

TELMA	Band 7	Seite 55-64	4 Abb., 2 Tab.	Hannover, 30. November 1977
-------	--------	-------------	----------------	-----------------------------

Die Entwicklung der Bodenfeuchte Deutscher Hochmoorkulturen in einem Trockenjahr

The Development of the Soil Moisture of a German Raised Bog Cultivation
in a Dry Year

von HERBERT KUNTZE und WOLFGANG BURGHARDT *)

ZUSAMMENFASSUNG

Durch Untersuchung des Wasserhaushaltes einer Deutschen Hochmoorkultur wird der Einfluß von Trockenjahren dargelegt. Wie Bodenfeuchtigkeitsuntersuchungen mit Tensiometern zeigen, bleiben Moorböden zunächst lange feucht und trocknen dann nur in der durchwurzelten Schicht aus. Wenige Dezimeter darunter bleibt der Moorboden fast wassergesättigt. Wie gezeigt werden konnte, ist dies eine Folge der kapillaren Wasserleitfähigkeit der Torfe. Der Austrocknung der durchwurzelten Schicht kann durch schweres Walzen begegnet werden. Hierzu werden die Ergebnisse zur Bodenfeuchteänderung durch Walzen mitgeteilt.

SUMMARY

Dry years also influence the water balance of peat soils. This could be shown by investigations on a German raised bog cultivation. Measurements of soil moisture with tensiometers indicated a long period with sufficient water content. After this period dryness appeared in the rooted zone only, but a few decimeters below this zone the peat soil was nearly saturated. This follows from the unsaturated flow conditions of the peat soils. The drying out of the rooted zone can be reduced by

*) Anschrift der Verfasser: Prof. Dr. H. KUNTZE und Dr. W. BURGHARDT, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Außeninstitut für Moorforschung und angewandte Bodenkunde, Friedrich-Mißler-Straße 46-50, 2800 Bremen.

heavy rolling. This had been proved by the measurement of soil moisture during the rolling trial.

1. EINLEITUNG

Mit Mooren wird die Vorstellung an einen sehr nassen Standort verbunden. Dabei wird übersehen, daß auch Moore wie andere Standorte extremen Witterungsbedingungen ausgesetzt sind, und zwar unabhängig davon, ob sie kultiviert wurden oder noch im unberührten Zustand vorliegen. Seit 1970 treten gehäuft trockenere Jahre mit über viele Wochen anhaltender negativer klimatischer Wasserbilanz auf. Besonders trocken waren die Jahre 1975 und 1976. Im folgenden Beitrag berichten wir über den Wasserhaushalt von Deutschen Hochmoorkulturen unter diesen Bedingungen.

In diesem Zusammenhang ist jedoch nicht nur die Feststellung der Reaktion einer Deutschen Hochmoorkultur auf diese trockene Witterung von Bedeutung, sondern auch die Wirkung von Maßnahmen zur Verhütung möglicher Trockenheitsschäden. Hierzu werden Untersuchungsergebnisse eines Walzversuches mitgeteilt.

2. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN

Zu vier Zeitpunkten (6.5. / 1.7. / 28.7. / 26.10.) des Sommerhalbjahres 1976 wurden im Raum Brake die Bodenwassergehalte in Form von Saugspannungen in 12, 34 und 57 cm unter Flur mittels Tensiometern in einem Hochmoorprofil und einem Brackmarschprofil gemessen. Außerdem wurden die Grundwasserstände ermittelt. Die Porenraumgliederung dieser beiden Profile wurde bestimmt.

Anhand der Meßergebnisse der gesättigten und ungesättigten Wasserleitfähigkeit des Hochmoorprofiles bei Klein-Friedrichsfehn am Küstenkanal (Oldenburg) wurde der Verlauf der Saugspannung in Hochmoorprofilen bei verschieden starker Austrocknung der Krume und kapillaren Wassernachlieferungsraten von 0,5 bis 10 mm/Tag aus dem Grundwasser nach der Beziehung

$$V = -K \left(\frac{\psi}{z} - 1 \right)$$

berechnet (BARTELS u. KUNTZE, 1968, RENGER et al. 1976).

Es bedeuten:

V = Filtergeschwindigkeit ($\text{cm}^3/\text{cm}^2/\text{Tag}$),

K = Wasserleitfähigkeit (cm/Tag),

ψ = Saugspannung (cm),

z = Höhe über dem Grundwasserspiegel (cm).

