

Zur hydrologischen Situation westerzgebirgischer Hochmoore

MATTHIAS RÖDER

Abstract

RÖDER, M.: The hydrological situation of the bogs in the Western Ore Mountains. - *Hercynia* N.F. 29 (1995): 173-191.

In contrast of the bog vegetation in the Western Ore Mountains our Knowledge of the hydrological situation is very poor. However, this information is needed urgently for nature conservation management. The hydrological situation of five bogs is quantified using the equation of water balance and makes it evident with the help of the ecological tolerable total runoff. Possible changes of water balance are discussed in relation to variable landscape features such as climate, vegetation and drainage.

Keywords: Western Ore Mountains, bogs, hydrology, climate, vegetation

1. Einleitung

Hochmoore zählen zu den letzten weitgehend natürlichen Ökosystemen im Erzgebirge. Sie beherbergen eine hochspezialisierte, nur dort existenzfähige Vegetation und sind Rückzugsgebiete für eine Reihe von Aussterben bedrohter Tierarten. Diese Moore sind deshalb von höchstem Naturschutzwert. Entwässerung und Torfabbau haben dazu geführt, daß heute nur noch eine geringe Anzahl wachsender Hochmoore im Erzgebirge existiert. Die Sicherung der noch verbliebenen Moore und die schrittweise Renaturierung abgetorfener Flächen sind aus diesem Grund vordringliche Aufgaben des Naturschutzes. Schon frühzeitig wurden die erzgebirgischen Moore floristisch untersucht. Meilensteine waren dabei die Arbeiten von KÄSTNER et FLOSSNER (1933), FLOSSNER (1964) und HEMPEL (1974, 1977). Diese Inventarisierungen waren wichtige Grundlagen zur Ausweisung von Naturschutzgebieten (vgl. BAUER et al. 1974, 1986). Botanisch können die westerzgebirgischen Moore daher als recht gut untersucht gelten.

Änderungen des Landschaftswasserhaushaltes sowie saure Immissionen und Nährstoffeinträge stellen heute eine wachsende Bedrohung für die noch verbliebenen Moorflächen dar. Das Naturschutzmanagement ist somit zunehmend auf interdisziplinäre Zusammenarbeit angewiesen. Nachholbedarf besteht insbesondere bei der Erfassung und Bewertung hydrologischer und meteorologischer Rahmenbedingungen und deren zeitlicher Varianz, die zur Planung von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen notwendig sind.

Der Freistaat Sachsen, vertreten durch das Umweltfachamt Plauen, gab 1993 ein ökologisches Gutachten beim Landschaftsplanungsbüro BÖHNERT et REICHHOFF (Freital) in Auftrag. Gegenstand der Untersuchung waren die in den Kammlagen des Westerzgebirges südlich von Carlsfeld und südwestlich von Johanngeorgenstadt gelegenen Hochmoore Großer Kranichsee, Kiebickenmoor und Große Säure, Weiters Glashütte und Kleiner Kranichsee.

Anliegen der nachfolgenden Arbeit ist die Charakteristik hydrologischer Rahmenbedingungen und

das Abschätzen der Gefährdung des Moorwasserhaushaltes in der Gegenwart als eine Grundlage für den zukünftigen Pflege- und Entwicklungsplan. Die Veröffentlichung erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Umweltfachamtes Plauen.

2. Kurzcharakteristik der Hochmoore

Die zu bearbeitenden Moore sind bei BAUER (1974, 1986) und HEMPEL (1974, 1977) relativ ausführlich beschrieben. Deshalb werden nur die Merkmale mit hydrologischer Bedeutung, besonders die veränderlichen behandelt. Allgemeine Angaben sind den oben genannten Veröffentlichungen entnommen.

Hochmoor Weiters Glashütte

Das Hochmoor Weiters ist ein Beidhangmoor in einem linken Seitental des Glashüttenbaches. Relativ intakt ist der südliche Teil, während der nördliche von 1570-1920 fast vollständig abgebaut wurde. Die entstandenen Stichflächen sind großflächig vernäßt. Beide Moorflügel besitzen eine gemeinsame Entwässerung. Nach HEMPEL (1974) dürfte sich der Moorkörper ursprünglich bis zur Ortslage Glashütte erstreckt haben. Der südliche Moorkörper wurde Mitte des 19. Jahrhunderts durch Seitengräben eingegrenzt, dessen Moorfläche selbst ist nicht entwässert. Der nördliche, größtenteils abgebaute Moorkörper, ist von einer großen Anzahl von Gräben durchzogen, die gleichzeitig als Be- und Entwässerungsbahnen wirksam sind.

Einer Moorfläche von 18,5 ha steht die Fläche eines Oberflächen-Einzugsgebietes von 8,0 ha gegenüber (vgl. Abb. 1). Dieses Einzugsgebiet speist ausschließlich den intakten Südteil des Moores und hat noch relativ dichte Waldbestände. Auch die unmittelbare Umgebung des Moores ist nicht großflächig von Entwaldung betroffen.

Kleiner Kranichsee

Der Kleine Kranichsee ist ein echtes Kammoor. Er befindet sich auf der Wasserscheide zwischen Mulde und Eger (Ohre) und entwässert im Westen zum Rohlabach (Rolava) und im Osten zum Schwarzwasser. Es ist ein Moor mit einem sehr gut erhaltenem Moorkern (freie Moorfläche). Die Torffläche beträgt etwa 19 ha (HEMPEL 1974). In der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden im Norden Entwässerungsmaßnahmen durchgeführt, von denen heute noch ein langer Graben sichtbar ist. Quer durch das Moor (W-O) zieht sich ein verwachsener Kunstgraben, der bis zum Lehmgrundbach verlängert wurde. Sowohl der Ost-, als auch der Westrand des Moores waren in unterschiedlichen Zeiträumen Gegenstand des Abbaus. Im Süden bricht die Hochmoorfläche staffelförmig ab und wird von einem Kunstgraben entwässert. Die Torffläche beträgt etwa 19 ha und die Mächtigkeit 2-6 m, gelegentlich auch mehr. Das Moor lagert auf pleistozänen Schuttdecken auf, so daß ein gegenüber kompaktem Kristallin wesentlich erhöhter unterirdischer Abfluß wahrscheinlich wird. Allerdings stehen dem zwei relativ große Oberflächen-Einzugsgebiete gegenüber, nämlich im Norden etwa 13 ha und im Süden 6,8 ha, sicher ein Grund für den heute noch sehr gut erhaltenen Moorkern (vgl. Abb. 2). Allerdings können diese Zuflüsse durch die nördlichen und südlichen Entwässerungsgräben nicht voll wirksam werden. Vom südlichen Einzugsgebiet sind etwa 40% von stärkerer Entwaldung betroffen (Quelle CIR-Luftbilder 1993). Die Umgebung des Moores ist jedoch noch recht gut bewaldet.

