

Über den hydrologischen Einfluß der Moore

von RUDOLF EGGELSMANN *)

Einleitung

Es gibt in der Bundesrepublik Deutschland etwa 1 125 000 ha Moorfläche, das sind 4,5 % der Gesamtfläche. Niedersachsen ist mit rund 630 000 ha (= 13,3 %) das moorreichste Bundesland. Davon sind etwa 330 000 ha Hochmoor (= 7 %). Im nördlichen Teil Niedersachsens steigt der Flächenanteil besonders des Hochmoores auf 30 % und mehr (GROSSE-BRAUCKMANN, 1967).

Über den Einfluß der Moore, speziell der Hochmoore auf den Wasserhaushalt der Landschaft sind die Meinungen seit langem sehr verschieden. Seit 1950 bemüht sich der Ausschuß „Moor und Wasser“ des Kuratoriums für Kulturbauwesen durch hydrologische Untersuchungen Klarheit über den Wasserkreislauf der Moore und über den Einfluß der Landeskultur auf den Wasserhaushalt zu gewinnen. Hierzu wurden in verschiedenen Mooren in Niedersachsen (Königsmoor, Kr. Harburg; Esterweger Dose, Oberharz), Württemberg und Bayern vieljährig die hydrologischen Elemente wie Niederschlag, Abfluß, Verdunstung, Grundwasser u. a. m. gemessen.

Von diesen Beobachtungen wurden die aus einem Niedermoor im württembergischen Oberland (GÖTTLICH, 1961) und die aus den niedersächsischen Hochmooren im Königsmoor bei Tostedt/Han. (BADEN & EGGELSMANN, 1964) und aus der Esterweger Dose am Küstenkanal (UHDEN, 1967) abschließend ausgewertet. Die Ergebnisse aus dem Chiemseemoor wurden seit 1959 laufend publiziert (VIDAL, 1959; zuletzt SCHUCH, 1970). Schließlich wurde im Pfrunger Ried (Oberschwaben) eine weitere hydrologisch-ökologische Meßstelle in Betrieb genommen (GÖTTLICH, 1963).

Der Wasserkreislauf der Flachland-Hochmoore

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht können in den Hochmooren nach UHDEN (1951) die folgenden drei Phasen unterschieden werden:

- a) Unberührtes, auch heute noch wachsendes Hochmoor (Vegetation: Sphagnetum).
- b) Vorentwässertes, heute meist verheidetes Hochmoor (Callunetum), hierzu gehören im weiteren Sinne auch die sich in industrieller Abtorfung befindlichen Hochmoore.
- c) Kultiviertes, überwiegend als Grünland genutztes Hochmoor.

*) Anschrift des Verfassers: Kulturbauingenieur E. EGGELSMANN, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Außeninstitut für Moorforschung und Angewandte Bodenkunde, 28 Bremen, Friedrich-Mißler-Straße 46/48.

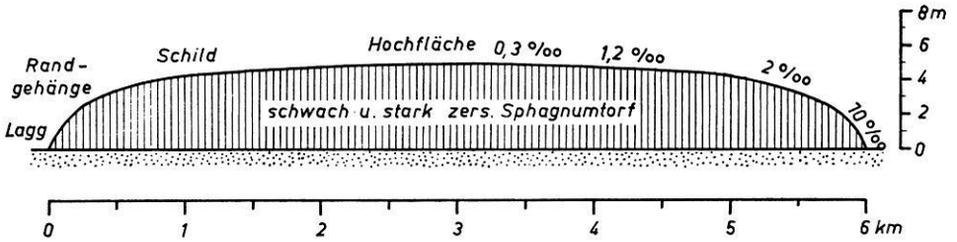


Abb. 1: Mittleres Oberflächengefälle nordwestdeutscher Flachland-Hochmoore im Urzustand. Mittelwerte aus 180 Gefällsmessungen in 64 Hochmooren Niedersachsens (nach der Erstausgabe von Meßtischblätter 1 : 25 000 der Preuß. Landesaufnahme um 1900) 125fach überhöht. Nach EGGELSMANN (1967).

Völlig unberührte Hochmoore gibt es in Niedersachsen heute kaum mehr. Deren Mooroberfläche wölbte sich uhrglasförmig über das umgebende Gelände auf. Das Oberflächengefälle war am Moorrand bedeutend größer als in Moormitte (Abb. 1), die selbst keinesfalls horizontal liegt. Im älteren Moorschrifttum (vgl. EGGELSMANN, 1967) werden bei den Hochmooren als Charakteristikum stets oberflächliche Erosionsrinnen (= Rüllen) beschrieben. Von 64 kartenmäßig überprüften Hochmooren Niedersachsens wiesen um die Jahrhundertwende 15 Flachland-Hochmoore eine oder mehrere von Kartographen vermessene Rüllen auf. Für das Augstumalmoor im Memeldelta — einem unberührten