Die berechneten Werte werden mit den gemessenen verglichen. Die Auswirkung von ein-, vier- und 16maligem Walzen mit einer Wiesenwalze (1000 kp/m Arbeitsbreite) sowie der Einfluß einer Dauerbelastung mit dieser Walze auf die Bodenfeuchte wurden, durch Tensiometer in 8, 18 und 28 cm Tiefe ermittelt.

3. ERGEBNISSE

3.1 DIE ENTWICKLUNG DER BODENFEUCHTE IM SOMMERHALBJAHR 1976

Die Niederschläge des Sommerhalbjahres 1976 lagen bis auf den Monat Mai deutlich unter dem langjährigen Mittel, so auch im Raum Brake (Tab. 1). Dadurch wurde der Wasserbedarf der Kultur-

Tabelle 1: Monatliche Niederschlagssummen der Stationen Brake und Königsmoor 1976⁺)
Monthly summes of precipitation at the stations Brake and Königsmoor in 1976

Monat	Brake		Königsmoor	
	Nieder- schlag mm	in % vom lang- jährig.Mittel	Nieder- schlag mm	in % vom lang- jährig.Mittel
Januar	98	181	108	193
Februar	17	36	19	40
März	16	39	21	54
April	6	19	17	35
Mai	54	106	59	109
Juni	35	57	37	61
Juli	36	40	31	37
August	41	48	36	46
September	54	90	57	104
Oktober	52	85	32	58
November	97	159	60	107
Dezember	49	93	33	61
	555	80	510	73

Langjähriges Mittel Brake 697 mm

Langjähriges Mittel Königsmoor: 698 mm

⁺) Quelle: Deutscher Wetterdienst

pflanzen, insbesondere auch des Grünlandes, nur noch zum geringsten Teil aus dem Niederschlagswasser gedeckt. Die Folge war eine verstärkte Beanspruchung des Boden- und Grundwassers. Auf der Brackmarsch (Abb. 1) führte dies zu einer tiefen Bodenwasserausschöpfung, die Ende Juli mit 500-600 cm WS bis in 60 cm Tiefe ihren Höhepunkt erreichte. In der Deutschen Hochmoorkultur stiegen dagegen die Saugspannungen langsam, bis maximal 500 cm WS, in der 2 dm mächtigen Krume an. Darunter fallen die Saugspannungen im Gegensatz zum Marschprofil selbst während der stärksten Austrocknungsphase steil ab. Die Sättigung des Moorprofils erreicht auch in diesem Trockenjahr bereits in 50 cm u.Fl. noch Feldkapazität (70-100 cm WS).

In der herbstlichen Wiederbefeuchtungsphase sinken die Saugspannungen im Marschprofil allerdings wesentlich schneller als in der Krume der Deutschen Hochmoorkultur. Diese Bodenfeuchteunterschiede eines Mineral- und eines Moorbodens während der sommerlichen Phase der Bodenaustrocknung und der herbstlichen Wiederbefeuchtung beruhen zunächst auf dem unter-

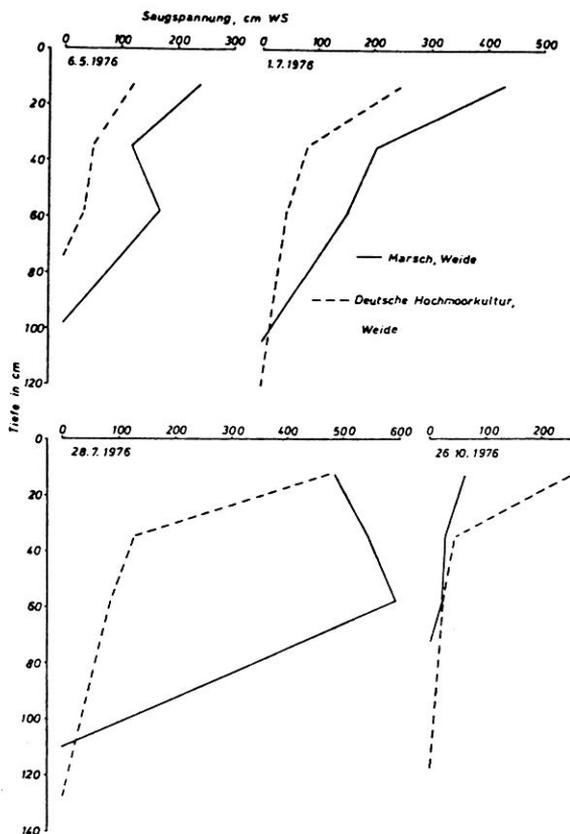


Abb. 1

Entwicklung der Saugspannungen des Bodenwassers in einem Marsch- und einem Hochmoorprofil bei Weidenutzung, Raum Brake, Sommer 1976