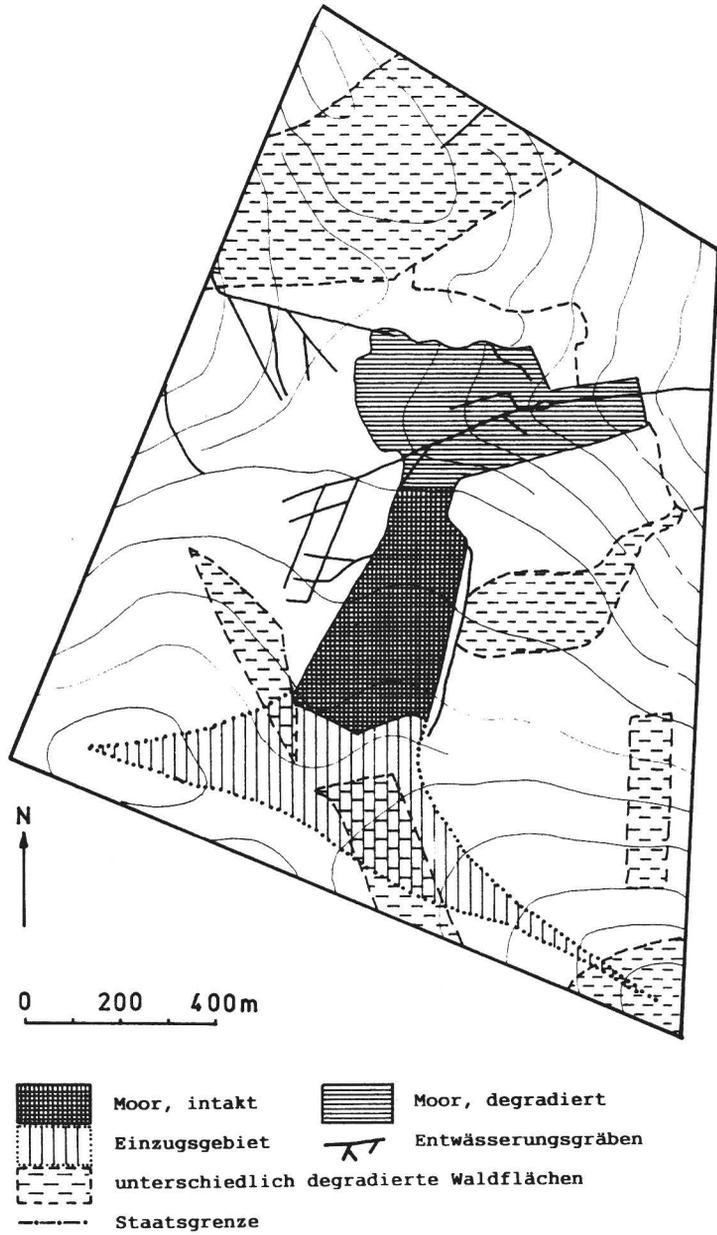


Abb. 1: Hochmoor Weiters Glashütte

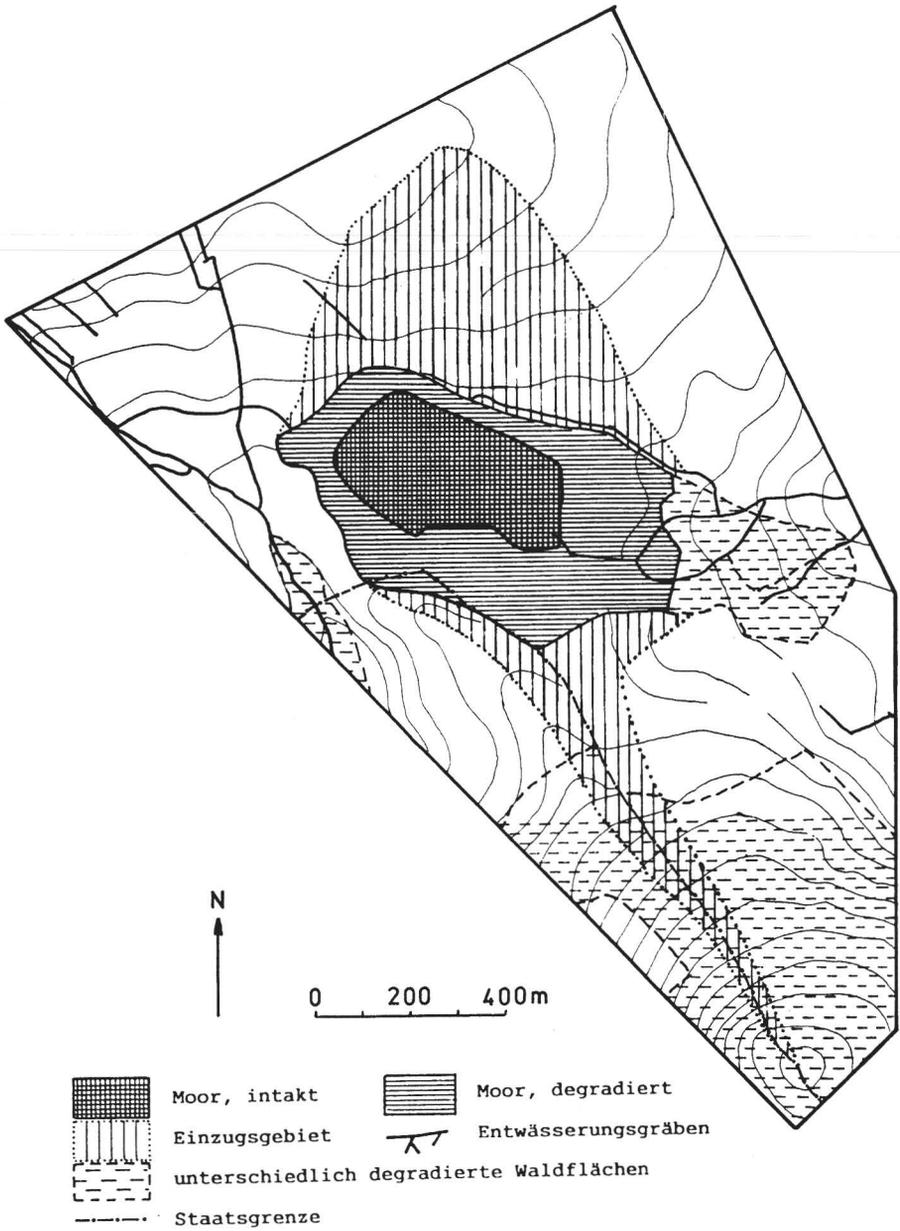
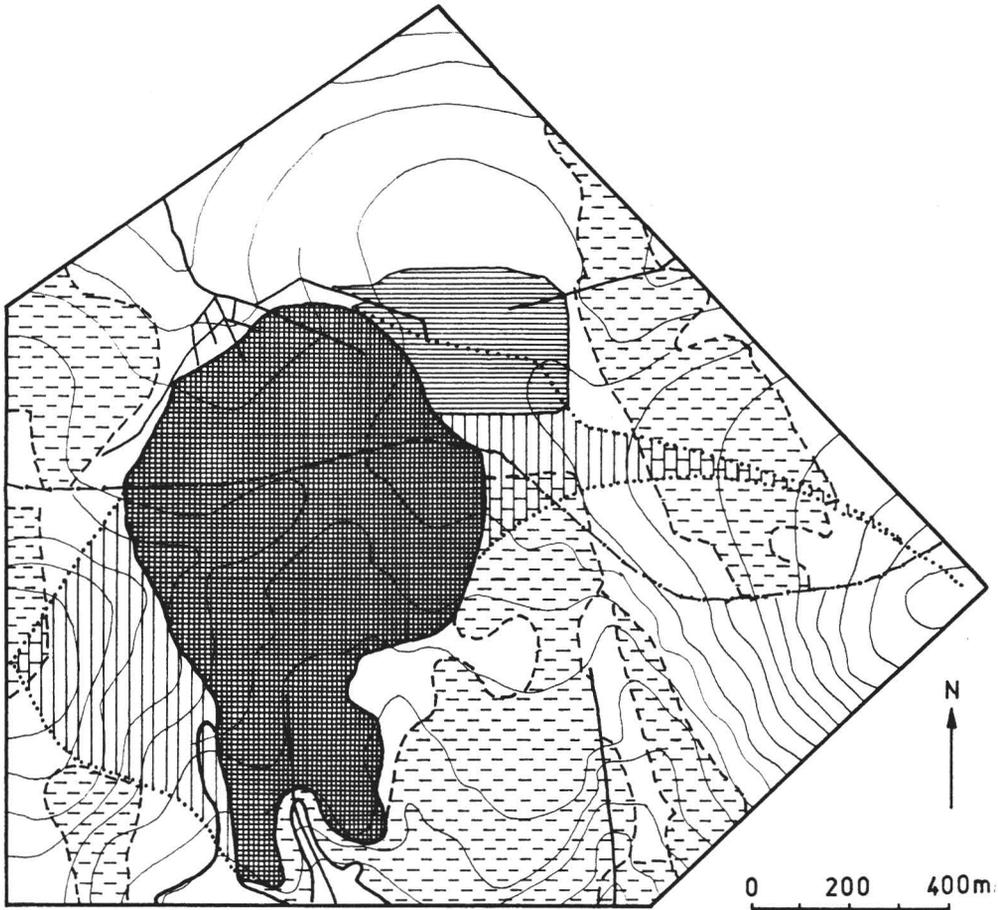


Abb. 2: Kleiner Kranichsee



- | | | | |
|---|---|---|---------------------|
|  | Moor, intakt |  | Moor, degradiert |
|  | Einzugsgebiet |  | Entwässerungsgräben |
|  | unterschiedlich degradierte Waldflächen | | |
|  | Staatsgrenze | | |

Abb. 3: Großer Kranichsee

Großer Kranichsee

Der Große Kranichsee besteht aus einem Komplex von Hochmooren mit einer Anzahl flacher Hochmoorteiche (Mooraugen) und relativ stark gegliederter Mooroberfläche. Die Gesamtfläche beträgt etwa 25,4 ha. Davon liegen ca. 3/4 auf dem Gebiet der Tschechischen Republik. Auf tschechischer Seite entwässert das Moor über eine tiefe Rülle zur Rohla, auf deutscher über die Wilzsch. Es liegt damit ebenfalls auf der Wasserscheide zwischen Mulde und Eger (Kammoor). Innerhalb des Moorkörpers tritt eine hohe unterirdische Wasserführung auf (BAUER et al. 1986), die das starke Relief bewirkt. Die Torfmächtigkeit soll bis 15 m betragen. Auf deutscher Seite sind am Nordrand eine Anzahl von Entwässerungsgräben angelegt worden.

Das Moor besitzt zwei kleine Oberflächen-Einzugsgebiete von 5,5 ha und 7,3 ha Größe, eines davon komplett auf dem Territorium der Tschechischen Republik (vgl. Abb. 3). Der gegenwärtige Zustand dieser Einzugsgebiete ist nicht besorgniserregend, obwohl einige kleinere Freiflächen entstanden sind. Der Waldzustand der nicht zu den Einzugsgebieten gehörenden Umgebung ist kritisch. Vor allem auf tschechischer, aber auch auf deutscher Seite ist die Walddevastierung durch Rauchgasimmissionen großflächig fortgeschritten.

Kiebickenmoor und Große Säure

Die im Quellgebiet der Wilzsch gelegenen Hochmoore Kiebickenmoor (Wasserscheidenmoor) und Große Säure (Hangmoor) sind in der Vergangenheit großflächig abgebaut worden. BAUER et al. (1986) beziffern die originäre Fläche des Kiebickenmoores mit 16 ha. Heute sind es noch 4,8 ha. Die Große Säure wurde weitestgehend abgebaut. Das heutige noch als Moorfläche zu bezeichnende Gebiet hat eine Größe von 4,0 ha. Dementsprechend eng und großflächig ist das existente Grabennetz. Bedeutende Flächen in der Umgebung der Moore sind gegenwärtig ganz oder teilweise kahl (Quelle: CIR-Luftbilder 1993, vgl. Abb. 4).

Das Kiebickenmoor weist zwar innerhalb der Moorfläche kaum Gräben auf, dafür wird es jedoch fast vollständig von Entwässerungsstrukturen umgeben. Das kleine Oberflächen-Einzugsgebiet (3,3 ha) ist nur in seinem höheren Teil von Freiflächen betroffen.

3. Hydrologische Grundlagen

Das hydrologische Regime der Hochmoore ist von einer großen Anzahl von Einflußfaktoren abhängig. Zu nennen sind diesbezüglich vor allem Klima, Relief, geologischer Untergrund, Vegetation und nicht zuletzt anthropogene Einflußnahme. JESCHKE (1986) nennt den ökoklimatischen Feuchtigkeitsquotienten (Tagesniederschlag : potentielle Tagverdunstung) als Charakteristikum für die Verbreitung von Regenmooren. Ist der Quotient >1 , können Regenmoore auftreten. Diese Grundvoraussetzung ist in den meisten Regionen Mitteleuropas nach wie vor erfüllt. Intakte Moore bedürfen aber auch einer fast ständigen Wassersättigung (HEMPEL 1974, EDOM 1991). Das heißt, die Summe von Abfluß und Verdunstung muß geringer als die Niederschlagsmenge sein. Die Wasserabgabe erfolgt in der Regel aus dem Torfkörper und unterteilt sich in oberirdische und unterirdische Abflüsse.

