

TELMA	Band 20	Seite 211 — 220	3 Abb., 3 Tab.	Hannover, November 1990
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

## Die Rekultivierung gealterter Niedermoor-Schwarzkulturen im Hinblick auf Boden- und Gewässerschutz\*)

Recultivation of degraded fen soils with special view to soil and water protection

HERBERT KUNTZE\*\*)

### ZUSAMMENFASSUNG

Die anthropogene Entwicklung vom Torf zum Moorboden führt in den eutrophen Niedermooren nach Entwässerung und Nutzung sehr schnell zu Degradationsstadien mit zunehmend unbefriedigender Wasser- und Nährstoffdynamik sowie unsicheren Erträgen.

An die Erfolge der Rekultivierung gealterter Hochmoore mittels Besandung und Tiefumbruch anknüpfend, werden in zunehmendem Maße auch flachgründige Niedermoore analog melioriert trotz der ungünstigen Erfahrungen mit den alten RIMPAUSchen Moordammkulturen.

Durch neue Auflagen im Rahmen von Boden- und Gewässerschutz erhalten derartige bodentechnologische Maßnahmen aktuelle Bezüge. Durch torfkonservierende Tiefpflugsanddeckkulturen oder maschinelle Besandungen werden der weitere Torfchwund und die damit verbundene Nitratfreisetzung minimiert. Ein gemeinsames Forschungsprogramm im Rahmen der deutsch-deutschen Vereinbarung zur wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit mit der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Forschungszentrum Bodenfruchtbarkeit, Münchenberg/Mark, DDR, wird dargestellt.

### SUMMARY

After drainage and agricultural use of fens the anthropogeneous development of peat to humus soil leads very fast to degradation states with increasing

\*) Nach einem Vortrag anlässlich der Hauptversammlung der DGMT am 10.Okt.1989 in Neuburg/Donau

\*\*\*) Anschrift des Verfassers: Prof.Dr.H.KUNTZE, Nieders.Landesamt f.Bodenforschung, Bodentechn.Institut, Friedrich-Mißler-Str.46/50, 2800 Bremen 1

unsatisfactory dynamics of water and nutrients.

From the successful results gathered from recultivating older raised bogs with sand-covering and deep-ploughing, shallow fens are also increasingly improved in analogue fashion despite the unfavourable experiences made by the old fen-soil sand-cover cultivation according to von RIMPAU.

Up to date such soil technological measures are becoming new restrictions in soil and water protection. Further peat losses and subsequent release of nitrate are minimized by means of fen peat-conservation deep-plough recultivation and mechanical sand-covering. A research programme since 1988 in co-operation with the Academy of Agricultural Sciences, Research Centre for Soil Fertility, Müncheberg/Mark, GDR, which run under a joint agreement of the two German States to collaborate on science and technology is presented here.

## INHALT

1. Zur Notwendigkeit des Stabilisierens von Niedermoor-Schwarzkulturen
2. Neue Rekultivierungsansätze
  - 2.1 Maschinelle Besandung
  - 2.2 Besandung mittels Pflug
3. Neue Fragen des Boden- und Gewässerschutzes
  - 3.1 Torfkonservierung
  - 3.2 Stau- und Haftnässegefahr
  - 3.3 Mischkultur statt Deckkultur?
4. Ausblick
5. Literatur

## 1. ZUR NOTWENDIGKEIT DES STABILISIERENS VON NIEDERMOOR-SCHWARZKULTUREN

Die Niedermoor-Schwarzkultur ist der älteste, empirisch entwickelte Moorkulturtyp. Etwa seit dem Hochmittelalter kann man, beginnend mit den Aktivitäten der Klöster, von einer systematischen Erschließung der Niedermoore durch Entwässerung und landbauliche Nutzung sprechen. Diese im Vergleich zur landwirtschaftlichen Nutzung der Hochmoore relativ lange Nutzung läßt aber auch eine am weitesten fortgeschrittene, letztlich auch substratabhängige anthropogene Bodenentwicklung erkennen. Sie ist begleitet von einer anfänglich starken Sackung, von einem kontinuierlichen Torfschwund infolge biochemischen Abbaus der Torfsubstanz, ihrer partiellen Humifizierung, schließlich von Vererdung und Vermulmung. Insgesamt ist die Kette dieser pedogenetischen Prozesse einer Bodenregeneration vergleichbar, die sich summierend als wachsende Ertragsunsicherheit zeigt. Solche zunehmend wechselfeuchten Böden stellen uns vor die Frage: **R e k u l t i v i e r e n** oder **r e g e n e r i e r e n**?