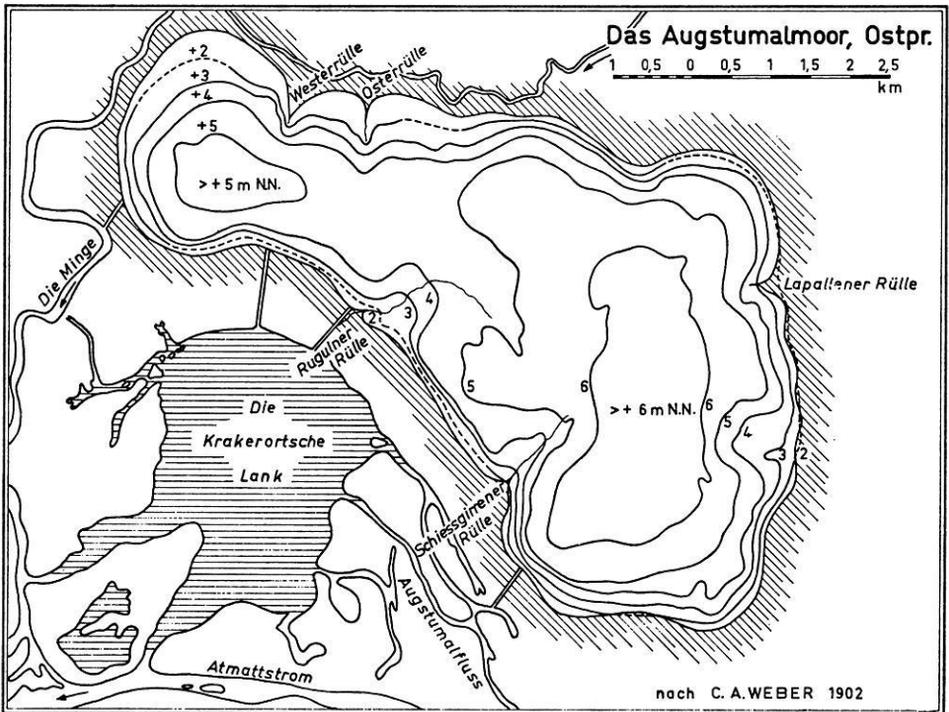


Abb. 2: Lageplan des Augstumalmoores, eines urwüchsigen Hochmoores im Memeldelta mit Höhenschichtlinien der Mooroberfläche und kartographisch vermessenen Erosionsrinnen (= Rüllen). Nach WEBER (1902) zit. EGGELSMANN (1967).

Hochmoor mit 6 bis 8 m Moormächtigkeit — hat der Botaniker der Staatl. Moor-Versuchsstation in Bremen (A. WEBER, 1902) solche Hochmoorrillen (Abb. 2) ausführlich beschrieben und ihre Abflußwässer analysiert. Sie beweisen eindeutig, daß von dem Hochmoor in regenreichen Perioden und nach der Schneeschmelze ganz beträchtliche Wassermengen oberflächlich abfließen, weil der völlig wassergesättigte Moorboden keine zusätzlichen Wassermengen mehr speichern kann (UHDEN, 1964, 1966). Diese Tatsache wird bestätigt durch den 1955/61 registrierend gemessenen Abfluß von einer unberührten Hochmoorfläche in der Esterweger Dose nördlich des Küstenkanals in der Nähe von Papenburg. Im siebenjährigen Mittel war der Abfluß von der unberührten Fläche ungefähr ebenso groß wie der von der kultivierten Vergleichsfläche (UHDEN, 1967). Die gesamten Abflüsse von dem benachbarten vorentwässerten Hochmoor waren im Mittel um 50 % größer als die vom unberührten und kultivierten Hochmoor.

In ihrer hydrologischen Studie über das Königsmoor bei Tostedt/Han. haben BADEN & EGGELSMANN (1964) den Wasserkreislauf eines schwach vorentwässerten, verheideten Hochmoores (Callunetum) mit dem eines systematisch gedrähten Hochmoor-Grünlandes (Lolietum-Cynosuretum) verglichen.

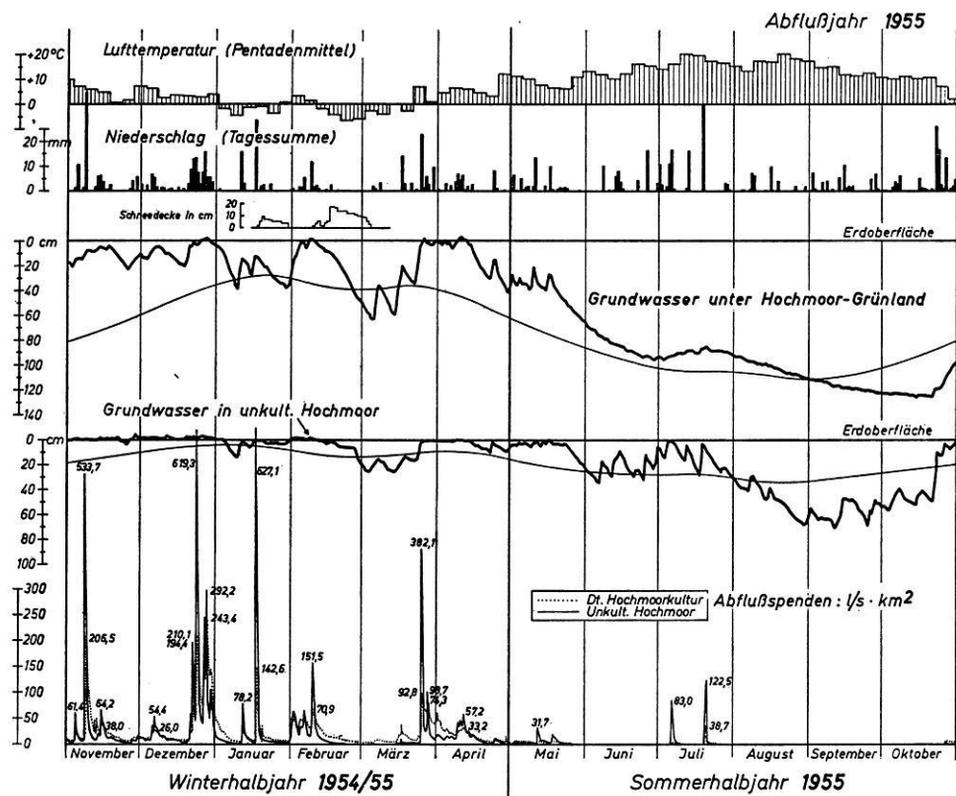


Abb. 3: Jahressganglinien von Lufttemperatur, Niederschlag, Grundwasser und Abfluß des Jahres 1955 für Hochmoor-Callunetum und Hochmoor-Grünland im Königsmoor bei Tostedt. Nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

Bodenwasser- und -luftgehalte für:

Unkult. vorentw. Hochmoor Vol. % *Dt. Hochmoorkultur (Weide)*

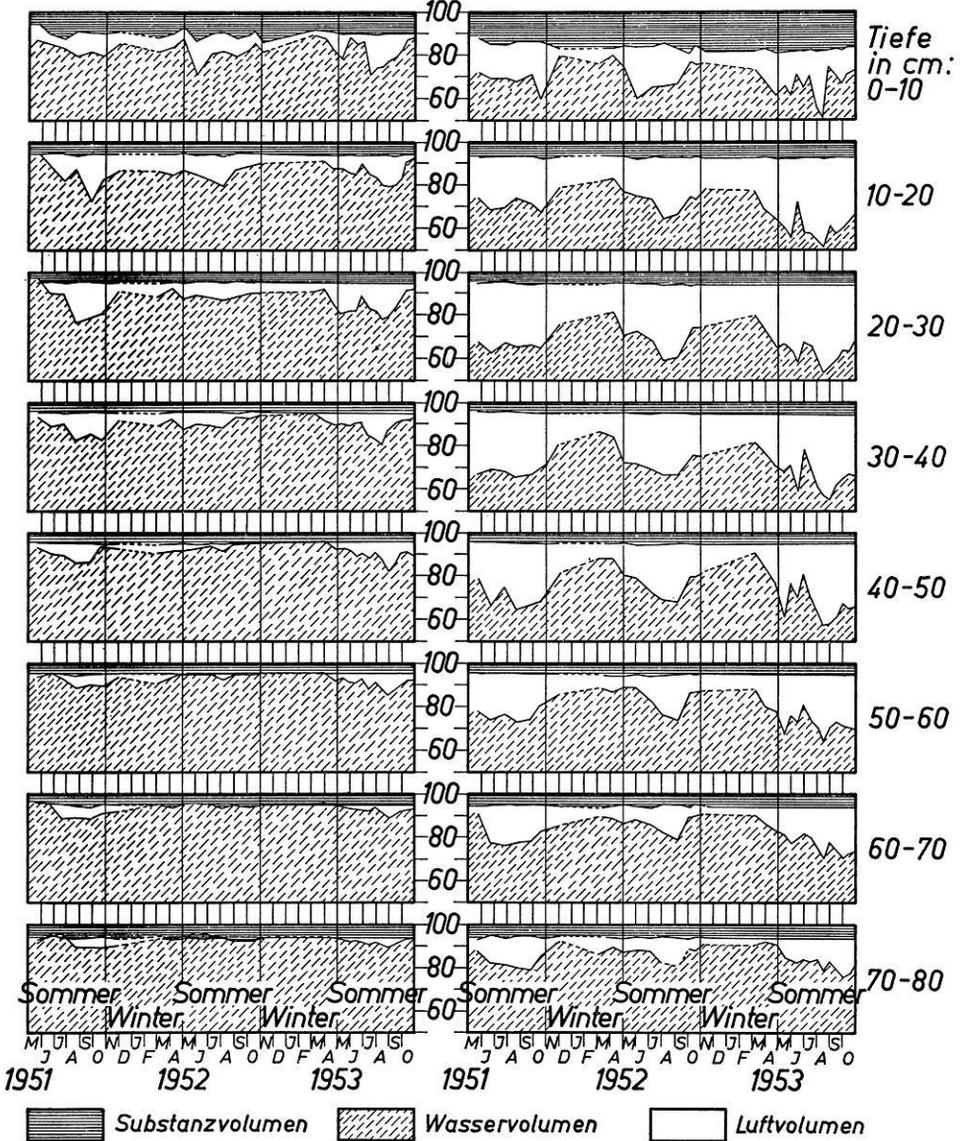


Abb. 4: Substanz-, Wasser- und Luftvolumina in verschiedenen Bodentiefen von Hochmoor-Callunetum und Hochmoor-Grünland im Königsmoor bei Tostedt/Han. Nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

Neben den Niederschlägen und den übrigen Klimaelementen wurden täglich gemessen: Abfluß, Verdunstung, Grundwasser, Bodenfeuchte und -oszillation, ferner Abflußschemismus und schließlich auf dem Grünland auch die Ernteerträge.

Die synchronen Niederschlags-, Grundwasser- und Abflußbeobachtungen zeigen durchweg für das öde Hochmoor eine extremere Grundwasser- und Abflußmorphologie als für die Hochmoorkulturen (Abb. 3). Im ersten Fall ist der Bodenraum nahezu während des ganzen Jahres mit Wasser gesättigt, das sachgemäß entwässerte und als Grünland genutzte Hochmoor kann dagegen durch ein ausgewogenes Verhältnis von Wasser- zu Luftvolumen im Boden — während der Vegetationszeit nicht zuletzt infolge seiner größeren Verdunstung — selbst hohe Niederschläge zusätzlich kurzfristig speichern (Abb. 4). Es verzögert und erniedrigt somit den Abfluß.

Die Verdunstung wird im hohen Maße durch die Evapotranspiration der Pflanzengesellschaften auf dem jeweiligen Standort beeinflusst. Sie ist im Frühjahr und Sommer meist auf dem Hochmoor-Grünland, im Herbst und milden Winter auf dem unkultivierten Hochmoor am größten. Hierin kommt zugleich der unterschiedliche Wachstumsrhythmus des Grünlandes einerseits und der immergrünen Ericaceen und Sphagna andererseits zum Ausdruck (Abb. 5).

Über die Verdunstung und deren jahreszeitlichen Verlauf in unberührten Hochmooren (Sphagnetum) sind nur sporadische Daten in der Literatur greifbar (EGGELSMANN, 1964). Daraus kann gefolgert werden, daß die Verdunstung eines Sphagnetums im Winter ähnlich der eines Callunetums ist, im Sommer gleich oder größer als die einer guten Grünlandnarbe ist (Tab. 1).

Tabelle 1: Durchschnittliche Gebietsverdunstung für verschiedene Hochmoor-Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands bei einem mittleren Jahresniederschlag von 740 mm

| Hochmoor | Verdunstung in mm | | | Bemerkung |
|------------|-------------------|--------|-------|-----------|
| | Winter | Sommer | Jahr | |
| Sphagnetum | 136 | ≥ 396 | ≥ 532 | geschätzt |
| Callunetum | 136 | 370 | 506 | gemessen |
| Grünland | 95 | 396 | 491 | gemessen |

Die vergleichenden mikroklimatischen Beobachtungen in der bodennahen Luftschicht in Königsmoor ergeben, daß die höhere Verdunstung des Grünlandes die Temperaturextreme abschwächt, damit wird die so gefürchtete Nachtfrostgefahr gemildert (Tab. 2 und 3).

Tabelle 2: Monatsmittel der Luftfeuchtigkeit in 5 cm Höhe über bewachsenem Moorboden zum Mittagstermin im Königsmoor bei Tostedt/Han. nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

| 1951 | Callunetum | | Hochmoor-Grünland | |
|--------------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|
| | Dampfdruck in mm | relative Luftfeuchte % | Dampfdruck in mm | relative Luftfeuchte % |
| Mai (24 Tg.) | 8,4 | 65 | 10,3 | 79 |
| Juni | 12,8 | 63 | 14,2 | 77 |
| Juli | 14,8 | 71 | 15,3 | 84 |
| Mittel | 12,0 | 66 | 13,2 | 80 |

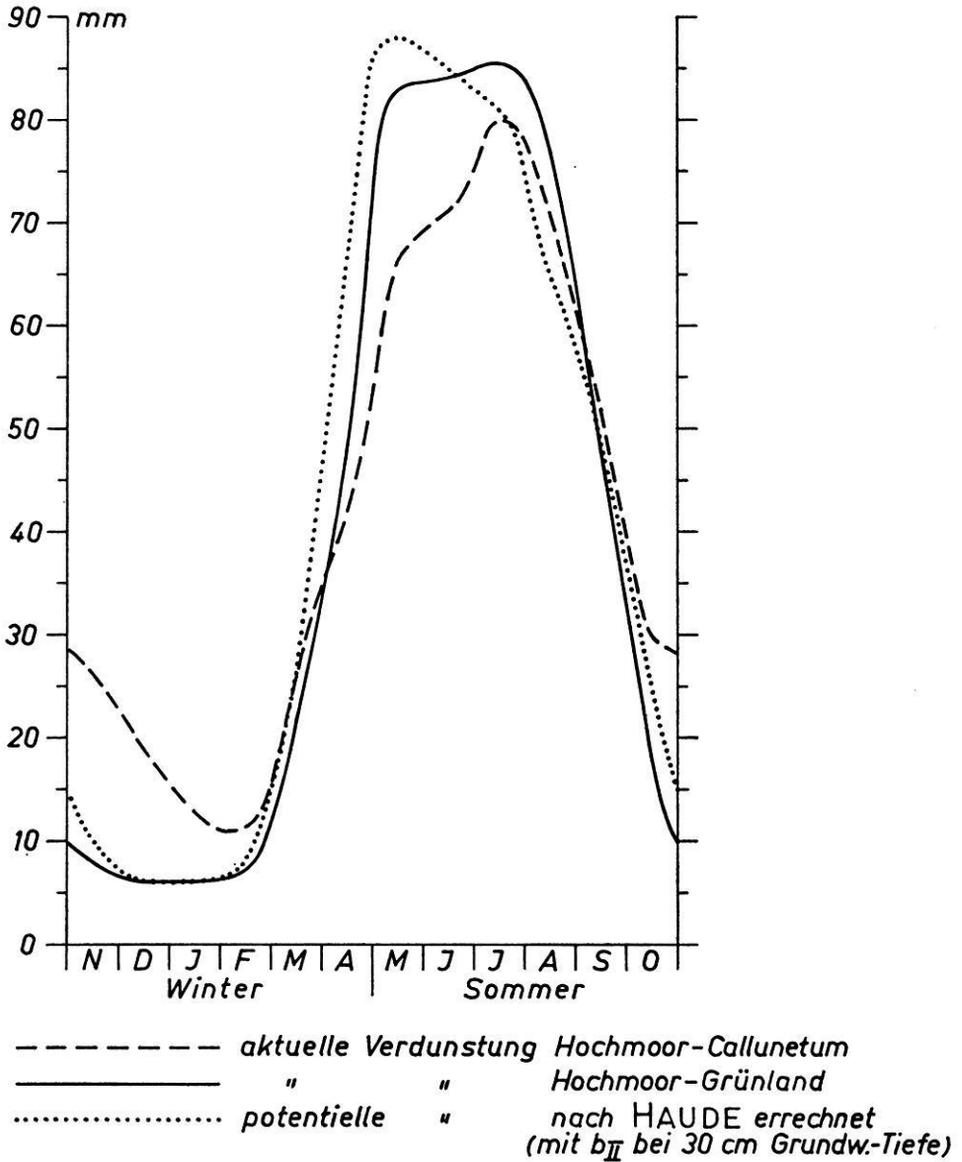


Abb. 5: Mittlerer Jahresgang (1951/58) der aktuellen Verdunstung von Hochmoor-Callunetum und Hochmoor-Grünland und der potentiellen Verdunstung (berechnet nach HAUDE, 1952) im Königsmoor bei Tostedt/Han. Nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

Tabelle 3: Monatsmittel der Lufttemperatur (in °C) in 5 cm Höhe über bewachsenem Moorboden im Königsmoor bei Tostedt/Han. nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

| 1951 | Callunetum | | | | Hochmoor-Grünland | | | |
|--------------|------------|------|----------------------|--------|-------------------|------|----------------------|--------|
| | Max. | Min. | Tages- schwankung | Mittel | Max. | Min. | Tages- schwankung | Mittel |
| Mai (24 Tg.) | 23,6 | 2,9 | 20,7 | 13,3 | 21,4 | 3,4 | 18,0 | 12,4 |
| Juni | 22,4 | 5,6 | 16,8 | 14,0 | 20,8 | 6,2 | 14,6 | 13,5 |
| Juli | 23,5 | 8,0 | 15,5 | 15,8 | 20,5 | 8,2 | 12,3 | 14,4 |
| Mittel | 23,2 | 5,5 | 17,7 | 14,4 | 20,9 | 5,9 | 15,0 | 13,4 |

Werden Moorflächen besandet oder tiefgepflügt, so ändern sich die thermischen Verhältnisse völlig und man kann dann schon fast von einer „Klimamelioration“ im Sinne von HERBST sprechen (zit. BADEN & EGGELSMANN, 1958).

Die Grünland-Erträge der Hochmoorkulturen, die denen von humosen, lehmigen Sandböden recht nahe kommen, entziehen dem normal gedüngten Hochmoorboden beträchtliche Nährstoffmengen. Die Auswaschungsverluste aus den Hochmoorkulturen an N, P, K und Ca und damit die Eutrophierung ihrer Abflußwässer hielten sich bei den bisherigen Düngungsnormen in engen Grenzen (Tab. 4).

Tabelle 4: Nährstoffezug in den Abflußwässern von Hochmooren mit verschiedenen Pflanzengesellschaften nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

| Einzugsgebiet Jahr | org. Subst. | CaO | E n t z u g i n k g / h a | | |
|---|----------------|-----|-------------------------------|------------------|----|
| | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N |
| Sphagnetum (Augstumalmoor im Memeldelta) 1902 | 250 | 3 | 1 | 10 | 7 |
| Callunetum (Königsmoor, 1956/57) | 400 | 15 | 2 | 3 | 24 |
| Hochmoor-Grünland (Königsmoor, 1955/57) | 475 | 51 | 8 | 26 | 31 |

Zur Hydrologie der Gebirgsmoore

Während die Flachland-Hochmoore ein Oberflächengefälle zwischen 0,3 ‰ bis 3 ‰ aufweisen, ist dies in Gebirgs-Hochmooren im Harz, Solling, Hohen Venn, Riesengebirge und in den Sudeten sehr viel stärker. Es schwankt dort in weiten Grenzen zwischen 30 bis 150 ‰ (vgl. EGGELSMANN, 1967).

Zahlreiche Beobachtungen und Meßergebnisse beweisen, daß die Gebirgsmoore nach der Schneeschmelze und nach Starkregen rasch und kurzzeitig sehr hohe Abflußspenden liefern. Umgekehrt versiegt in Trockenperioden der Abfluß häufig genug völlig. Von einer ausgleichenden Wirkung der Gebirgsmoore auf den Wasserhaushalt kann man also keinesfalls sprechen (FERDA, 1960; FERDA & MEISTRICK, 1964; FERDA & PASAK, 1969; KAUTZ, 1906; NYS, 1958).

Die in den Harzer Hochmooren (Brockenfeldmoor und Sonnenberger Moor, JENSEN, 1961) wie auch in anderen Gebirgsorten festgestellten Erosionsrinnen, unterirdischen Abflußrinnen und Einsturztrichter zeigen auch dem Laien, daß die Abflußverhältnisse, dem Gefälle entsprechend, extrem sein müssen (EGGELSMANN, 1960).

Häufig treten unter dem Moor aus Gesteinsverwerfungen Quellen auf, die einen kontinuierlichen Abfluß aus dem Moorkörper vortäuschen. Im Brockenfeldmoor und Sonnenberger Moor sind solche Quellen ebenfalls festgestellt.

Bei dem im Gebirgsklima sehr langsamen Moorbau sind auch die erst schwach zersetzten Sphagnumtorfe — im Gegensatz zu denen der Flachland-Hochmoore (BADEN & EGGELSMANN, 1963) — relativ dicht gelagert und damit sehr schlecht durchlässig. In den Torfen selbst findet kaum eine Wasserbewegung statt. Das überschüssige Wasser rinnt entweder oberflächlich ab oder folgt in unterirdischen Gängen dem Untergrundgefälle.

Hydrographischer Vergleich der Moore mit moorlosen Einzugsgebieten

Ein Vergleich der monatlichen Wasserbilanzen aus Niederschlag (N), Abfluß (A), Verdunstung (V) und Wasservorrat (R-B) entsprechend der Wasserbilanzgleichung

$$N = A + V + (R-B),$$

von je vier Einzugsgebieten mit und ohne Moorflächen, läßt folgendes erkennen (Abb. 6).

Bei vergleichbarer Klimallage, d. h. ähnlichem Niederschlag, weichen die Wasservorratsänderungen kaum voneinander ab, allenfalls deutet sich für die Mooregebiete eine etwas höhere Verdunstung zu Lasten des Abflusses an, so z. B. bei einem Vergleich

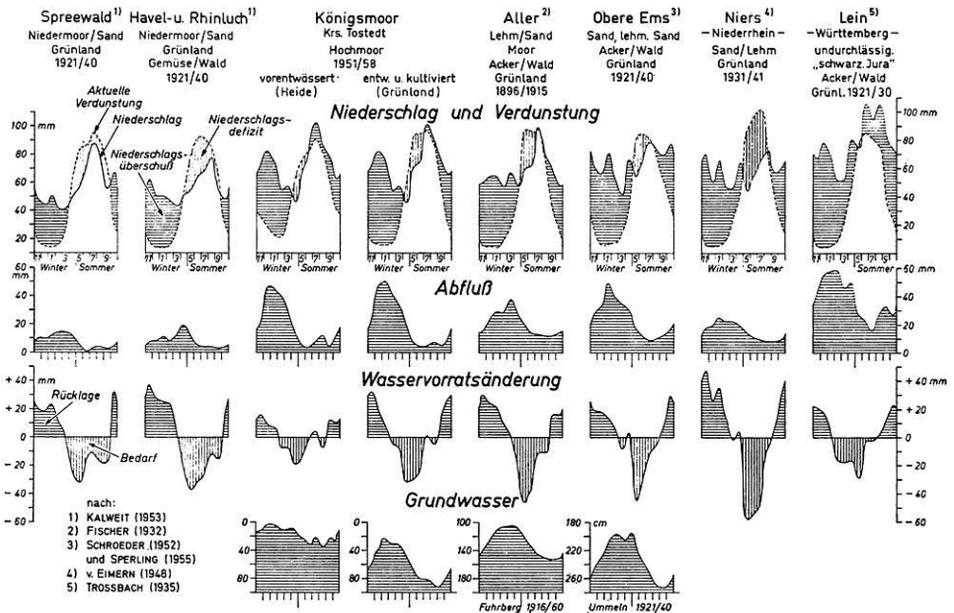


Abb. 6: Vergleich der Wasserbilanzen verschiedener deutscher Einzugsgebiete mit und ohne Moor. Nach BADEN & EGGELSMANN (1964).

der mittleren Jahressummen des Wasserhaushaltes der Oberen Ems (Pegel Rheine) und des Königsmoores (Hochmoorgrünland). Nahezu gleich ist der Verlauf der Wasservorratsänderung (R-B) und des Grundwassers bei diesen beiden Einzugsgebieten, lediglich die Tiefe des Grundwassers unter Flur ist unterschiedlich.

Tabelle 5: Mittlere Wasserbilanz der Oberen Ems (bis Pegel Rheine) und des Hochmoor-Grünlandes im Königsmoor bei Tostedt/Han.

| Jahresmittel in mm | Obere Ems (1921/40) | Königsmoor (1951/58) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|
| N | 762 | 742 |
| A | 286 | 243 |
| V | 476 | 499 |

Die Moore als Wasserspeicher in der Landschaft

Allgemein gilt für unsere Hoch- und Niedermoore, daß ihre Torfe zwar — im Verhältnis zu den Mineralböden — sehr wasserreich sind. Die Moore geben jedoch nur das überschüssige (freie) ungespannte Wasser an die Dräne und Gräben ab (prozentual 3 bis 10 Vol.-%). Ihr hydrographischer Einfluß besteht in der höheren Verdunstung und entsprechend vermindertem Abfluß gegenüber Mineralböden.

Es gibt andererseits viele Bäche und Flüsse in unserer Heimat, deren Quellen und Zuflüsse in Mooren oder Anmooren entspringen. Untersucht man diese Quellgebiete etwas näher, so erkennt man sehr bald, daß diese Moore als Tal-, Quell- oder Hangmoore anzusprechen sind oder es handelt sich um Hochmoore, die von Versumpfungsmoor (meist Bruchwaldmoor) unterlagert sind. In Niedersachsen ist das bei mehr als $\frac{2}{3}$ aller Hochmoore der Fall (EGGELSMANN, 1967). Wie der Name schon ausweist, ist diese Mooregenese an entsprechende morphologische, hydrographische Bedingungen geknüpft.

Solche Moore sind bekannt für relativ große, kontinuierliche Grundwasserspenden. Ein oberflächlicher Beobachter könnte hier leicht vorschnell von einem „Abfluß aus dem Moor“ sprechen. Die Abflußspende dieser Moore entstammt jedoch primär dem Grundwasser meist sandig-kiesiger Grundwasserleiter, die zutage treten und die Moorbildung verursacht haben. Die eigentliche(n) Quelle(n) sind durch die darüber aufgewachsenen Moore verdeckt. Zwischen den aus diesen Mooren abfließenden Gräben und Bächen und dem Moor als scheinbarem Wasserspeicher besteht jedoch kein kausaler Zusammenhang.

Man könnte sogar weitergehen und behaupten, die effektive Wirkung dieser Quellen wäre größer, wenn sie — ohne erst die Mooraufgabe zu durchfließen — direkt im Bach oder Fluß einmünden würden. Denn — wie vorher nachgewiesen — müssen alle Moore als Gebiete mit hoher Verdunstung angesehen werden und damit als indirekte Zehrer an den Quellen oder Grundwasseraustritten.

Bei seinen hydrologischen Untersuchungen in teilweise bewaldeten Mooren in Minnesota hat BAY (1967, 1969) festgestellt, daß auch die Moore im Norden der USA kein Retentionsvermögen besitzen, sie vielmehr nach Schneeschmelze und Starkregen ihr überschüssiges Wasser rasch an die Bäche abgeben. Im Sommer besitzen diese Moore eine höhere Evaporation als vergleichbare Mineralböden.

Einfluß der Moor- und Landeskultur auf die Gewässer unterhalb liegender Gebiete

Die oben dargelegten hydrologischen Ergebnisse lassen erkennen, daß der Wasserkreislauf in kultivierten, landwirtschaftlich genutzten Hochmooren des Flachlandes nicht wesentlich anders ist als der von unberührten Hochmooren. Lediglich das im Stadium der Vorentwässerung befindliche Hochmoor unterscheidet sich in bemerkenswerter Weise. Seine Abflußmorphologie ist extremer — höhere HW, geringere NW — als beim unberührten oder kultivierten Hochmoor.