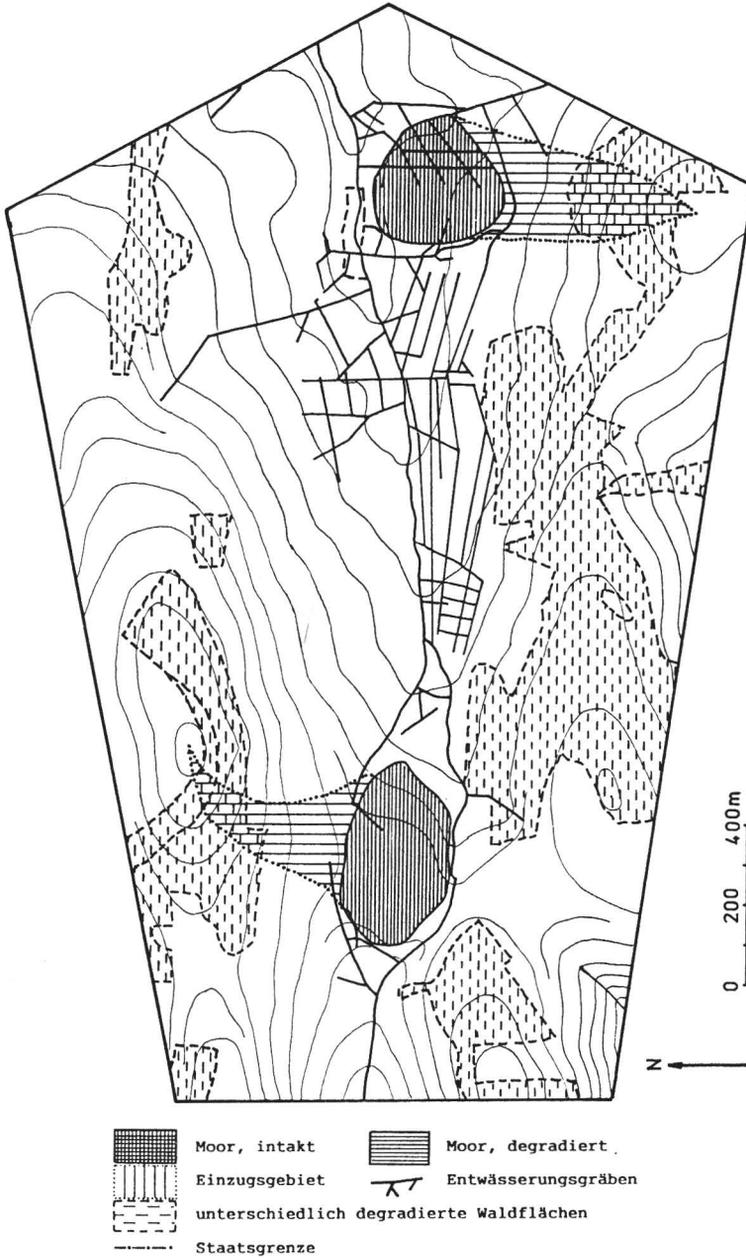


Abb. 4: Kiebickenmoor und Große Säure

Bei geneigten Moorflächen kommt es gelegentlich zu schnellen Oberflächenabflüssen. Moore, die von Entwässerungs- oder Abbaumaßnahmen betroffen sind, geben Wasser häufig erst nach deren Sättigung ab (HEMPEL 1974). Alle oben genannten Hochmoore werden außer von Niederschlägen auch geringfügig durch Hangwasser gespeist (ombrosoligene Moore), was die hydrologische Bewertung zusätzlich erschwert.

Die Kompliziertheit der Bewertungsproblematik wird in der Wasserhaushaltsgleichung für ombrosoligene Moore (EDOM 1991) deutlich.

$$[1] \quad N + Z - ET - A_o - A_t - A_u \pm S = 0$$

N - Niederschlag auf dem Moorkörper

Z - Hangwasserzufluß

ET - Evapotranspiration

A_o - Oberflächenabfluß auf dem Moorkörper

A_t - Abfluß innerhalb des Torfkörpers

A_u - unterirdischer Abfluß

S - Speicheränderung im Torfkörper

Von diesen Einflußgrößen sind allenfalls Niederschlag und Evapotranspiration hinreichend genau bekannt. Der Hangwasserzufluß kann geschätzt werden (vgl. Kap. 4.3). Da sich der Moorwasserspiegel überwiegend an oder über der Mooroberfläche befinden muß, um ein Moorwachstum zu gewährleisten (SCHNEEBELI 1989), darf die Speicheränderung für diesen Idealfall gleich Null gesetzt werden. Abflußkomponenten sind durch das Fehlen hydrologischer Meßwerte nicht verfügbar. Unter Kenntnis der oben genannten Größen können jedoch ökologisch maximal vertretbare Gesamtabflußsummen ermittelt werden.

4. Analyse der Einflußfaktoren

4.1. Niederschlag

Analysiert wurden die Meßdaten der Station Carlsfeld-Weitersweise (Talsperre; Tab. 1.). Diese Station ist auf Grund ihrer Lage (914 m ü. NN) die einzige repräsentative für die zu untersuchenden Moore. Die Station Johannegeorgenstadt, die sich durch ihre räumliche Nähe zum Kleinen Kranichsee anbietet, liegt mit 750 m ü. NN viel zu tief, wodurch etwa 250 mm Niederschläge pro Jahr weniger fallen. Daneben bilden die Veröffentlichungen KOCH et SCHWANECKE (1968), HAASE (1972), des Reichsamtes für Wetterdienst (1939), des Meteorologischen Dienstes der DDR (1961, 1973, 1987) sowie des Deutschen Wetterdienstes (Auftrag 1993) Grundlage der Beurteilung des Niederschlagsgeschehens.

Im Verbreitungsgebiet der zu untersuchenden Moore herrscht Mittelgebirgsklima der Kammlagen. Es

ist gekennzeichnet durch hohe Niederschläge (ca. 1200 mm/a), von denen etwa ein Drittel als Schnee fällt. An etwa 25 Tagen im Jahr gibt es Gewitter, insgesamt etwa 40 Stunden. Die Anzahl der Tage mit Schneedecke liegt bei etwa 120.

Tabelle 1: Mittlere Monats- und Jahresniederschläge der Station Carlsfeld in mm/a Reduktion Schreiber - Hellmann 9 %, Reihe 1961-1990 Auftrag Deutscher Winterdienst (1993)

Meßreihe	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1881-1930	133	103	112	105	111	128	165	155	114	117	110	125	1478
(-9%)	121	94	102	96	101	116	150	141	104	106	100	114	1345
1901-1950	103	80	87	81	86	99	128	120	89	90	85	97	1145
1935-1964 (HAASE 1972)													1217
1951-1980	104	91	91	101	103	117	147	105	93	90	84	112	1238
1961-1990	103	89	98	97	103	121	115	113	88	82	92	118	1219

Um auch die Reihe 1881-1930 einbeziehen zu können, wurde in Übereinstimmung mit Empfehlungen des Deutschen Wetterdienstes ein Reduktionsfaktor von Schreiber- zu Hellmann-Regenmesser von 9% angesetzt. Die Differenz der Mittelwerte von 1881-1930 und 1901-1950 resultiert vorwiegend aus dem Anpassungsfehler.

Der Vergleich von Monatsmittelwerten der Niederschläge (Meßreihen seit 1881, vgl. Abb. 5) zeigt auf den ersten Blick nur unwesentliche Änderungen.

Obwohl für Langzeitvergleiche nur Monatsmittel langjähriger Reihen verwendet werden können und demzufolge die letzte Dekade nicht voll in der Reihe 1961-1990 zur Geltung kommt, ist hier ein Absinken der Juliniederschläge zu verzeichnen. Insgesamt wird deshalb in Zukunft ein geringes Absinken der Sommerniederschläge wahrscheinlich. Trifft das ein, kann es möglicherweise zu einer Anspannung des Moorwasserhaushaltes während der Zeit des größten Wasserverbrauchs führen.

