none"> • wiederholte Frühmahd mit Tiefschnitt in wechselnden Mährichtungen • Vermeidung des Aussamens durch Nachmahd in Weiden
Seggen und Binsen (<i>Carex- u. Juncus-Arten</i>)	0	<ul style="list-style-type: none"> • behutsame Entwässerung mit anschließend regelmäßigem Walzen • ggf. Kalk- und Phosphat-Düngung • wiederholter Frünschnitt
Stumpfbliättriger Ampfer (<i>Rumex obtusifolius</i>) und Krauser Ampfer (<i>Rumex crispus</i>)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung zu hoher Güllegaben • Vermeidung von Geilstellen und Bestandeslücken • Pflanzen nie blühen oder gar fruchten lassen • Ausstechen mit dem "Blacken-Eisen" oder Ausziehen der Pflanze nach "Johanni" (24. Juni) • Einzelbekämpfung mit Total-Herbizid oder Flächenbehandlung mit selektivem Herbizid • (früher: Weide mit Schweinen im dichten Besatz)
Sumpf-Schachtelhalm (Duwock) (<i>Equisetum palustre</i>)	-1	<ul style="list-style-type: none"> • Entwässerung; danach: • intensiver Weidegang mit hoher Besatzdichte und hohem Besatz (am besten mit Pferden, die gegen das Duwock-Gift unempfindlich sind) • wiederholtes Befahren mit einer schweren Riffelwalze (Duwock-Walze) Anfang Juni • gute Narbenpflege, Nachmahd der Geilstellen, geregelter Weidegang
Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>)	-1	<ul style="list-style-type: none"> • behutsame Entwässerung mit nachfolgendem Weidegang • Düngung mit Frühmahd
Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)	4	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung physiologisch saurer N-Dünger • Beseitigung von Narbenlücken durch Nachsaat • Frühmahd verhindert Samenreife • Weidegang mit starkem Besatz

WZ = Futterwert im lebenden Zustand nach der 10-teiligen Skala von KLAPP et al. (1953)

Zusammenfassung

Eine umweltverträgliche Nieder- und Anmoor-Nutzung durch die Landwirtschaft stößt vor allem im Ackerbau bald an ihre Grenzen. Moorsackung durch gründliche Entwässerung wie auch oxidativer Torfverzehr durch ständige Belüftung der Bodenkrume lassen die jahrtausendealte, nährstoffreiche Torfaufgabe in absehbarer Zeit verschwinden. Zusätzliche belastet diese standortfremde Nutzung die Atmosphäre durch Abgasung von N₂ und Lachgas. Es wird aufgezeigt, wie eine Nutzung solcher Moorflächen als Dauergrünland derartige Umweltbelastungen weitestgehend verhindern

kann, vor allem dann, wenn gewisse Regeln bei der Grünlandbewirtschaftung eingehalten werden. Dazu gehört in erster Linie eine nur mäßig tiefe Entwässerung. Unter anderem werden dadurch die ökologisch wichtigen Denitrifikations-Prozesse am Grundwasserhorizont begünstigt.

Ausführliche Literatur

- AUGUSTIN, J., H. KÄDING, W. MERBACH & W. SCHMIDT 1995: Einfluß extensiver Formen der Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland auf Lachgas- und Methanemission. – 107.VDLUFA-Kongress, Garmisch-Partenkirchen, Grünland als Produktionsstandort u. Element d.L., S.148
- BARTELS, S. & B. SCHEFFER 1978: Auswirkungen erhöhter N-Mineralisation in Niedermoorböden auf Pflanzenertrag und Pflanzenqualität. – *Telma* 8: 277-283, Hannover
- BRIEMLE, G. & A. MÜLLER 1987: Zur Grünlandnutzung auf stark entwässerten Moorböden. – *Das Wirtschaftseigene Futter* 33 (2): 114-126, DLG-Verlag Frankfurt/M.
- BRIEMLE, G. & M. LEHLE (1991): Einfluß von Bewirtschaftung und Standort auf den Stickstoffhaushalt von Moorböden. – Abschlußbericht über einen 3jährigen Freilandversuch im Donaured bei Ulm, 100 S.
- BRIEMLE, G. 1987: Die ökonomische und ökologische Bedeutung des Dauergrünlandes auf Niedermoorstandorten. – *IMTG-Symposium "Bodenentwicklung auf Niedermoor"* 2: 386-415; Akademie der Landbauwissenschaften der DDR.
- BRIEMLE, G. 1999: Grundsätze einer umweltverträglichen Landnutzung der Moorböden des Alpenvorlandes. – in: *Schr.-R. Deutscher Grünlandverband H.1/99*: 54-66, Selbstverlag Berlin.
- EGGELSMANN, R. 1978: Oxidativer Torfverzehr in Niedermoor in Abhängigkeit von Klima und mögliche Schutzmaßnahmen. – *Telma* 8: 75-81, Hannover
- ELSÄSSER, M. & G. BRIEMLE 1996: Zur Funktion der Grasnarbe. in: *Alpenländisches Expertenforum „Erhaltung und Förderung der Grasnarbe“* – Selbstverlag BAL Gumpenstein.
- GÖTTLICH, KH. (1965-1980): Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50 000 (13 Blätter). – Hrsg.: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg, Stuttgart.
- GÖTTLICH, KH. 1990 (Hrsg.): *Moor- und Torfkunde*. – E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 3. Auflage: 529 S.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. 1997: Moore und Moor-Naturschutzgebiete in Deutschland. – *Telma* 27: 183-215, Selbstverlag der DGMT, Hannover
- KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG & A. STÄHLIN 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. - in: „*Das Grünland*“, Schaper Verlag, Hannover
- PFADENHAUER, J., G. KRÜGER & E. MUHR 1991: *Ökologisches Gutachten Donaumoos*. – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 109: 88 S., München
- SCHOLZ, A. 1992: Wasserregulierung – ein vorrangiger Faktor bei der Extensivierung des Niedermoorgrünlandes. – ZALF Müncheberg, Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue.