

TELMA	Band 17	Seite 51—58	3 Abb., 1 Tab.	Hannover, Dezember 1987
-------	---------	-------------	----------------	-------------------------

Moorkundlich-hydrologische Voraussetzungen der Wiedervernässung von Hochmooren*)

Rewetting of Raised Bogs — Peat Soil Condition and Hydrological Requirements

JOACHIM BLANKENBURG u. HERBERT KUNTZE**)

ZUSAMMENFASSUNG

Zur Wiedervernässung von Hochmooren wird ein Staukörper aus gewachsenem Hochmoortorf gefordert.

Mit repräsentativen Werten der gesättigten Wasserdurchlässigkeit wurden für statische Bedingungen Berechnungen der Sickerwasserverluste in Abhängigkeit unterschiedlicher Staukörpermächtigkeiten vorgenommen. Folgende Ergebnisse lassen sich aus diesen Modellen ableiten:

1. Staukörpermächtigkeiten $> 0,5$ m reduzieren die Sickerwasserverluste nur noch unwesentlich.
2. Erst Humositätsgrade $H \geq 7$ nach v.POST bewirken ausreichenden Wasserstau.
3. Schrumpfrisse im ausgetrockneten Staukörper aus stark zersetztem Hochmoortorf können die Stauwirkung beeinträchtigen. Eine Staukörpermächtigkeit von 0.5 m sollte daher nicht unterschritten werden. Als Verdunstungsschutz werden mindestens 0,3 m Bunkerde bzw. Weißtorf über dem Staukörper gefordert.
4. Unter klimatisch ungünstigen Bedingungen ist ein Grundwasseranschluß des Staukörpers erforderlich.

*) Vortrag gehalten auf der Arbeitstagung der Sektion IV (Chemie, Physik u. Biologie) der DGMT am 7.10.1986 in Meppen.

***) Anschrift der Verfasser: Dr.J.BLANKENBURG u. Prof.Dr.H.KUNTZE, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechnologisches Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Str. 46-50, 2800 Bremen-1

SUMMARY

Rewetting requires an impermeable layer of undisturbed raised-bog peat. For static conditions calculations of seepage dependent on the thickness of the impermeable layer have been carried out by means of representative data of saturated water permeability. The results of these model calculations are:

1. An increase of the impermeable layer over 0,5 m insignificantly reduces the seepage.
2. Only a degree of decomposition $H \geq 7$ according to v.POST causes a sufficient water rise.
3. An impermeable layer of highly decomposed raised-bog peat can be destroyed by crack formation after drying up. Therefore, the thickness of this layer should not be less than 0,5 m. A top spit or white peat layer of at least 0,3 m is required to prevent evaporation.
4. Under unfavourable climatic conditions contact of the impermeable layer with the ground water is necessary.

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Im Moorschutzprogramm der Niedersächsischen Landesregierung (Teil I, 1981 und Teil II, 1986) ist die Notwendigkeit des Moorschutzes dargelegt. Teilabgetorfte Moore sollen danach langfristig als "Ersatzbiotope" hergerichtet werden. Ihre Wiedervernässung mit dem Ziel einer Hochmoor-Regeneration ist einzuleiten.

Beim Abbau der Torfvorräte wird das "Stehenlassen eines ausreichend mächtigen Staukörpers aus gewachsenem Torf, den auch Entwässerungsgräben nicht durchstoßen dürfen (in der Regel mindestens 50 cm auch bei Entwässerungsgräben)" (Moorschutzprogramm Teil I, 1981, S. 26) gefordert. Diese Forderung stützt sich auf eine zusammenfassende Bewertung, die KUNTZE bereits 1973 im Hinblick auf mögliche Folgenutzungen auf teilabgetorften Hochmooren in Band 3 der TELMA vorgestellt hat; er hielt außerdem eine Schicht Abraum von 30 cm von der ehemaligen Mooroberfläche für erforderlich. Immer wieder werden von Vertretern des Naturschutzes und der Torfwirtschaft Bedenken geäußert, ob diese Resttorfmächtigkeit aus 0,50 m gewachsenem, stark zersetzten Torf und 0,30 m Bunkerde richtig bemessen sind. Ziel dieser Arbeit ist es daher, mögliche Auswirkungen von unterschiedlich mächtigen Staukörpern und Bunkerde/Weiβtorfauflagen auf die Wiedervernässung aufzuzeigen.

2. HOCHMOORREGENERATION AUS KLIMATISCHER SICHT

In Nordwestdeutschland ist aufgrund der klimatischen Wasserbilanz eine Hochmoor-Wiedervernässung allein aus den Niederschlägen möglich (EGGELSMANN, 1981).

Im hydrologischen Normaljahr ist nach einer Aufsättigungsphase der Torfe mit Abflüssen bis zu 200 mm/a zu rechnen (Tab.1). Die Abflüsse gliedern sich in oberirdische (A_o) und unterirdische (A_u) Anteile auf. Für das Königsmoor (Krs.Harburg) berechnete EGGELSMANN (1960) aus vier verschiedenen Analysen einen mittleren unterirdischen Abfluß von 36 mm/a. Tolerierbar wären 100 mm, dies entspricht etwa dem doppelten Abfluß im Sommer.

Tab. 1: Klimatische Wasserbilanz eines Hochmoores im Normal-Wasserhaushaltsjahr, Sphagnum-Stadium (nach EGELSMANN, 1981)
 Water balance of a raised bog in a normal year, Sphagnum state (according to EGELSMANN, 1981)

		N	A	V	S
		Wasserhöhe in mm			
Winter		350	150	140	+60
Sommer		400	50	410	-60
Jahr		750	200	550	0

N = Niederschlag
 A = Abfluß
 V = Verdunstung
 S = Speicherung

3. ANFORDERUNGEN AN DEN STAUkörper

Staukörper sind Boden- bzw. Torfschichten mit nur sehr geringer gesättigter Wasserdurchlässigkeit (kf-Wert). Böden mit $k_f < 10^{-9}$ m/s sind praktisch wasserundurchlässig.

Bei Torfen verringert sich die Durchlässigkeit mit zunehmendem Humositätsgrad nach v.POST (Abb.1). Die kleinsten gemessenen Werte liegen zwischen 0,001-0,0001 m/d ($\hat{=} 10^{-8} - 10^{-9}$ m/s (CHASON & SIEGEL, 1986). Zwischen horizontaler (k_h) und vertikaler (k_v) gesättigter Wasserdurchlässigkeit bestehen in den schichtig abgelagerten Hochmoortorfen erhebliche Unterschiede. Das Verhältnis k_h/k_v beträgt in den oberflächennahen Torfschichten (< 1 m) 0,1 - 10 und in den tieferen Schichten ($> 1,0$ m) 1 - 100 (CHASON & SIEGEL, 1986). Die Sickerverluste werden durch die vertikale Wasserdurchlässigkeit bestimmt.

4. BERECHNUNG DER SICKERVERLUSTE

Laminares Fließen im Boden vorausgesetzt, kann der Durchfluß durch eine Fläche nach dem Filter-Gesetz von DARCY berechnet werden:

$$\frac{Q}{F} = k \cdot \frac{\Delta h}{l} \quad (1)$$

$$\frac{Q}{F} = \text{Abfluß je Flächeneinheit (m/s)}$$

$$k = \text{gesättigte Wasserdurchlässigkeit (m/s)}$$

$$\Delta h = \text{Druckhöhenunterschied (m)}$$

$$l = \text{Filterlänge (m)}$$

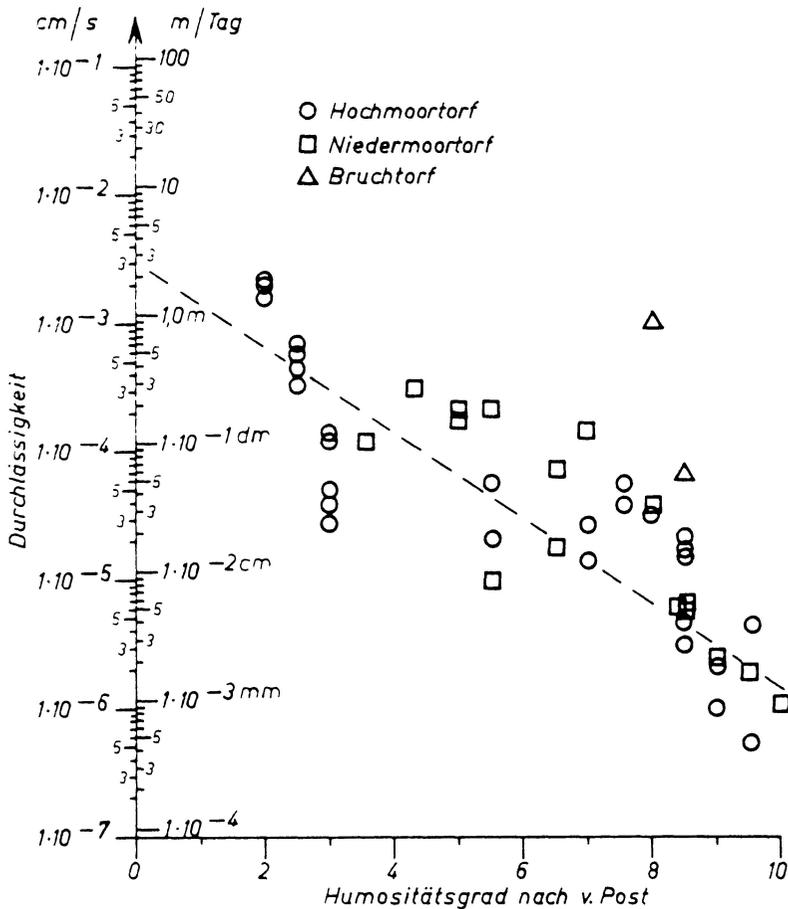


Abb. 1

Beziehung zwischen Durchlässigkeit und Humosität der Torfe (nach EGGELSMANN, 1960)

Relationship between water permeability and degree of decomposition of peat (according to EGGELSMANN, 1960)

Liegen geschichtete Profile vor, so läßt sich ein mittlerer k_v nach Gleichung 2 berechnen:

$$k_v = \frac{1}{\frac{l_1}{k_1} + \frac{l_2}{k_2} + \dots + \frac{l_n}{k_n}} \quad \text{m/s} \quad (2)$$

k_v = mittlere vertikale gesättigte Wasserdurchlässigkeit m/s

l = Gesamtmächtigkeit (m)

k_1 = gesättigte Wasserdurchlässigkeit der 1.Schicht(m/s)

l_1 = Mächtigkeit der 1.Schicht (m)

Den nachfolgenden Berechnungen liegt ein zweischichtiges Bodenprofil (Weißtorf über Schwarztorf) zugrunde.

4.1 Moorbasis ohne Grundwasseranschluß

Für Bunkerde bzw. Weißtorf wurde ein relativ hoher k_f -Wert von 0,4 m/d und für Schwarztorf ein sehr geringer Wert von 0,0001 m/d als repräsentativ eingesetzt.

Zur Wiedervernässung von Hochmooren wird ein ganzjährig hoher Stauwasserstand, möglichst nahe der Geländeoberfläche, angestrebt. Daraus ergeben sich mit zunehmender Bunkerde- bzw. Weißtorfmächtigkeit steigende Sickerverluste. Bei gleicher Staukörpermächtigkeit von 0,5 m steigt die Versickerung von 58 mm/a bei 0,3 m Weißtorf/Bunkerde auf 102 mm/a bei 0,9 m Weißtorf/Bunkerde an (Abb. 2).

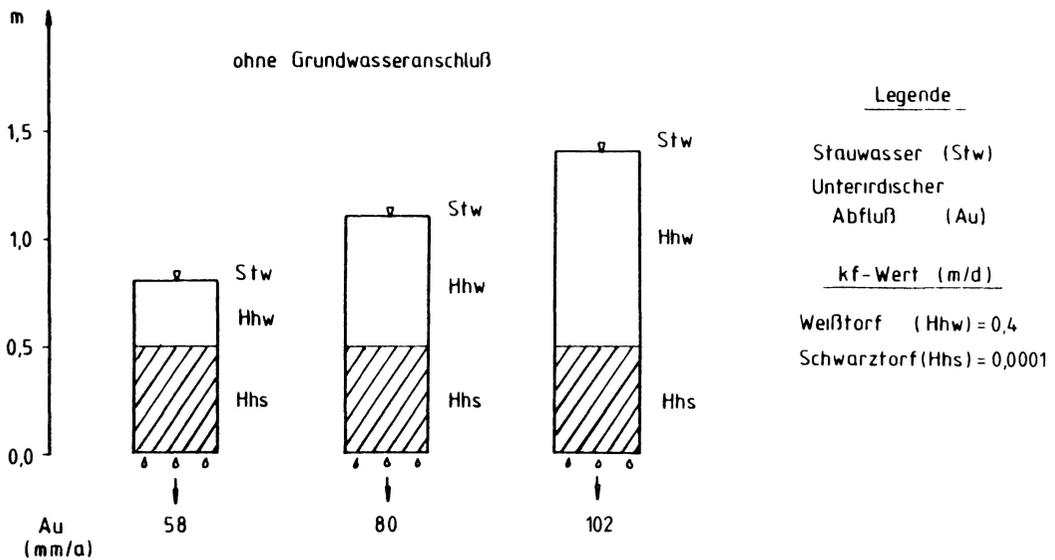


Abb. 2

Einfluß der Bunkerde - bzw. Weißtorfmächtigkeit auf die Versickerung
Influence of top spit thickness respectively white peat on seepage

Eine Verdoppelung der Staukörpermächtigkeit von 0,5 m auf 1,0 m verringert dagegen die Sickerverluste nur geringfügig von 58 auf 47 mm/a (Abb. 3). Staukörpermächtigkeiten $< 0,5$ m führen jedoch zu wesentlich höheren Sickerwasserbildungen, da das Verhältnis h/l unter den obengenannten Randbedingungen steigt.

4.2 Moorbasis mit Grundwasseranschluß

Liegt das Druckniveau des Grundwassers im Liegenden innerhalb des Torfkörpers, so verringern sich die Sickerverluste in den Beispielen der Abbildung 3 von 58 mm/a auf 40 mm/a bzw. von 47 mm/a auf 38 mm/a. Mit höherem Grundwasser verringern sich infolge geringerer Druckunterschiede (Δh) die Versickerungsverluste. Bei einem Grundwasserdruckniveau an der Geländeoberfläche tritt keine Versickerung mehr auf.

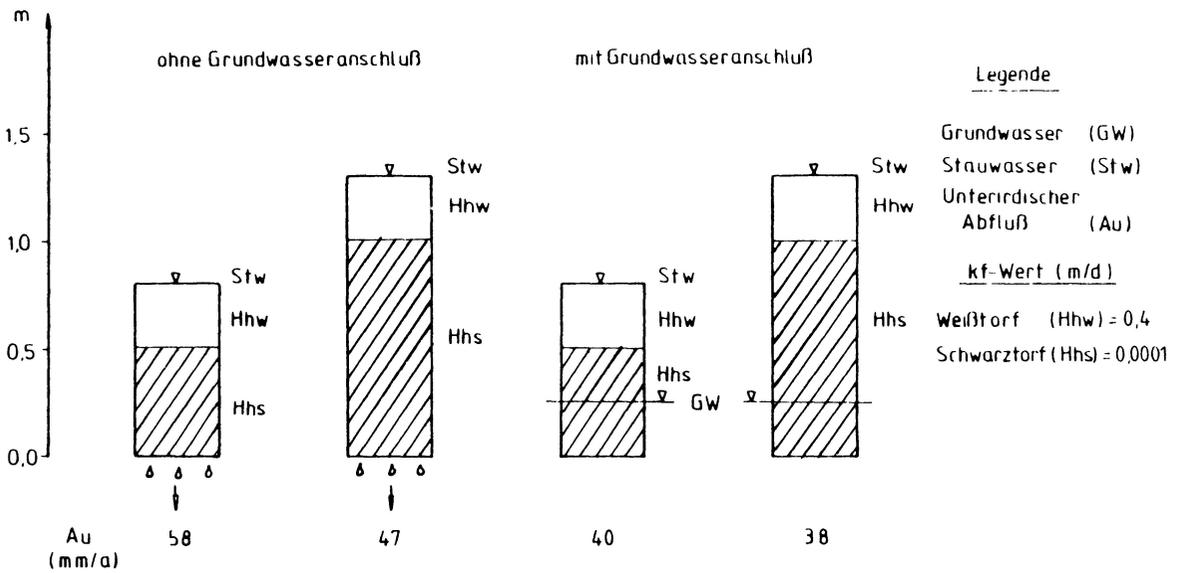


Abb. 3

Abhängigkeit der Versickerung von der Mächtigkeit des Staukörpers und des Grundwasserstandes

Dependence of the seepage on the thickness of the impermeable layer and the groundwater level

5. DISKUSSION

Die mittels Berechnungen nach dem DARCY-Gesetz aufgezeigten Zusammenhänge zwischen Staukörpereigenschaften und Versickerungsverlusten sind rein statische Betrachtungen.

In der natürlichen Umgebung ist jedoch mit ständig wechselnden Druckunterschieden zu rechnen; dadurch werden die realen Sickerraten von den berechneten abweichen.

Problematisch bleibt auch die Anwendung des DARCY-Gesetzes, da vor allem in vorher geschrumpften Torfen nicht immer laminares Fließen unterstellt werden kann. Auch unterliegen die k_f -Messungen im Felde und im Labor $< 10^{-8}$ m/s größeren Fehlern.

Ein extremes Verhältnis von k_h/k_v von 100 unterstellt, sind erst Hochmoortorfe mit $H \geq 7$ als ausreichende Wasserstauer einzustufen.

Berechnungen des unterirdischen Abflusses wurden von EGGELSMANN (1960) im Königsmoor vorgenommen (s. Abschnitt 2). Dabei handelt es sich jedoch um Situationen mit sehr niedrigen Grund- bzw. Stauwasserständen. Wasserstände nahe der Geländeoberfläche, wie sie bei der Wiedervernässung angestrebt werden, führen jedoch infolge größerer Druckunterschiede zu deutlich höheren Versickerungsverlusten.

Besonders in kleinen zu vernässenden Flächen mit tief ausgebauten Vorflutern im Randbereich wird die Versickerung durch

tiefer abgesenktes Grundwasser größer sein. Ähnliche Bedingungen liegen auch in größeren Moorgebieten vor, in denen Entwässerungsgräben tief in den Sanduntergrund einschneiden. Sofern diese Einschnitte vorhanden sind, sind solche Gräben abzudichten. Untersuchungsergebnisse über die Auswirkungen von Abdichtungsmaßnahmen werden von SCHÄFER et al. (1987) vorgestellt.

Mit zunehmender Moorgröße ist es leichter, das Grundwasser, das auch durch Sickerwasser aus dem Moorkörper gespeist wird, anzuheben. Dadurch lassen sich die Sickerverluste langfristig deutlich reduzieren.

STREEFKERK & OOSTERLEE (1984) fordern deshalb für das Hochmoorreservat Bargerveen in den Niederlanden eine Anhebung des Grundwassers im Liegenden. Wegen zum Teil vollständiger Abtorfung mit Zurücksetzen der Bunkerde liegen dort keine geschlossenen Staukörper in ausreichender Mächtigkeit mehr vor. Die Wiedervernässung dieses klimatisch ungünstigen Standortes ist daher ohne Grundwasseranschluß nicht möglich.

Im Hochmoor-Regenerationsversuch Lichtenmoor hat sich dagegen bei einer mittleren Schwarztorfmächtigkeit von 5 dm über ungestörten Horizonten des fossilen Podsoles im liegenden Sand innerhalb weniger Jahre die erwünschte Vernässung eingestellt (EGGELSMANN u. KLOSE, 1982).

In Grenzbereichen der klimatisch möglichen Hochmoorbildungen (z.B. Gr.Moor bei Gifhorn) sind intakte Staukörper und ein Grundwasseranschluß der Moorbasis erforderlich.

Die von KUNTZE bereits 1973 und im Niedersächsischen Moorschutzprogramm 1981 geforderten 50 cm gewachsenen, stark zersetzten Hochmoortorfe sind als Staukörper nach den bisherigen Erkenntnissen und diesen Modellberechnungen ausreichend, sie sollten jedoch nicht unterschritten werden.

Geringer mächtige Staukörper aus Schwarztorf können unter trockenen klimatischen Bedingungen (klimatischer Wasserbilanzüberschuß < 100 mm) durch Schrumpfrißbildung ihre wasserstauende Wirkung verlieren, falls sie nicht mit einer ausreichend mächtigen wasserspeichernden und Feuchteschwankungen puffernden Schicht von Bunkerde bzw. Weißtorf abgedeckt sind. Mit der Mächtigkeit dieser Auflage steigen die Sickerverluste. Hydrologisch reichen 30 cm Bunkerde zum Verdunstungsschutz aus, weil die Speicherung leicht verfügbaren Wassers je dm Bunkerde/Weißtorf > 30 mm beträgt, die sommerlichen Speicherverluste im Mittel jedoch kaum größer als 60 mm sind.

6. LITERATUR

CHASON, D.B. & SIEGEL, D.I. (1986): Hydraulic conductivity and related physical properties of peat, Lost River Peatland, Northern Minnesota.- Soil Science, 142: 91-99, Baltimore.

- EGGELSMANN, R. (1960): Über den unterirdischen Abfluß aus Mooren.- Wasserwirtschaft, 50: 149-154, 11 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- "- (1981): Ökohydrologische Aspekte von anthropogen beeinflussten und unbeeinflussten Mooren Norddeutschlands.- Diss.Univ.Oldenburg, 175 S., Oldenburg.
- EGGELSMANN, R. u. KLOSE, E. (1982): Regenerationsversuch auf industriell abgetorfem Hochmoor im Lichtenmoor - erste hydrologische Ergebnisse.- TELMA, 12: 189-205, 10 Abb., Hannover.
- KUNTZE, H. (1973): Abtorfung - Rekultivierung oder Regeneration?.-TELMA, 3: 289-299, 2 Abb., Hannover.
- NIEDERSÄCHSISCHER MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1981): Niedersächsisches Moorschutzprogramm - Teil I -, 37 S., Kartenanlagen, Hannover.
- "- (1986): Niedersächsisches Moorschutzprogramm - Teil II -, 32 S., 5 Anlagen, Hannover.
- SCHÄFER, W., DAVID, K. u. KUNTZE, H. (1987): Modellversuch zur Grabenabdichtung im Sanduntergrund wiederzuvernässender Hochmoore.- TELMA, 17: 95-103, 6 Abb., 8 Tab., Hannover.
- STREEFKERK, J.G. & OOSTERLEE, P. (1984): Een Beschouwing over hydrologische Ingrepen in het Hoogveenreservaat Bargerveen.- 68 S., 31 Anlagen, Hydrologische Werkgroep, Bargerveen.

Manuskript eingegangen am 31.Juli 1987