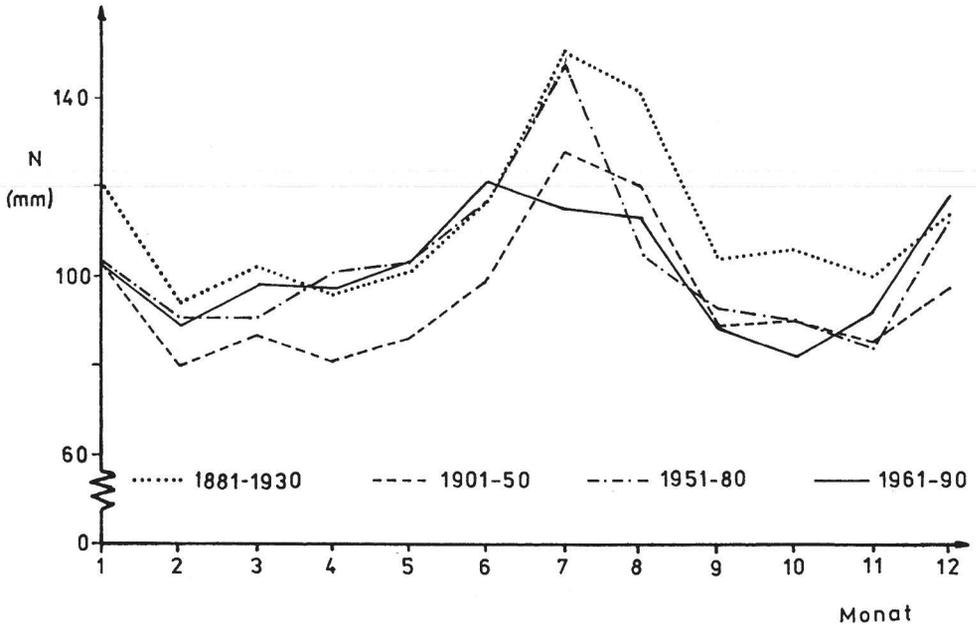


Abb. 5: Mittlere monatliche Niederschläge der Station Carlsfeld

4.2. Potentielle Verdunstung

Die Ermittlung der potentiellen Verdunstung (ETP) wurde von der Zentralstelle für hydrometeorologische Entwicklung und Anwendung des Deutschen Wetterdienstes nach TURC und IVANOV vorgenommen (vgl. Tab. 2). Unter ETP wird die Verdunstung von Flächen unter definierten meteorologischen Bedingungen bei unbegrenztem Wassernachschub verstanden (WOHLRAB et al. 1992). Sie bildet die Grundlage zur Ermittlung der realen Verdunstung (ET) und ist gleichzeitig der Maximalwert, den die aktuelle Verdunstung erreichen kann. Die reale Verdunstung setzt sich aus Evaporation, Transpiration und Interzeption zusammen. Konstante standörtliche Verhältnisse vorausgesetzt, hängt die reale Verdunstung wesentlich von der Pflanzendecke ab. Für Moorflächen kann ET näherungsweise mit ETP gleichgesetzt werden. In Wirklichkeit könnte sie durch die hohe Interzeption eventuell sogar etwas darüber liegen (THOMASIUŠ et al. 1978).

Im Gegensatz zu den Niederschlägen zeigen beide Meßreihen nur sehr geringfügige Unterschiede (vgl. Abb. 6). Das jährliche Maximum der Verdunstung ist im Juli (80mm), das Minimum zwischen

Dezember und Februar (5mm) zu erwarten. Aus der Differenz zu den mittleren monatlichen Niederschlägen läßt sich die Höhe des ökoklimatischen Feuchtigkeitsquotienten (vgl. Kap. 2) darstellen.

Tabelle 2: Mittlere monatliche potentielle Verdunstung [mm/a] Bezugsort: Station Carlsfeld
 Bezugsort: Station Carlsfeld

Meßreihe	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1951-1980	5	5	9	21	55	75	79	71	45	23	8	5	401
1961-1990	5	6	8	21	56	75	80	72	45	23	8	6	403

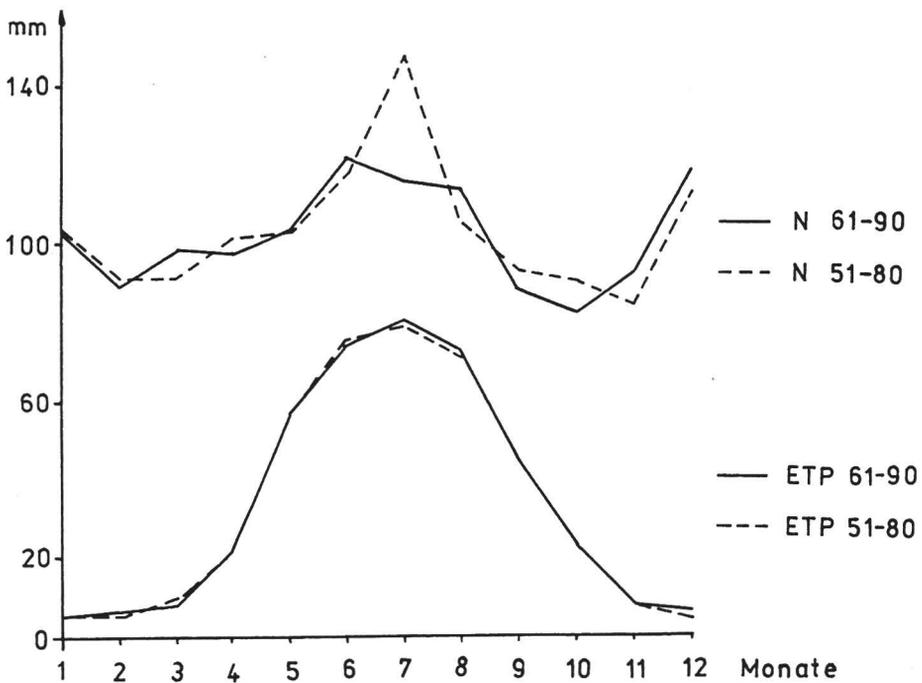


Abb. 6: Mittlere monatliche potentielle Verdunstung im Vergleich zu den Niederschlägen (Station Carlsfeld)

4.3. Hangwasserzufluß

Alle untersuchten Moore werden außer von Niederschlägen geringfügig durch Hangwasser gespeist (ombrosoligene Moore). Das heißt, sie besitzen Einzugsgebiete. Zur Ermittlung des Hangwasserzuflusses sind u. a. deren Flächengrößen notwendig. Ihre Ermittlung erfolgt üblicherweise durch Reliefanalyse (vgl. Abb. 1-4)

Tabelle 3: Flächengröße der Moore und deren Einzugsgebiete

Name	derzeitige Moorflächen	Größen der Einzugsgebiete	Walddevastierung im Einzugsgebiet
Großer Kranichsee	25,4	7,3	0,3 Kat. 2
		5,8	1,9 Kat. 2/3
Kleiner Kranichsee	19,0 (1)	13,0	0
		6,8	2,8 Kat. 2
Weiters Glashütte	18,5 (1)	8,0	2,0 Kat. 1
Kiebickenmoor	4,8	3,3	0,7 Kat. 2
Große Säure	4,0	4,8	2,0 Kat. 2

(1) - nach HEMPEL (1974) : Walddevastierung nach Kronenschlußgrad: 0 - nicht vorhanden, 1 - gering, 2 - mittel, 3 - stark

Die Bestimmung der Zuflußmenge ist gegenwärtig nur in Größenordnungen möglich, da geeignete Verfahren zur Abtrennung des unterirdischen Abflusses (Grundwasserneubildung) vom Gesamtabfluß im entsprechenden Maßstab für den Festgesteinsbereich fehlen. Es lohnt sich deshalb auch nicht, die Vegetation der Einzugsgebiete als modifizierenden Faktor für die Verdunstung und den Abfluß heranzuziehen. Diesbezügliche Tendenzen werden in Kap. 6.2 behandelt. Die mittlere oberirdische Abflußspende der Kammlagen des Westerzgebirges beträgt etwas über 20 l/s*km² (geschätzt aus dem N-A-U-Kartenwerk, 1958) auf Grundlage der Meßwerte an der Großen Pyra und der Wilzsch). Für den unterirdischen Abfluß der Region geben GABRIEL et al. (1990) 200-300mm/a an. Das entspricht einer unterirdischen Abflußspende von 6,3-9,5 l/s*km². Rechnet man mit dem oberen Grenzwert (9,5 l/s*km²) und setzt die reale gleich der potentiellen Verdunstung (vgl. Kap. 4.2), ergibt sich der minimal zu erwartende Hangwasserzufluß pro Zeit- und Flächeneinheit aus der vereinfachten Wasserhaushaltsgleichung [2].

$$[2] \quad Z = N - ET - Au$$

Abk.: N - Gebietsniederschlag / Z - Hangwasserzufluß / ET - Evapotranspiration / Au - unterirdischer Abfluß

Dabei ist zu beachten, daß in der Zeit von Dezember bis März durch die Frostperiode ein stark verringerter, während der Schneeschmelze ein entsprechend erhöhter Zufluß erfolgt.

Tabelle 4: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur der Station Carlsfeld in °C

Meßreihe	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr	Diff.
1881-1930	-4,4	-3,0	-0,8	3,0	8,2	11,2	12,9	12,1	9,2	4,6	-0,4	-3,2	4,1	17,3
1901-1950	-4,3	-3,7	-0,6	3,5	8,8	11,6	13,4	12,6	9,5	4,7	-0,2	-3,1	4,4	17,7

(Seit 1962 nicht mehr gemessen.)

Tabelle 5: Hangwasserzufluß in l/m² (gerundet)

Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Großer Kranichsee												
<35	<30	<35	>25	>10	10	5	10	10	15	30	<45	≈260
Kleiner Kranichsee												
<75	<60	<65	>55	>25	20	10	15	20	35	60	<90	≈530
Weiters-Glashütte												
<30	<25	<30	>20	>10	10	5	5	10	15	25	<35	≈220
Kiebickenmoor												
<50	<40	<45	>35	>15	15	5	10	10	25	40	<60	≈350
Große Säure												
<85	<70	<80	>60	>25	25	10	20	20	40	70	<105	≈610

Bei Drainage der Einzugsgebiete ist der tatsächliche Zufluß auch im Sommerhalbjahr ohne Messungen nicht bestimmbar.

5. Ökologisch vertretbarer Gesamtabfluß

Der ökologisch vertretbare Gesamtabfluß ist Ausdruck für den Wasserüberschuß im Moorwasserhaushalt. Je größer sein Wert ist, desto sicherer sind die hydrologischen Rahmenbedingungen für ein Moorwachstum.

Aus der Differenz von Monatsmitteln des Niederschlages, der realen Verdunstung (die für Moorflächen näherungsweise der potentiellen Verdunstung gleichgesetzt werden kann) und dem Hangwasserzufluß (sofern er wirksam wird), lassen sich unter Kenntnis der Flächengrößen (vgl. Kap. 4.3) die maximal vertretbaren monatlichen Gesamtabflüsse nach Gleichung [1] schätzen. Da der tatsächlich wirksame Zufluß bei partieller Drainage und im Winterhalbjahr kaum zu bestimmen ist, werden in Tabelle 6 zwei Werte angeboten. Die Verwendung von Jahreswerten zur Bewertung scheidet aus Gründen der sehr starken saisonalen Unterschiede aus.

Auch wenn die Abflußwerte im Winterhalbjahr nur bedingt aussagekräftig sind, läßt sich ersehen, daß kritische hydrologische Situationen für die untersuchten Hochmoore nur in den Sommermonaten auftreten können. Je größer die Schneerücklage ist und je länger die Schneeschmelze dauert, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß sommerliche Trockenperioden abgepuffert werden können. Das Wasserdargebot ist in jedem Falle ausreichend, um den Wasserspeicher „Torfkörper“ in jedem Winterhalbjahr wieder vollständig aufzufüllen.

Aufgabe nachfolgender Untersuchungen sollte es sein, Abflußmessungen an Oberflächengewässern (Entwässerungsgräben, natürlicher Oberflächenabfluß) durchzuführen und den unterirdischen Abfluß aus den Moorkörpern zu quantifizieren. Nur so läßt sich feststellen, ob die gegenwärtigen Abflüsse innerhalb des ökologisch vertretbaren Gesamtabflusses liegen und wo der dringlichste Handlungsbedarf besteht.

6. Änderungen des Wasserhaushaltes

Durch das Fehlen von Abflußmessungen muß ein hier indirekter Bewertungsansatz gewählt werden, nämlich die Ermittlung relativer Änderungen in der Bilanz. Dabei wird davon ausgegangen, daß zu einem historischen Zeitpunkt Bedingungen für das Moorwachstum vorhanden waren, die heute wünschenswert erscheinen und daß diese Bedingungen durch Änderungen von Einflußfaktoren einem Wandel unterliegen. Als solche variablen Einflußgrößen kommen direkte menschliche Einflußnahme (Abbau, Regulierung etc.), Klima- und Vegetationsänderungen in Frage, die im Anschluß analysiert werden. Andere Größen, wie z.B. Relief- und Untergrundeigenschaften sind relativ konstant und ansatzweise in HEMPEL (1974, 1977) und BAUER et al. (1974, 1986) beschrieben.

6.1. Klimaänderungen

Mögliche Auswirkungen menschlicher Einflüsse auf das Klima werden zur Zeit rege diskutiert. Doch selbst Arbeiten, die sich speziell mit Mitteleuropa befassen, können keine klaren Tendenzen ableiten. Das heißt jedoch nicht, daß es solche Klimaänderungen nicht gibt; sie schlagen sich nur ungenügend in meteorologischen Mittelwerten nieder. FRANKENBERG (1993) weist für einige Monate tendenzielle

Tabelle 6: Ökologisch vertretbare monatliche Gesamtabflüsse der Moore auf der Basis der Reihe 1961-1990 in l/s

Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Großer Kranichsee (ohne Zufluß)												
<9,3	<8,7	<8,5	>7,4	>4,4	4,4	3,3	3,8	4,1	5,5	8,2	<10,6	6,5
Großer Kranichsee (mit Zufluß)												
<12,6	<11,8	<11,8	>9,8	>5,3	5,3	3,7	4,7	5,0	6,9	11,1	<14,8	8,5
Kleiner Kranichsee (ohne Zufluß)												
<6,9	<6,5	<6,3	>5,5	>3,3	3,3	2,4	2,9	3,1	4,1	6,1	<7,9	4,9
Kleiner Kranichsee (mit Zufluß)												
<12,2	<11,2	<10,9	>9,5	>5,0	4,7	3,1	3,9	4,5	6,5	10,5	<14,2	7,0
Weiters-Glashütte (ohne Zufluß)												
<6,7	<6,3	<6,2	>5,4	>3,2	3,2	2,4	2,8	3,0	4,0	6,0	<7,7	4,7
Weiters-Glashütte (mit Zufluß)												
<8,7	<8,2	<8,2	>6,8	>3,9	3,9	2,7	3,1	3,7	5,0	7,7	<10,1	6,0
Kiebickenmoor (ohne Zufluß)												
<1,7	<1,6	<1,6	>1,4	>0,8	0,8	0,6	0,7	0,8	1,0	1,5	<2,0	1,2
Kiebickenmoor (mit Zufluß)												
<2,6	<2,4	<2,4	>2,0	>1,0	1,0	0,7	0,9	1,0	1,4	2,2	<3,0	1,7
Große Säure (ohne Zufluß)												
<1,4	<1,3	<1,3	>1,2	>0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,8	1,3	<1,6	1,0
Große Säure (mit Zufluß)												
<2,6	<2,4	<2,4	>2,1	>1,0	1,0	0,6	0,9	0,9	1,4	2,3	<3,1	1,7

Änderungen nach. Spürbar ist jedoch vor allem das gehäufte Auftreten extremer Wetterlagen, deren rapide Übergänge sowie längere Warmphasen im Winterhalbjahr.