Seit 1887 ist die Moordammkultur oder Niedermoor-Sanddeckkultur als Rekultivierungsmethode bekannt (von RIMPAU, 1887). Auch dieses Verfahren wurde empirisch entwickelt. Man beobachtete nämlich, daß natürlich überschlickte Niedermoore sich nicht nur durch eine gute Tragfähigkeit, sondern auch (bei unter der

Mineralbodendecke besser konservierten Torfen) durch eine nachhaltige Ertragsicherheit auszeichneten. Ähnliche Effekte wurden auch durch einplanierten Grabenaushub festgestellt. Daraus wurde letztlich die systematische Überdeckung mit Sand entwickelt. Als Spatenkultur war dieses Verfahren außerordentlich aufwendig, so daß sich die Frage nach einer M i n d e s t überdeckung stellte. 10 cm Mindestüberdeckung reichen für eine gute Tragfähigkeit aus, die zusätzliche Dauerbelastung der Torfe führt zu keiner zu starken Verdichtung. Auch ermöglicht die Mindestüberdeckung den Anschluß junger Keimwurzeln an die Wasser- und Nährstoffvorräte im Torf. Dennoch haben die Praktiker der Moorkultur die konservierende Wirkung einer Sandüberdeckung durch flache, minimale Bodenbearbeitung nicht erkannt. Eine zu tiefe Bodenbearbeitung bewirkte zwar mehr Nährstoff- oder Wasserbindung in der Krume durch die Torf Beimengung, aber gleichzeitig auch einen erhöhten Torfschwund. Durch freigesetzte Nährstoffe wurden ein starker Unkrautdruck und schließlich durch zuviel humifizierte organische Feinsubstanz zwischen den granularen Hohlräumen Haftnässe erzeugt. In relativ kurzer Zeit wurden derartig mißhandelte Sanddeckkulturen außerordentlich ertragsunsicher. Dieses und der hohe Aufwand bei ihrer Erstellung ist die Ursache einer nur geringen Verbreitung gewesen.

## 2. NEUE REKULTIVIERUNGSANSÄTZE

### 2.1 Maschinelle Besandung

Mit der Erfindung der RATHJENSchen Kuhlmaschine zur Blausandmelioration in den Marschen war ein technischer Weg aufgezeigt, auch aus größeren Tiefen Mineralboden an die Oberfläche zu fördern und dort zu verteilen. TACKE u. KEPPELER (1941) und HUSEMANN (1947) haben diese maschinelle Besandung für die Moore aufgegriffen. Je laufenden Meter Vorschub fördert die Kuhlmaschine 1 m<sup>3</sup> Sand aus maximal 3,2 m Tiefe. Mit dem Durchwühlen der Torfdeckschichten und bei Verlandungsmooren auch der wasserstauenden Muddeschichten besteht in Niedermooeren immer die Gefahr einer sekundären Vernässung infolge gespannten Grundwassers. Dieses ist dräntechnisch schwierig zu beherrschen.

Ein weiteres Problem ist die in Abhängigkeit von der Körnung und Feuchte des Fördergutes ungleichmäßige Besandungsstärke (s. Abb. 1). Auf engstem Raum können Besandungsstärken unter 5 cm neben solchen über 25 cm liegen. Dies führt bei der anschließenden Bodenbearbeitung zu unterschiedlichen Torfeinmischungen bei gleicher Bearbeitungstiefe und schließlich zu einem leopardenfell-ähnlichen Muster von humusreichen Haftnässedellen mit Nutzungerschwernissen neben humusarmen Bereichen mit ungleichmäßiger Abtrocknung der Flächen.

Ein Abstand zwischen den Kuhl Schlitzten unter 5 m ist nicht möglich, weil der Bodenverband durch den etwa 60 cm breiten Kuhl Schlitz stark gestört ist und die schwere Kuhlmaschine sonst allzu leicht in solche Lockerbereiche abkippt. Das begrenzt die maschinelle Besandung auf maximal 20 cm.

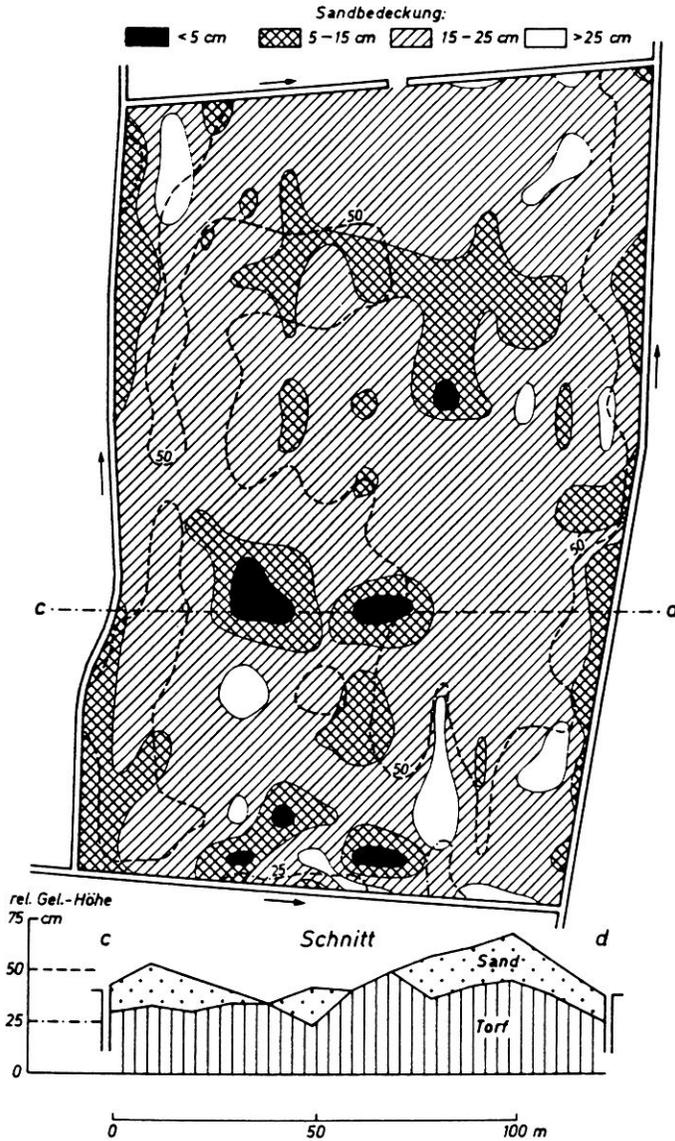


Abb. 1  
Beispiel einer ungleichmäßigen Sanddecke nach maschineller Besandung (KUNTZE, 1973)  
Example of an unequal sand cover by mechanical applying (acc. KUNTZE, 1973)

Der Verschleiß der Kuhlmaschine ist relativ hoch; deshalb ist ihre Jahresleistung auf 60-100 ha begrenzt. In der Bundesrepublik Deutschland gibt es z.Zt. nur 5 derartige Maschinen. Die Kosten betragen 12.000,- DM/ha bei maximal 20 cm Besandungshöhe und 6,- DM/m<sup>3</sup>. Ein sehr aufwendiges und deshalb ebenfalls wenig verbreitetes Verfahren.

### 2.2 Besandung mittels Pflug

Für flache gründige (<60-80 cm Torf), gealterte Niedermoor-Schwarzkulturen hat WOJAHN 1960 mittels Stufenpflug die Pflugsanddeckkulturen erprobt. Dieses Verfahren ist im Zuge der kulturtechnischen Erfahrungen inzwischen zur Tief-

pflug-Sanddeckkultur mit maximalen Pflugtiefen von 2,4 m weiterentwickelt worden, so daß nun auch Moormächtigkeiten bis zu 1,2 m erfaßt werden können. Mit dem Tiefpflug ist es möglich, auch Sanddecken über 30 cm aufzuschieben, darunter folgen in der bewährten Schrägschichtung Sandbalken für die Selbstdränung der Profile und Torfbalken, gut konserviert, für die langsame Nährstoff- und Wasseranlieferung an die Kulturpflanzen. Auch dieses Verfahren sollte tunlichst nur bei Versumpfungsmooren angewendet werden. Immerhin sind inzwischen bereits rund 9.000 ha Niedermoore tiefgepflügt. Da es sich bei dieser Angabe um staatlich geförderte Vorhaben handelt, kommt sicher noch ein beträchtlicher Teil von Niedermoortiefpflugkulturen hinzu, die als Meliorationen vom Hofe aus ausgeführt worden sind.

### 3. NEUE FRAGEN DES BODEN- UND GEWÄSSERSCHUTZES

Dem Grundgedanken der Torfkonservierung folgend, ist zu fragen:

1. Werden die bei der Tiefpflugsanddeckkultur in s g e s a m t gewendeten und gelockerten Torflagen unter einer mächtigeren Sanddecke dennoch ausreichend konserviert im Vergleich zum ungestörten Moorprofil unter einer Sanddecke durch Spatenkultur oder Kuhlung?
2. Ist ferner bei 30 cm geforderter Bedeckungshöhe zur Abwendung der Gefahr des Einmischens von zu viel Torf nicht eine sekundäre Staunässebildung zu befürchten, welche die Selbstdränung in Frage stellt?
3. Welche Mindestgehalte i n i t i a l e r Torfeinmischung sind zur Nährstoff- und Wasserversorgung der Keimpflanzen, zur Humifizierung und Homogenisierung des neuen Krumbodens erforderlich?

Im Rahmen der deutsch-deutschen wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit wird im Projekt "Umweltschonende Landbewirtschaftung" seit 1988 ein Gemeinschaftsprojekt "Torfkonservierende Rekultivierung von Niedermoorschwarzkulturen" durch das Forschungszentrum Bodenfruchtbarkeit der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR in Müncheberg, die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode und das Bodentechnologische Institut des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in Bremen durchgeführt. Über erste Ergebnisse wird hier berichtet.

#### 3.1 Torfkonservierung

Bei der Niedermoor-Schwarzkultur wird mehr Stickstoff mineralisiert als pflanzenbaulich, d.h. ökonomisch durch Entzug und ökologisch die Eutrophierung der Gewässer erwünscht ist. Durch die Pflugsanddeckkultur werden deutlich geringere  $N_{\min}$ -Gehalte festgestellt (s. Tab. 1).

Man erkennt, daß sowohl im zeitigen Frühjahr als auch im Sommer und Winter die mineralisierten Stickstoffgehalte ( $N_{\min}$ , lösliches Nitrat) bei der über 30 Jahre alten Schwarzkultur im Mittel mehr als doppelt so hoch sind als bei der Tiefpflug-Sanddeckkultur.

Tab. 1: N<sub>min</sub>-Gehalte (kg/ha 0-90 cm Tiefe) vom Niedermoorstandort Großes Bruch/Jerxheim (FV 120)

N<sub>min</sub> contents (kg/ha 0-90 cm depth) of the fen Großes Bruch/Jerxheim (FV 120)

Moorkulturtyp	23.3.88	16.8.88	2.11.88	30.1.89	15.3.89	17.8.89	$\bar{X}$
Schwarzkultur (1956)	148	135	103	223	188	103	150
Tiefpflug-Sanddeckkultur (1987)	54	79	60	59	108	53	69

Dieses kann als ein Zeichen entsprechend verminderten biochemischen Umsatzes der Torfsubstanz gedeutet werden.

### 3.2 Stau- und Haftnässegefahr

Mit der Mächtigkeit der Mineralbodendecke steigt die Dau erbelastung ( $30 \text{ cm} = 45 \text{ g/cm}^2$ ). Damit können die oberen Torflagen verdichtet werden; deshalb hat man zunächst nach minimaler Bedeckung gesucht (s. Abschnitt 1). Trotz dieser bleibt der Porensprung zwischen der mineralischen Decke und dem folgenden Torf erhalten (s. Abb. 2)

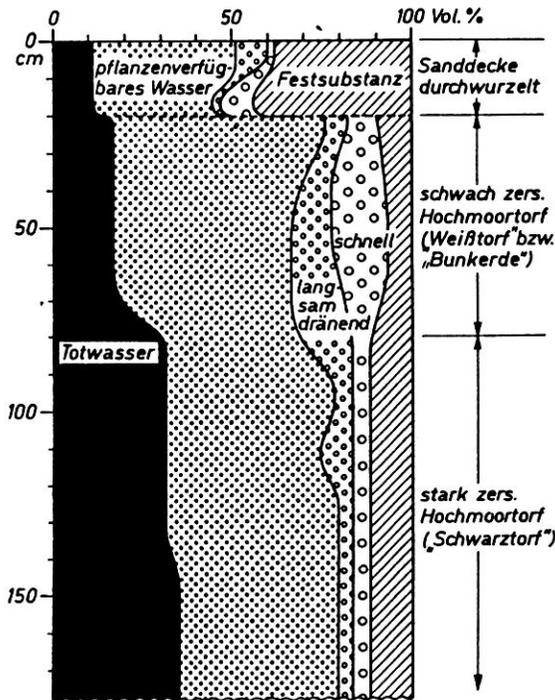


Abb. 2

Die Porenraumverteilung in der Sanddecke und im damit bedeckten Torf ist sehr unterschiedlich (=Porensprung, Hemmung der Wasserleitfähigkeit (KUNTZE 1973)). The pores sizes distribution in the sand cover and in the covered peat is very unequal (=Differences in porosity hinder water permeability (acc. KUNTZE 1973)).

Tab. 2: Organische Substanz und Durchlässigkeit eines Sandbodens  
Organic substance and water permeability of a sandy soil

Gew. % o.S.	rt g/cm <sup>3</sup>	kf cm/d
2,3	1,60	145
4,3	1,48	118
6,6	1,43	43
8,6	1,35	23
8,6	1,53	2

Die Porenraumverteilung im Sand ist eine andere als im Torf. Das bedeutet in Nässeperioden staunasse Krumen, in Trockenperioden Wassermangel in der Krume. Durch Vermischen mit Torf kann man durchaus diesen Porensprung überwinden. Durch Einmischung von Torf wird vor allem die nutzbare Feldkapazität verbessert, nicht jedoch die Durchlässigkeit. In Tabelle 2 wird gezeigt wie mit steigendem Gehalt an organischer Substanz die Rohdichte trocken (rt) abnimmt, gleichzeitig aber auch die Wasserdurchlässigkeit (kf). Wenn stark humose Sande durch mechanische Bodenbelastungen von 1,35 g/m<sup>3</sup> Rohdichte auf 1,53 g/cm<sup>3</sup> verdichtet werden, dann nimmt die Durchlässigkeit um eine Zehnerpotenz weiter ab. Für günstige bodenphysikalische Verhältnisse (nutzbare Feldkapazität und Durchlässigkeit) liegt der optimale Gehalt an organischer Substanz zwischen 4 und 6%.