Development of the suction forces of soil water in a marsh-soil profile and a raised bog profile under grassland, near Brake, summer 1976

schiedlichen Porenvolumen dieser Böden. Das Porenvolumen eines Mineralbodens ist allgemein wesentlich geringer als das eines Moorbodens (Abb. 2). Dies wirkt sich auf die nutzbare Feldkapazität der Böden aus. Im Moorboden kann je nach Zersetzungsgrad mit 35-70 Vol% wesentlich mehr pflanzenverfügbares Wasser als im Marschboden (15-20 Vol%) gespeichert werden. Der Moorboden trocknet somit langsamer aus. Seine Wiederbefeuchtung verläuft allerdings auch entsprechend langsamer als bei Mineralböden.

Im Hochmoorboden waren von der Austrocknung nur die oberen

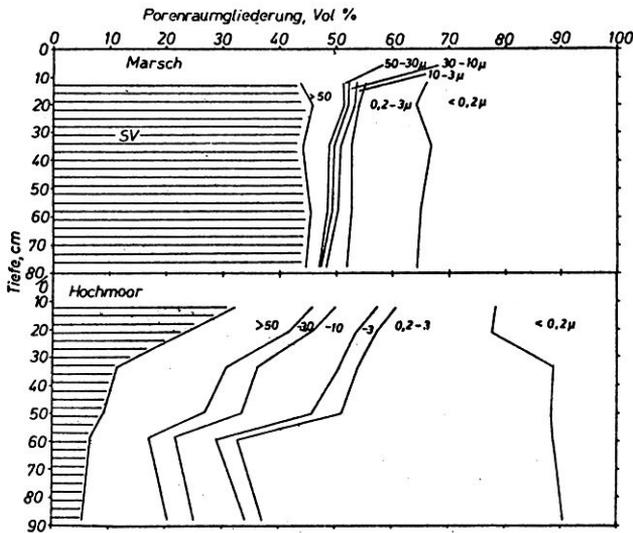


Abb. 2

Porenraumgliederung eines Marsch- und Hochmoorbodenprofils
(Raum Brake)

Poresize distribution of a marsh- and raised bog profile (near Brake)

durchwurzelt 2 dm betroffen. Infolge des geringen Wurzeltiefenganges in Deutschen Hochmoorkulturen wurde nur in dieser Schicht das Wasser dem Boden entzogen. Darunter blieb das Moor feucht. Dies ist eine Folge der kapillaren Wasserleitfähigkeit des wenig zersetzten Hochmoorbodens.

Die Ergebnisse einer Berechnung des Verlaufs der Saugspannungskurven (Abb. 3) von der Krume bis zur wechselnden Grundwasseroberfläche bestätigen dies. Diese Berechnungen zeigen aber auch die Beziehung der Entwicklung der Bodenfeuchte zur Höhe der Verdunstungsrate, zur Saugspannung in der Krume der Deutschen Hochmoorkultur und zum Grundwasserstand. Gerade bei besonders hoher Verdunstungsrate und starker Austrocknung der Krume entsteht ein steiler Abfall der Saugspannungskurve zur Tiefe hin, wie er auch bei Feldmessungen im Trockenjahr 1976 in Hochmoorkulturen ermittelt wurde.

3.2 EINFLUSS DES WALZENS AUF DIE BODENFEUCHE

Obige Ausführungen zeigen, daß zwar die Krume der Deutschen Hochmoorkultur 1976 stark ausgetrocknet war, jedoch in wenigen

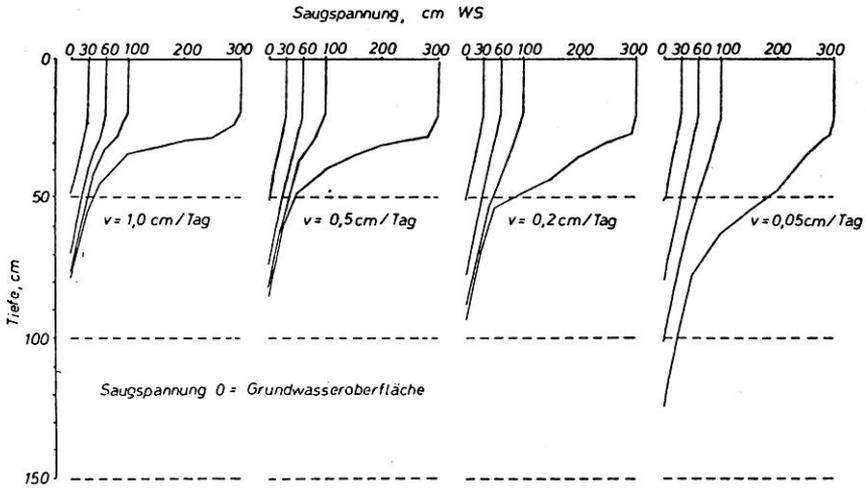


Abb. 3

Berechneter Verlauf der Saugspannungskurve eines Hochmoorprofils (Klein-Friedrichsfehn) bei verschiedenen Saugspannungen in der Krume und Wassernachlieferungsraten

Calculated course of suction curves of a raised bog profile (Klein-Friedrichsfehn) by different suction forces in the top layer and capillary rises

Dezimeter Tiefe noch ausreichend Wasser zur Verfügung stand, welches bei geringem Wurzeltiefgang und kleiner kapillarer Nachlieferungsrate im Verhältnis zur Evapotranspiration jedoch vom Grünland nicht genutzt werden konnte.

Die Walze ist ein altbekanntes Gerät der Moorbirtschaften zur Verfestigung der Grünlandnarbe im Frühjahr (BADEN, 1966). Der im Winter aufgefrorene und dadurch ausgetrocknete Krumenboden erhält durch Walzen wieder kapillaren Anschluß an den feuchten Unterboden. Dieser Anschluß geht bei einer sommerlichen Austrocknung erneut verloren. Dabei stellt sich die Frage, wieweit man analog zur Frühjahrsbearbeitung die schwere Walze auch bei sommerlicher Trockenheit, z.B. nach dem 1. Schnitt, erfolgreich einsetzen kann. Diese Wirkung der Walze auf die Bodenfeuchte wurde während der Trockenperiode im Spätsommer 1976 auf dem Versuchsfeld in Königsmoor bei Harburg näher untersucht.

Walzen führt im Augenblick des Vorganges zu einem kurzfristigen Saugspannungsabfall (Abb. 4), der zum Teil auf eine momentane Wassernachlieferung, aber auch Veränderung der Porengrößenverteilung durch Verdichtung zurückgeführt werden kann. Bei einer Ausgangssaugspannung von 420 cm WS fällt die Saugspannung nach einmaligem Walzen auf 220 cm WS, nach viermaligem Walzen auf 280 cm WS und nach 16maligem Walzen nur noch auf