Für die Moorhydrologie sind kurzfristige Anomalitäten im Klima von untergeordneter Bedeutung, da der Moorkörper selbst als Wasserspeicher regulierend wirkt. Von existenzieller Bedeutung sind vielmehr längerfristige Defizite des Niederschlages und zu hohe Verdunstung. Aus den mittleren Monatswerten des Niederschlages und der potentiellen Verdunstung der in Kap. 4.1 und 4.2 analysierten Meßreihen lassen sich keine signifikanten Veränderungen ableiten. Diese klimatischen Rahmenbedingungen dürften somit zumindest mittelfristig keine Gefahr für die Existenz der Hochmoore darstellen.

6.2. Vegetationsänderungen

Als potentielle natürliche Vegetation der Kammlagen des Erzgebirges (anhydromorphe Standorte) wird ein orealer Fichtenwald angesehen (HEMPEL 1983). Auf stark hydromorphen Standorten können sich Hochmoorgesellschaften und Moorrandgesellschaften bilden.

Ein relativ geschlossener Fichtenwald hat folgende Auswirkungen auf den Wasserhaushalt (vgl. z.B. THOMASIUŠ et al. 1978, WOHLRAB et al. 1992):

- Minderung der Freilandwindgeschwindigkeit um 80 bis 90% und damit Herabsetzung der Verdunstung,
- Verlängerung der Schneedeckendauer,
- erheblicher Beitrag zum Nebelniederschlag in den Kammregionen (100 bis 200 mm/a),
- Interzeption (Direktverdunstung) des Niederschlages an der Pflanzenoberfläche (100-200 mm/a), davon Interzeption von über 30% des Schneeniederschlages,
- Gesamtverdunstung von rund 70% des Niederschlages,
- geringere Temperaturschwankungen als im Offenland.

Sphagnum-Moorflächen haben nach THOMASIUŠ et al. (1978) eine sehr hohe Interzeption und eine Gesamtverdunstung, die die von offenen Wasserflächen übersteigt.

Immissionen (SO_2 , NO_x etc.) sind die Ursache für die starke Schädigung der Wälder in den Kammlagen des Erzgebirges. Die Säureeinträge gehen dabei mit zunehmenden Nährstoffeinträgen über die Luft einher. Hinzu kommt die intensive forstliche Nutzung in der Vergangenheit. Das hat zu einer zunehmenden Auflichtung bis hin zur Devastierung der Fichtenreinbestände geführt. Die Folge sind eine Verdrängung der ursprünglichen Bodenvegetation durch wenige, sich rasant ausbreitende Grasarten (z.B. Wolliges Reitgras, Drahtschmiele) und ein wachsender Anteil von waldfreien Flächen.

Über die hydrologischen Auswirkungen existieren kaum Untersuchungen. Insgesamt läßt sich jedoch einschätzen, daß dadurch langfristig ein erhöhter Gebietsabfluß bewirkt und die Wasserrücklage (Gebietsspeicher) verringert wird. Im einzelnen sind folgende Veränderungen zu erwarten:

- Erhöhung der Windgeschwindigkeit (Verdunstung),
- Verkürzung der Schneedeckendauer,
- Verringerung des Nebelniederschlages,
- Verringerung der Interzeption,
- Verringerung der realen Verdunstung um bis zu 1/3 (WOHLRAB et al. 1992),
- Erhöhung der Temperaturschwankungen.

Nach Steffens (1989) bewirkt die Verringerung der Schneespeicherung und des Nebelniederschlages eine geringere Wasserspeisung der Moore. Das ist jedoch nur die halbe Wahrheit, denn gleichzeitig verringern sich die entgegengesetzt wirkenden Größen Transpiration und Interzeption. Für die westerzgebirgischen Kammlagen kann angenommen werden, daß Interzeption und Auskämmung von Nebelniederschlag etwa die gleiche Größenordnung haben (s. o.).

Für die Moorflächen selbst ändert sich das Mikroklima durch die erhöhte Bewindung und die partielle Speisung aus den Oberflächen-Einzugsgebieten. Bei Entwaldung ist mit einem geringfügig erhöhtem, aber wesentlich inkonstanterem Zufluß zu rechnen. Mittels Luftbildauswertung (CIR-Befliegung 1992, 93) wurde der gegenwärtige Waldzustand des Umlandes der Moore ermittelt (vgl. Tab. 3). Rein hydrologisch gesehen sind keine die Moorexistenz gefährdenden Bilanzänderungen zu erwarten. Die Moorvegetation selbst ist durch erhöhte Nährstoffeinträge wesentlich mehr gefährdet.

Abschließend sollen noch die Möglichkeiten der Verbesserung des Wasserhaushaltes durch forstliche Bestockungsmaßnahmen diskutiert werden. Die dafür theoretisch in Frage kommenden heimischen Baumarten sind Ahorn, Aspe, Buche, Eberesche, Moorkiefer und rauchselektierte Fichten (STEFFENS 1989). Fremdländische Baumarten werden abgelehnt. Großflächiger Ersatz der Fichtenwälder dürfte jedoch nicht im Interesse von Forst und Naturschutz sein. Übereinstimmend beurteilen alle Autoren die Fichte als eine Baumart mit relativ hohem Wasserverbrauch. Sämtliche Laubbaumarten, mit Ausnahme derer, die auf Naßstandorten gedeihen (Weide, Pappel, z.T. Birke), haben einen geringeren Wasserverbrauch. Das ist zum einen artspezifisch, zum anderen durch die kürzere Vegetationsperiode bedingt. Auch der Kronendurchlaß (reziprokes Maß für die Interzeption) ist wesentlich höher. Allerdings ist die Auskämmung von Nebelniederschlag gering. THOMASIUŠ et al. (1978) sehen lockere Mischbestände als optimalen Schneespeicher an.

Den standörtlichen Gegebenheiten der Kammlagen sind flachwurzelnde Nadelbaumarten am besten angepaßt. Ein flächenhafter Ersatz durch andere Baumarten ist deshalb nicht sinnvoll. Aus hydrologischer Sicht sind die Folgen schwer abschätzbar. Sicher würde das im Jahresmittel zu einem etwas geringeren Wasserverbrauch der Waldflächen führen, saisonal aber möglicherweise auch zu Defiziten.