### 3.3 Mischkultur statt Deckkultur ?

Die kritischste Wachstumsphase der Kulturpflanzen ist die Zeit unmittelbar nach der Keimung. Die noch jungen Kronenwurzeln finden in der humusfreien Sanddecke einer klassischen Deckkultur nicht genügend pflanzenverfügbar gespeichertes Wasser und auch nicht die notwendigen Nährstoffe. Die Pfahlwurzeln zum Erschließen des Unterbodens erreichen die entsprechenden Vorräte im zu stark überdeckten Torf zu spät. Dieses wirkt sich auf das Pflanzenwachstum nachteilig aus. Tiefgepflügte Flächen haben häufig einen streifigen Pflanzenwuchs. In nassen Jahren ist über den gut dränenden Sandbalken das bessere Wachstum, in trockenen Jahren über den gut Wasser und Nährstoffe speichernden Torfbalken im Unterboden zu verzeichnen. Diese Ertragsunterschiede können über 50% ausmachen. Erst nach ca. 15-20 Jahren Bodenbearbeitung mit inniger Vermischung von Torf, Humus und Sand sowie Humifizierung der organischen Substanz entsteht ein humoser Krumenboden, der infolge guter eigener Wasser- und Nährstoffspeicherung die Ursache dieser Streifigkeit kompensieren hilft. Diese Beobachtung läßt fragen, ob nicht doch abweichend von der klassischen Sanddeckkultur mit von Niedermoortorf freigehaltener Sanddecke (<15 cm) bei der Tiefpflug-Sanddeckkultur (>30 cm) ein gewisser initialer Torfgehalt diese kritischen Anfangsphasen besser zu überwinden hilft (HAGEMANN 1978). Mehrjährige Ertragsergebnisse aus zwei langjährigen Feldversuchen zeigen, daß bei Überdeckung mit lehmigem Sand

das Optimum des Gehaltes an organischer Substanz zwischen 4 und 15% liegt, bei Mittelsand dagegen erst oberhalb 9% (s.Tab.3). Zu beachten ist bei diesen Vergleichen von Humusgehalten und Erträgen, daß es sich hier um Anfangs t o r f gehalte, also noch nicht Humus i.e.S. handelt. Wenn man einen Humifizierungsfaktor von 0,4 bis 0,5 bei Niedermoor torfen unterstellt, würden sich diese auf entsprechend halbe Humusgehalte langfristig reduzieren, so daß der optimale Anfangsgehalt je nach Bindigkeit der Mineralbodenkomponente zwischen 6 und 8% liegen dürfte.

Tab. 3: Getreide-Erträge (TM) von Tiefpflug-Sanddeckkultur in Abhängigkeit vom Gehalt org. Substanz des Ap-Horizontes (KUNTZE, 1987)  
 Grain yields (DM) of deep ploughed and sand covered fen soils depending on the organic matter content in the crumb (A-horizon) (acc. KUNTZE, 1987)

1S FV Bortfeld 1971-76		mS FV Lindwedel 1981-86	
%o.S.	dt TM/ha	%o.S	dt TM/ha
4,3	38,6	4,4	32,8
15,3	39,3	4,9	36,3
25,5	35,5	5,3	36,0
		9,8	40,7

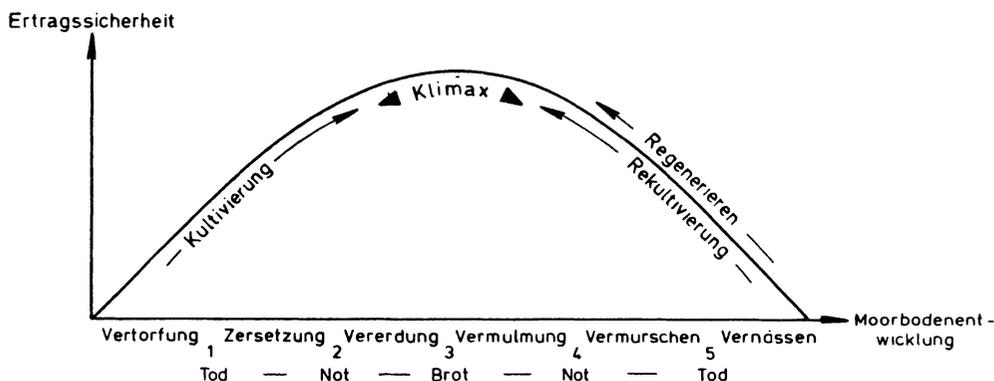


Abb.3  
 Ertragsbildung und die Entwicklung von Niedermoorböden  
 Yield security and development of fen soils