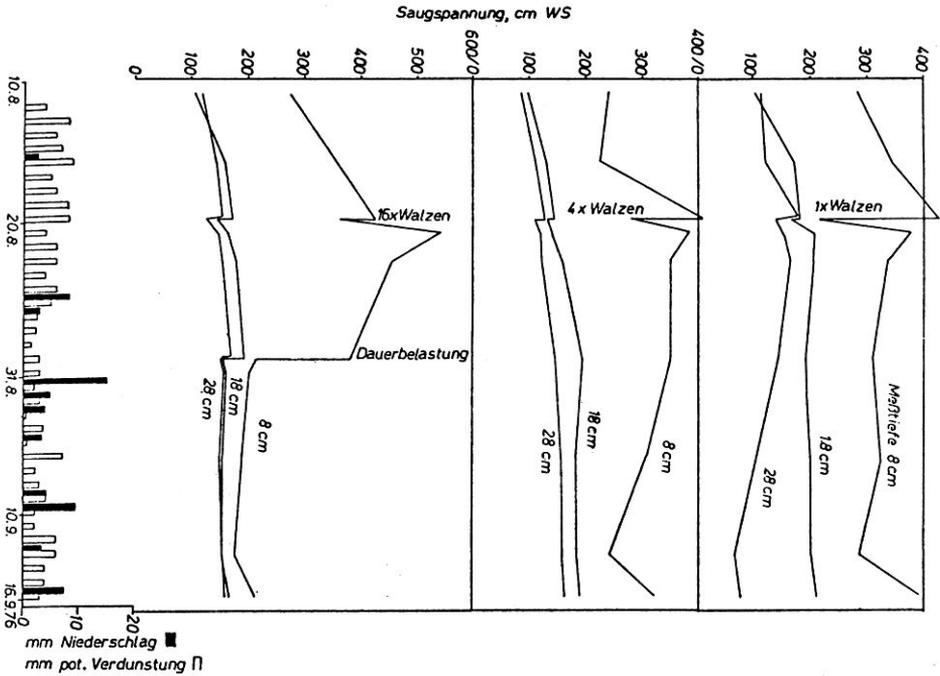


Abb. 4

Entwicklung der Bodenfeuchte einer Deutschen Hochmoorkultur nach ein- bis 16maligem Walzen und Dauerbelastung durch eine Walze (Königsmoor, 1976)

Development of the soil water suction of a German raised bog cultivation after one till 16 times rolling and lasting load by a roll (Königsmoor, 1976).

360 cm WS ab. Je höher die Belastung ist, umso geringer ist dieser Abfall. Diese Verdichtung ist teilweise nur von kurzer Dauer. Durch die verbleibende Restverdichtung ist der Grobporanteil der Torfe nun geringer bzw. der Mittel- und Feinporgehalt höher als vor dem Walzen. Dies führt zu verstärktem Anstieg der Saugspannung, insbesondere bei 16maligem Walzen. Die Folge hiervon sind erhöhte Gradienten und dadurch ansteigende kapillare Wassernachlieferungsrate. Diese haben einen allmählichen Abfall der Saugspannung zur Folge. Es tritt aber auch ein besserer Kontakt zu den unteren Bodenschichten ein. Dadurch wird ebenfalls die Wassernachlieferung gefördert. Das wirkt sich in dem langfristigen Abfall der Saugspannungen aus (Abb. 4). Dieser Abfall wird mit der Intensität des Walzens größer.

Die Wirkung der Walze auf die Bodenfeuchte beschränkt sich weitgehend auf die oberen 10 cm. Die tieferen und damit feuch-

teren Torfschichten reagieren auf die Walze vergleichsweise schwach. Auch wird das beim Walzvorgang aufgenommene Wasser in diesen Schichten langsamer als in der Krume abgegeben.

Erst eine Dauerbelastung führt zu einer Angleichung der Bodenfeuchte der zuvor stark ausgetrockneten Schicht in 8 cm u.Fl. an die Bodenfeuchte der Schicht 10-30 cm u.Fl.

4. DISKUSSION

Erst extreme Trocken- wie auch Nässejahre machen sich im Grünlandertrag einer Deutschen Hochmoorkultur nachteilig bemerkbar (Tab. 2). Dies liegt in der hohen nutzbaren Feldkapazität, aber

Tabelle 2: Beziehung der Grünlanderträge einer Deutschen Hochmoorkultur in Königsmoor zu den Niederschlägen der Jahre 1970-1976

Relation of grassland yield of a German raised bog cultivation in Königsmoor to the precipitation of the years 1970-1976

Jahr	Ertrag dt/ha TM	Niederschläge	
		Jan.-Dez.	Mai-Okt.
		mm	mm
1970	79	795	450
1971	74	574	373
1972	121	641	448
1973	84	680	378
1974	98	802	452
1975	72	477	228
1976	49	510	252

auch im Wärmehaushalt dieser Böden begründet. Während anhaltend trockener Witterungsperioden, wie sie 1975/76 auftraten, kann es in dem nur etwa 2 dm mächtigen Hauptwurzelraum zu einer starken Wasserausschöpfung kommen, so daß die Kulturen auf eine Wassernachlieferung aus tieferen Schichten und aus dem Grundwasser angewiesen sind. Die für diesen Wassertransport erforderlichen Gradienten der Wasserspannung sind bei stärkerer Austrocknung sehr hoch. Die Folge ist ein schnelles Absinken der Saugspannungen schon in 1 bis 2 dm unterhalb des Hauptwurzelraumes (siehe auch BURGHARDT, 1976).