6.3. Entwässerungsmaßnahmen

Alle zu bewertenden Hochmoore sind mehr oder weniger von historischen Entwässerungsmaßnahmen betroffen (vgl. Abb. 1-4). Entwässerungsmaßnahmen stellen immer schwerwiegende Eingriffe in den Wasserhaushalt dar. Das gilt ganz besonders für solche Ökosysteme, für die nur eng begrenzte Existenzbedingungen bestehen. Die gegenwärtige angespannte Wasserhaushaltssituation der meisten Moore

ist auf solche „Regulierungen“ zurückzuführen. Auch bereits verwachsene Entwässerungsgräben können als Abflußwege wirksam bleiben, entweder auf Grund erhöhter Durchlässigkeiten oder durch Rüllenbildung bei Oberflächenabfluß.

Gleichzeitig bieten sich hier die effektivsten Renaturierungsmöglichkeiten. Alle dem Verfasser bekannten Veröffentlichungen zur Moorrenaturierung basieren auf der Regulierung des Abflußgeschehens (vgl. z.B. SUCCOW 1988, REIMANN 1989, SCHNEEBELI 1989).

Um eine Degradierung der Torfsubstanz zu vermeiden und weiteres Moorwachstum zu gewährleisten, muß sich der Wasserspiegel nahezu ständig an der Mooroberfläche befinden. Einzelne Moorrand-Vegetationstypen haben spezifische Anforderungen. Das Festlegen entsprechender Regulierungsmaßnahmen erfordert noch intensive Kartierungsarbeiten.

7. Zusammenfassung

RÖDER, M.: Zur hydrologischen Situation westerzgebirgischer Hochmoore. - *Hercynia N.F.* **29**(1995):173 - 191.

Im Gegensatz zur Vegetation sind die Kenntnisse der hydrologischen Situation westerzgebirgischer Hochmoore relativ gering. Das Naturschutzmanagement ist jedoch in zunehmendem Maße auf solche Angaben angewiesen. Über die Wasserhaushaltsgleichung werden für fünf Moore Einzelbilanzen aufgestellt, die die gegenwärtigen hydrologischen Rahmenbedingungen charakterisieren und in die Quantifizierung ökologisch vertretbarer Gesamtabflüsse münden. Die Analyse variabler Einflußfaktoren (Klima, Vegetation, Entwässerung) dient der Diskussion möglicher Wasserhaushaltsänderungen.

8. Literatur

- Abh. Meteorol. Dienst d. DDR (1973): Klima und Witterung im Erzgebirge. Nr. 104, Bd. 13.
- BAUER, L. (. 1974; 1986): Handbuch der Naturschutzgebiete der DDR. Band 5 - Bezirke Leipzig, Karl-Marx-Stadt und Dresden. - 1. und 2. Aufl., Urania-Verlag.
- Deutscher Wetterdienst -Dienststelle Radebeul: Mittlere monatliche Niederschlagssummen der Meßreihe 1961-1990 der Station Carlsfeld-Weiterswiese (Talsperre)- Auftrag.
- EDOM, F. (1991): Untersuchungen zum Wasserhaushalt des Naturschutzgebietes Mothäuser Heide als Beitrag zur Kenntnis gefährdeter Moorökosysteme des Erzgebirges. - Dipl.-Arbeit, TU Dresden Abt. Wasserwesen.
- FLÖSSNER, W. (1964): Die Hochmoore des Erzgebirges. - In WIRTH, H. (1964): Geschützte Wildnis. - Wittenberg, 242-266.
- FRANKENBERG, P. (1993): Trends und Schwankungen der Witterung in Mitteleuropa. Geogr. Rundschau **2**, 88-94.
- HAASE, J. (1972): Die räumliche Struktur der Niederschlagsverhältnisse in den sächsischen Bezirken. Ein Beitrag zur Behandlung des Klimas in der Landschaftsforschung. - Diss. A, Univ. Halle.

- HEMPEL, W. (1974 und 1977): Die gegenwärtige Struktur und Vegetation der geschützten Hochmoore des Erzgebirges. - Veröff. Mus. f. Naturkunde Karl-Marx-Stadt, Teil 1 S.9-36, Teil 2 S.3-29.
- HEMPEL, W. (1983): Ursprüngliche und potentielle natürliche Vegetation in Sachsen - eine Analyse der Entwicklung von Landschaft und Waldvegetation. - Diss. B, TU Dresden, Tharandt.
- Institut für Wasserwirtschaft Berlin (1958): N-A-U Karte über das Gebiet der DDR. 1:200000
- JESCHKE, L. (1986): Mecklenburgische Regenmoore als Naturschutzgebiete. Naturschutzarbeit in Mecklenburg, Bd. 29, H. 1, S. 2- 16, Greifswald.
- KÄSTNER, M. ; FLÖSSNER, W.; UHLIG, J. (1933): Die Pflanzengesellschaften des westsächsischen Berg- und Hügellandes. Veröff. Landesverein Sächs. Heimatschutz, Bd. 2.
- Klimadaten der Deutschen Demokratischen Republik: Ein Handbuch für die Praxis. Meteorolog. Dienst d. DDR (Hrsg.). Reihe B, Bd. 14: Klimatologische Normalwerte 1951-1980. Wiss. Bearb.: U. VEIT. Potsdam 1987.
- Klimakunde des Deutschen Reiches Bd. 2/Tabellen (1939): Reichsamt f. Wetterdienst, Meßreihe 1881 - 1930, Dietrich Reimer/ Andrews und Steiner, Berlin, 560 S.
- Klimatologische Normalwerte für das Gebiet der DDR (1901-1950). Akad. Verl. Berlin (1961), 74 S.
- KOCH, G.; SCHWANECKE, W. (1968): Mittelgebirge und Hügelland der DDR. Karte der mittleren Niederschlagssummen (mm/Jahr), 1:300000, Periode 1901-1950
- REIMANN, S. (1989): Entwicklung des Wasserhaushaltes und der Hochmoorvegetation im Zuge der Renaturierungsmaßnahmen im Roten Moor (Hohe Rhön). Telma Beiheft 2, S. 77-98, Hannover.
- SCHNEEBELI, M. (1989): Zusammenhänge zwischen Moorbewuchs und hydraulischer Durchlässigkeit und ihre Anwendung auf den Regenerationsprozess. Telma Beiheft 2, S. 257-264, Hannover.
- STEFFENS, R. (1989): Naturschutzprobleme in Immissionsgebieten unter besonderer Berücksichtigung der Situation in den drei sächsischen Bezirken. Naturschutzarbeit in Sachsen 31, S. 25- 38, Dresden.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. G. Fischer Jena.
- SUCCOW, M.; JESCHKE, L. (1986): Moore in der Landschaft. Urania Verlag Leipzig.
- THOMASIUS, H. (Hrsg. 1978): Wald - Landeskultur und Gesellschaft. G. Fischer Jena.
- VEIT, U. (1987): Klimatologische Normalwerte 1951-1980- In: Meteorolog. Dienst d. DDR (Hrsg.): Klimadaten der Deutschen Demokratischen Republik. - Ein Handbuch für die Praxis. Reihe B, Bd. 14.
- WOHLRAB, B.; ERNSTENBERGER, H.; MEUSER, A.; SOKOLLEK, V. (1992): Landschaftswasserhaushalt. Parey Hamburg u. Berlin.

Manuskript angenommen: 12. April 1995

Dr. Matthias Röder, Sächsische Akademie der Wissenschaften zu Leipzig AG "Naturhaushalt und Gebietscharakter", Augustusstr. 2, 01067 Dresden