4. AUSBLICK

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse von Tiefpflug-Sanddeckkulturen (HAGEMANN 1978, WOJAHN 1960) reichen für eine abschließende Bewertung, d.h. für die Beurteilung der Nachhaltigkeit einer solchen Rekultivierung gealterter Schwarzkulturen

noch nicht aus. Anfangserfolge der Moorkultur sind oft spektakulär. Gilt dieser Leitsatz auch für Rekultivierungen? Im Interesse des Boden- und Gewässerschutzes sollte es eigentlich erst gar nicht zu solchen Degenerationen kommen, die dann Rekultivierungen notwendig machen. In Abbildung 3 ist schematisch der Zusammenhang zwischen Ertragssicherheit und der jeweiligen Entwicklungsstufe des Niedermoorbodens aufgezeigt. Man erkennt, wie sich über das anfängliche Stadium der Vertorfung durch Zersetzung und Mineralisierung bis hin zur Vererdung eine zunehmende Ertragssicherheit nach entsprechender Entwässerung einstellt. Die dritte Stufe kann somit als Optimum oder Klimaxstadium angesehen werden. Vergleichbar dem alten Lehrsatz der Moorkultur "dem Ersten der Tod, dem Zweiten die Not, dem Dritten das Brot", könnte man auch hier zu den jeweiligen Entwicklungsstadien Parallelen ziehen. Wenn dieses Klimaxstadium bei moderater Entwässerungstiefe und begrenzter Nutzungsintensität, d.h. vor allem naturnaher Grünlandnutzung statt Ackerbau, nicht gehalten werden kann, weil die Ertragsmaximierung durch Intensivierung der Bodennutzung übertrieben wird, dann drohen "dem Vierten wieder die Not" und schließlich "dem Fünften der endgültige Tod", was man in Beziehung setzen kann zu den Bodenentwicklungsstadien Vermulmung und Vermurschung. Spätestens beim Erreichen des Vermulmungsstadiums sollte die Rekultivierung beginnen. Hier ist zu fragen, ob dieses nicht auch der späteste Zeitpunkt für eine Regeneration von gealterten Moorkulturen sein sollte. Heruntergewirtschaftete, degradierte Schwarzkulturen sind sicher kein günstiges Ausgangsstadium für eine Niedermoorregeneration, ebenso wie sie kein günstiges Stadium für eine Rekultivierung sind. Moorboden- wie Gewässerschutz verlangen spätestens beim Überschreiten des Klimaxstadiums entweder die Rekultivierung durch Tiefpflugsanddeckkultur oder eine Wiedervernässung mit dem Ziele der Moorregeneration. Diese Entscheidung ist volks- wie privatwirtschaftlich rechtzeitig abzuwägen. Die Moorkunde kann lediglich objektive, d.h. am moorkundlich wie bodentechnologisch definierten Profil gewonnene Entscheidungshilfen liefern.

## 5. LITERATUR

- HAGEMANN, C.P. (1978): Bodentechnologische und moorkundliche Faktoren zur nachhaltigen Entwicklung von Sanddeck- und Sandmischkulturen.- Diss. Univ.Göttingen, Göttinger Bodenkundl.Berichte 53: 1-154.
- HUSEMANN, C. (1947): Die landwirtschaftliche Bearbeitung der Moorböden und ihre natürlichen Grundlagen.- 104 S., 61 Abb.; M.Kienau Verlag Nachf., Lüneburg.
- KUNTZE, H. (1973): Ein neues Verfahren zur Verbesserung staunasser, besandeter Hochmoore.- Z.f.Kulturtechnik u. Flurbereinigung 14: 160-167; Verlag P.Parey, Berlin - Hamburg.
- (1987): Grenzen der Nutzungsintensität von Niedermoorstandorten.- Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Intern.Symposium Bodenentwicklung auf Niedermoor und Konsequenzen für die landwirtschaftliche Nutzung, 1: 60-74, Eberswalde.

- RIMPAU, H. von (1887): Die Bewirtschaftung des Rittergutes Cunrau insbesondere des Niedermooses durch Moordammkultur und Kultur des leichten Sandbodens.- P.Parey-Verlag, Berlin.
- TACKE, B. u. KEPPELER, G. (1941): Die Niedersächsischen Moore und ihre Nutzung.- Stalling Verlag, Oldenburg.
- WOJAHN, E. (1960): Über die Standortverbesserung flachgründiger, sandunterlagerter Niedermoore durch Anlage von Pflugsanddeckkulturen.- Z.f. Landeskultur 1: 31-71, Berlin.

Manuskript eingegangen am 21.November 1989