Daraus läßt sich allgemein ableiten, daß im Moor zwar unmittelbar nach Entwässerungsmaßnahmen der Abfluß vergrößert und zeitweilig extremer ist als zuvor. Aber schon nach 5 bis 10 Jahren, wenn der Wasserüberschuß abgeflossen ist, stellt sich im Wasserhaushalt ein neues Gleichgewicht ein, das sich von dem ursprünglichen Wasserhaushalt des Moores nicht nennenswert unterscheidet.

Dies gilt — obwohl bisher nur für Hochmoore nachgewiesen — für alle Moore im Flachland. Für Niedermoore, die in einem Einzugsgebiet häufig mit anderen Bodenarten und entsprechend unterschiedlicher Vegetation in der Landschaft verzahnt liegen, die häufig genug unter Fremdwasserzufluß leiden, gelten diese Erkenntnisse gleichermaßen. Vergleichende hydrologische Beobachtungen sind hier jedoch viel schwieriger möglich und sind deshalb bisher unterblieben.

Wo allerdings ein Moor bislang im Überschwemmungsbereich lag und nach einem Flußausbau eine Retention entfällt, vergrößert sich im Unterlauf die HW-Gefahr. Dies ist völlig unabhängig von der Art der dort vorkommenden Böden. Nach dem neuen Wasserhaushaltsgesetz können im solchen Fall ein oder mehrere Rückhaltebecken vorgesehen werden, was früher kaum möglich war (KIRGIS, 1962). Dies hat aber mit dem Einfluß der Moorkultur nichts mehr zu tun.

Schlußbemerkung

Man hört und liest es immer wieder „Schützt unsere Moore als einzigartige Wasserspender unserer Bäche und Flüsse!“ Diese Meinung geht nach UHLEN (1951) zurück auf eine Äußerung von Alexander von Humboldt. Sie wird auch heute noch oft genug kolportiert.

Die vorgenannten zahlenmäßig belegten hydrologischen Daten für verschiedene Moore in Deutschland und benachbartem Ausland beweisen aber das Gegenteil.

Bei allen künftig zu planenden Moormeliorationen sollte jedoch — stärker als bisher — der Gedanke des Natur- und Landschaftsschutzes berücksichtigt werden. Weniger um diese Moore dem Tourismus zu erschließen. (Von ihrer Verkehrsfeindlichkeit abgesehen sind urwüchsige Moore, auch verheidete Hochmoore, sehr trittempfindlich.) Vielmehr sind solche geschützten Moore oder genügend große Teilflächen von Mooren Refugien für viele Pflanzen und Tiere und sind als Lehr- und Forschungsstätten für zahlreiche, insbesondere naturwissenschaftliche Disziplinen in immer stärkerem Maße bedeutungsvoll. Nach ELLENBERG (1965) sollte deshalb bei der Frage des Landschaftsschutzes „nicht das romantische Naturgefühl die treibende Kraft (sein), sondern die klare Einsicht in die Notwendigkeit des Naturschutzes und der Landespflge“ inmitten einer sich immer mehr technisierenden Umwelt.

Literatur

- 1) BADEN, W. & R. EGGELSMANN: Über das Bodenklima verschiedener Hochmoorkulturen und sein Einfluß auf den Pflanzenwuchs. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau, **106.**, S. 127—52, 1958.
- 2) —: Zur Durchlässigkeit der Moorböden. Z. f. Kulturtechn. u. Flurberein. **4.**, S. 226—54, 1963.
- 3) —: Der Wasserkreislauf eines nordwestdeutschen Hochmoores. KfK-Heft 12, Verlag Wasser u. Boden, Hamburg 1964.
- 4) —: Auch aus „gewässerkundlicher Sicht“ bleibt die Verdunstung der Hochmoore hoch und damit für deren Hydrologie entscheidend. Dt. Gewässerkd. Mitt., **10.**, S. 22—24, 1966.
- 5) BAY, R. R.: Runoff from small peatland watersheds. J. of Hydrology. **9.** 10. 90—102, Amsterdam 1969.
- 6) —: Techniques of hydrologic research in forested peatland, USA. XIV. IUFRO-Kongress, Section 11 München 1967.
- 7) EGGELSMANN, R.: Über den unterirdischen Abfluß aus Mooren. Wasserwirtschaft, **50.**, S. 149—54, 1960.
- 8) —: Die Verdunstung der Hochmoore und deren hydrographischer Einfluß. Dt. Gewässerkundl. Mitt., **8.**, S. 138—147, 1964.
- 9) —: Oberflächengefälle und Abflußregime der Hochmoore. Wasser u. Boden, **19.**, S. 247—52, 1967.
- 10) EIMERN, I. VAN: Schwankungen des natürlichen Wasserhaushaltes am linken Niederrhein unter besonderer Berücksichtigung der Grundwasserschwankungen. Diss. Univ. Bonn 1948.
- 11) ELLENBERG, H.: Naturschutz — unsere Aufgabe. Schweiz. Lehrerzeitung, **6.**, S. 178—82, 1965.
- 12) FERDA, J.: Hydrologische Bedeutung der Gebirgshochmoore. Zemédělskyh Věd. **6** (XXXIII), 835—56, 1960.
- 13) —: & V. MEISTRİK: Subalpine Moore im Kammgebiet des Riesengebirges und ihre hydrologische Bedeutung. Věd. Práce Výzkumnych Ústavu Zeměd. Praha 1964.
- 14) —: & V. PASAK: Hydrologic and climatic function of Czechoslovak peat bogs. Zbraslav 1969.
- 15) FISCHER, K.: Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Weser- und Allergebiet. Jahrb. f. d. Gewässerk. Norddeutschlands, Bes. Mitt. Bd. 7, Nr. 2, 1932.
- 16) GÖTTLICH, K.: Achtjährige Untersuchungen über die Wasserbilanz und die Strukturverhältnisse eines gedränten, kultivierten Niedermoores im südwestdeutschen Alpenvorland. Bayer. Landw. Jahrb., **38.**, S. 718—39, 1961.
- 17) —: Die hydrologisch-ökologische Moormeßstelle im Pfrunger Ried in Oberschwaben. Bayer. Landw. Jahrb. **40.**, S. 220—232, 1963.
- 18) GROSSE-BRAUCKMANN, G.: Die Moore der Bundesrepublik Deutschland. Natur u. Landschaft, **42.**, S. 195—98, 1967.
- 19) HAUDE, W.: Verdunstungsmenge und Evaporationskraft eines Klimas. Ber. Dt. Wetterdienst US-Zone, **42.**, S. 225—29, 1952.
- 20) JENSEN, U.: Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Heft 1, 1961.
- 21) KALWEIT, H.: Der Wasserhaushalt I. und II. Verlag Technik Berlin 1953.
- 22) KAUTZ: Die Bedeutung der Hochmoore in der Kgl. Oberförsterei Sieber im Harz. Z. f. Forst- u. Jagdwesen, **38.**, S. 668—82, 1906.
- 23) KIRGIS, L.: Regulierungen und Wasserhaushalt. Ber. Landesanst. f. Bodennutzungsschutz Nordrhein-Westfalen, Heft 3, S. 193—96, 1962.