Werden diese Ergebnisse auf wachsende Moore übertragen, die keinen echten Wurzelraum aufweisen, dann muß auch dort mit einer oberflächennahen Austrocknung in niederschlagsarmen Jahren gerechnet werden, obgleich nur 2 bis 3 dm tiefer das Moor fast wassergesättigt ist. Wir haben es hier somit nicht mit einer ausgesprochenen Folge von Kulturmaßnahmen zu tun, sondern mit der Auswirkung der ungesättigten Wasserleitfähigkeit der Torfe, die von Zersetzungsgrad, Torfart und Lagerungsdichte abhängig ist (BARTELS u. KUNTZE, 1973; RENGER et al. 1976). Durch den

Wurzelraum der Hochmoorkultur wird lediglich die von der Austrocknung betroffene Torfschicht mächtiger und der Abfall der Saugspannungskurven tiefer verlegt.

Bei flach anstehendem Grundwasser können aus Mooren erhebliche Wassermengen verdunsten. Nach den hier vorliegenden Daten können bei einer Grundwassertiefe von 5 dm in einer Deutschen Hochmoorkultur bzw. in 3 dm bei unkultiviertem Moor noch 10 mm/Tag verdunstet werden. Moore sind somit nicht nur Wasserspeicher, sondern können auch erhebliche Wassermengen an die Atmosphäre abgeben, sofern nicht eine stark ausgetrocknete Bodenschicht diese Wasserabgabe drosselt.

Der Walzversuch zeigt, daß mit einem relativ einfachen Mittel wie der Walze der Wirkung einer Trockenperiode auf den Wasserhaushalt einer Moorkultur, wenn auch im begrenzten Maße, begegnet werden kann. Die Walze hat für die Moornutzung somit nicht nur im Frühjahr eine gewisse Bedeutung, die schon frühzeitig in den Versuchen von TACKE, SALFELD und WEBER (zit. in BADEN, 1966) erkannt wurde, sondern auch im Sommer für den Ausgleich des Wasser- und Wärmehaushaltes.

Die Tiefenwirkung der Walze ist in der Schicht 0-10 cm u.Fl. am stärksten, reicht jedoch auch noch bis in 30 cm und tiefer. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit HEINRICH, 1956 (siehe auch BADEN, 1966), der eine Tiefenwirkung der Walze bis maximal 40 cm u.Fl. angibt. Dabei ist neben der pressenden auch die rüttelnde Wirkung auf die Bodenverdichtung zu beachten.

Eine Dauerbelastung zeigte die stärkste Wirkung auf die Wasserversorgung des Hauptwurzelraumes. Diese ist jedoch großflächig mit einer Walze nicht zu verwirklichen, sondern erst durch Besandung. Diese Ergebnisse stützen somit die Empfehlung der Besandung von Moorkulturen.

5. LITERATUR

1. BADEN, W.: Bewirtschaftung und Leistung des Grünlandes auf "Deutscher Hochmoorkultur". - Mitt. üb. d. Arbeiten der Staatl. Moorversuchsstation in Bremen, 9. Bericht, Kuratorium f.d. Staatl. Moorversuchsstation, Bremen 1966.
2. BARTELS, R. u. H. KUNTZE: Ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit von Moorböden. - Göttinger Bodenkundliche Berichte, 1, S. 155-161, Göttingen 1968.
3. -: Torfeigenschaften und ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit von Moorböden. - Z. Pflanzenern., Bodenk., 134, S. 125-135, Weinheim 1973.
4. BURGHARDT, W.: Einflüsse von Moorbodeneigenschaften auf die kapillare Wassernachlieferung. - Z. Pflanzenern., Bodenk. S. 343-355, Weinheim 1976.
5. HEINRICH, K.: Veränderung der Struktur alter Hochmoorkulturen insbesondere durch Schlepperraddruck. - Diss. Landw. Fakultät Göttingen, 1956.

6. RENGER, M., BARTELS, R., STREBEL, O. u. W. GIESEL: Kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser und Infiltration bei Moorböden. - Geol. Jb., F 3, S. 9-51, Hannover 1976.
7. TACKE, B.: Die Versuche auf den Hochmoorweiden der Versuchswirtschaft im Maybuscher Moor in den Jahren 1904-1911. - Mitt. üb. d. Arbeiten der Moorversuchsstation in Bremen, 5. Bericht, Paul Parey, Berlin 1913.
8. WEBER, C.A.: Die Entwicklung der Wiesen und Weiden der Versuchswirtschaft der Moorversuchsstation in Bremen im Maybuscher Moor. - Mitt. üb. d. Arbeiten der Moorversuchsstation, 5. Bericht, Paul Parey, Berlin 1913.