- 24) NYS, L.: Bilan des eaux internes et externes dans les tourbières hautes. VI. Intern. Congr. Univ. Moorforschung Brüssel, S. 48—59, 1958.
- 25) SCHMEIDL, H.: Vergleichende Wasserhaushalts- und Klimabeobachtungen auf kultivierten und unkultivierten Hochmooren in Südbayern (III. Teil). Mitt. für Landkultur, Moor- und Torfwirtschaft. 8. S. 108—128, München 1960.
- 26) —: Klimatische Vergleiche in Moorgebieten. Wetter und Leben. 14., S. 77—82, 1962.
- 27) —: Bodentemperaturen in Hochmoorböden. Bayer. Landw. Jb. 41., S. 115—122, 1964.
- 28) —: Oberflächentemperaturen in Hochmooren. Wetter und Leben. 17., S. 87—97, 1965.
- 29) —: Frostdauer in 2 m und 5 m Höhe über dem Boden in den südlichen Chiemseemooren. Bayer. Landw. Jb. 44., S. 592—604, 1967.
- 30) SCHROEDER, G.: Die Wasserreserven des oberen Emsgebietes. Bes. Mitt. Dt. Gewässerkd. Jahrb. 5., 1952.
- 31) SCHUCH, M. & R. WANKE: Konduktometrisch bestimmte Menge mineralischer Substanz im Abfluswwasser zweier Hochmoorflächen. Bayer. Landw. Jahrb. 45., S. 495—505, 1968.
- 32) SPERLING, W.: Zusammenhänge zwischen Niederschlag, Abfluß, Verdunstung und den Schwankungen des Wasservorrates im oberen Emsgebiet. Das Gas- und Wasserfach, 96., Heft Heft 6/12, 1955.
- 33) TROSSBACH, G.: Einfluß der Bodenentwässerungen auf den Wasserhaushalt der Gewässer. Kulturtechniker, 38., S. 251—58, 1935.
- 34) UHDE, O.: Verschlechtert die Entwässerung und Kultivierung der Moore die Wasserverhältnisse der Unterlieger? Wasser u. Boden, 3., S. 180, 1951.
- 35) —: Über den Wasserabfluß aus Hochmooren. Dt. Gewässerkd. Mitt., 8., S. 110—112, 1964.
- 36) —: Die ungestörten Hochmoore sind keine Wasserspeicher. Dt. Gewässerkd. Mitt., 10., S. 000—00, 1966.
- 37) —: Niederschlags- u. Abflußbeobachtungen auf unberührten, vorentwässerten und kultivierten Teilen eines nordwestdeutschen Hochmoores der Esterweger Dose am Küstenkanal bei Papenburg. Schriftenreihe KfK, Heft 15, 1967.
- 38) VIDAL, H.: Vergleichende Wasserhaushalts- und Klimabeobachtungen auf kultivierten und unkultivierten Hochmooren in Südbayern (Teile I und II). Mitt. für Landkultur, Moor- und Torfwirtschaft 7., S. 205—217, München 1959.
- 39) —: wie vor (Abflußjahr 1959). Ebenda, 8., S. 50—107, München 1960.
- 40) —: wie vor (Abflußjahr 1960) Bayer. Landw. Jb. 38., S. 701—717, 1961.
- 41) —: wie vor (Abflußjahr 1961) Ebenda, 39., S. 819—835, 1962.
- 42) —: & M. SCHUCH: wie vor (Abflußjahr 1962), Ebenda, 40., S. 721—736, 1963.
- 43) —: & M. SCHUCH: wie vor (Abflußjahr 1963) Ebenda, 41., S. 998—1009, 1964.
- 44) —: & M. SCHUCH: wie vor (Abflußjahr 1964) Ebenda, 42., S. 1001—1015, 1965.
- 45) —: & M. SCHUCH: wie vor (Abflußjahr 1965) Ebenda, 43., S. 881—891, 1966.
- 46) —: & M. SCHUCH: wie vor (Abflußjahr 1966) Ebenda, 44., S. 577—591, 1967.
- 47) SCHUCH, M.: wie vor (Abflußjahr 1967) Ebenda, 47., S. 351—364, 1970.
- 48) WEBER, C. A.: Über die Vegetation und die Entstehung des Hochmoores von Augstumal. Verlag Parey, Berlin 1902.