Gutachten

zur Machbarkeit der Verknüpfung von Daten der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II)

mit Daten der Forstlichen Standortskartierung

Vorgelegt von Wolfgang Hölzer Ass.d.Forstdienstes am 30.10.2003

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz Ernährung und Landwirtschaft Referat 533

Inhalt

	Seite
1. Einführung zur Thematik	
2. Grundlagen der Standortverfahren	2
2.1 Standortmerkmale	4
2.1.1 Wasserhaushalt	4
2.1.2 Nährstoffversorgung	4
2.1.3 Substrat	5
3. Bundesverfahren	6
3.1 Wasserhaushalt	7
3.2 Nährstoffversorgung	7
3.3 Substrat	10
4. Diskussion und Ausblick	11
5. Integrierende Auswertung von Umweltmonitoring, Level II	14
6. Die Modellierung des Standorttyps anhand einheitlicher Algorithmen auf der Basis digitaler Kartengrundlagen	16
6.1 DGM – digitales Geländemodell / Fernerkundung und Interpretation	16
6.2 Substrat – und Lagerungsmodellierung	17
7. Empfehlung für eine Weiterentwicklung des Bundesreferenzverfahrens	17
8. Empfehlungen für das weitere Vorgehen	18
9. Zusammenfassung	18
I Anhang	20
	21

1. Einführung zur Thematik:

- Verknüpfung der forstlichen Standortskartierung (Stoka) mit der Bodenzustandserhebung (BZE) -

Aufgrund einer einheitlichen Arbeitsanleitung, herausgegeben vom damaligen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, wurde in den 90-ziger Jahren des letzten Jahrtausends die erste BZE durchgeführt und länderweise, sowie bundesweit ausgewertet. Neben dem allgemeinen Informationsgewinn wurden als Zielgrößen formuliert:

Erkenntnisse

- zum aktuellen Zustand der Waldböden und zu Veränderungen im Zeitablauf
- zum Verhältnis des Boden- zum Kronenzustand
- zur Übertragbarkeit der Bodenforschungsergebnisse auf größere Waldflächen
- zu Einflüssen von Depositionen
- zum Gefahrenpotential für kommende Waldgenerationen
- zu Risiken für das Grund- und Trinkwasser
- zu Verbesserungsmaßnahmen für den Bodenzustand
- zum chemischen Zustand von Nadel- und Blattwerk
- zur Datenbasis der Waldschadensforschung

„Ziel der forstlichen Standortaufnahme ist die Erfassung aller für das Waldwachstum wichtigen natürlichen Bedingungen. Ohne ihre Ergebnisse ist eine umweltbewusste und rationelle Bewirtschaftung des Waldes nicht möglich.“ Ebenda wird angeführt: „Der forstliche Standort umfasst die Gesamtheit der für das Wachstum der Bäume wichtigen Umweltbedingungen, wie sie im Gelände durch Lage, Klima und Boden – nicht durch den Wettbewerb der Bäume untereinander – bestimmt werden. Zu den Umweltbedingungen, die

den forstlichen Standort ausmachen, zählen nur solche, die in überschaubaren Zeiträumen einigermaßen konstant bleiben oder einem regelmäßigen Wechsel unterworfen sind.“

Zurzeit werden in der BRD zwei länderspezifische Methoden zur Ermittlung der Standortstyps angewandt. In den Länder Hessen und Rheinland-Pfalz überwiegt die **überregionale, einstufige Arbeitsweise**. Hierfür ist bezeichnend, dass die zur Kennzeichnung eines Standortes verwendeten Merkmale unabhängig von regionalen, ökologischen Klassifikationen für ein größeres Gebiet direkt aus den Bereichen Klima, Vegetation und Boden entwickelt werden.

„Ein so hergeleiteter Standortstyp gilt über das gesamte Anwendungsgebiet hinweg, ist also unabhängig von regionalen ökologischen Unterteilungen. Er ermöglicht auch unmittelbar die Herstellung kausalanalytischer Beziehungen zu den wichtigsten Wachstumsbedingungen.“³

Bei der **regionalen, zweistufigen Methode**, die von den übrigen Bundesländern bevorzugt wird, werden vorab regionale ökologische Einheiten (Wuchsgebiete, Wuchsbezirke etc.) ausgeschieden, die in ihrem physiographischen Charakter ähnliche Eigenschaften aufweisen. „Auf der Ebene der Wuchsbezirke erfolgt in einer zweiten Phase die weitere ökologische Untergliederung (i.d.R. über lokale Hauptgruppen, z.B. Öko-Serien) bis zu den ökologischen Grundeinheiten, den Standortstypen. Durch dieses zweistufige Verfahren wird einerseits eine konsequente ökologische Gliederung von den regionalen Großeinheiten bis zu den Standortstypen sichergestellt. Andererseits lassen die kennzeichnenden Merkmale der Standortstypen in Verbindung mit der regionalen Charakterisierung einen überregionalen Vergleich zu.“³

Die Aufnahmen zur BZE erfolgen in einem festgelegten Raster von 8 x 8 km und stellen im Gegensatz zur forstlichen Standortskartierung Punktinformationen dar, während diese Standortskarten ausgibt, in denen flächig die ökologische Befundeinheit dargestellt wird.

Ein Erfolg der Datenverarbeitung wäre also die Auswertung der detaillierten Information der BZE I, der Veränderungen zu den noch zu erhebenden Daten der BZE II, im Verschnitt mit der räumlichen Verteilung der Standorteinheiten. Daraus können aus Modellrechnungen Stoffbilanzen und Entwicklungstendenzen für die Waldökosysteme der BRD ermittelt werden, die eine Abschätzung und Szenarien zu den Risikofaktoren für die humanide Population des kleinflächigen, industriell stark beanspruchten Gebietes der jetzigen Bundesrepublik ermöglichen.

Durch die Verschiedenheit der länderspezifischen Verfahren der Standortskartierung ist es für die Datengrundlage überregionaler Modellrechnungen notwendig, eine einheitliche Klassenbildung zu ermöglichen. Es wurde daher ein bundesweit einheitlicher Schlüssel

entwickelt, der die Harmonisierung der Standortinformation für die Merkmale Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung und Substrat realisiert.

„Der vorliegende Schlüssel ist als ein erster Ansatz für eine bundesweite Harmonisierung von Standortinformationen zu bewerten. Er wurde zweckorientiert und projektbezogen entwickelt und bedarf (insbesondere was die Substrateinteilung anbelangt) einer fachlich-inhaltlichen Diskussion und Weiterentwicklung.“

2. Grundlagen der Standortverfahren

Die forstliche Standortkartierung fasst Ergebnisse u.a. der Klimatologie, Geologie, Bodenkunde, Vegetationskunde und Ertragskunde zusammen und ermöglicht dadurch eine Beschreibung des realen forstlichen Standortes. Verwandte Standorte werden zu Standortstypen zusammengefasst, kartographisch dargestellt und in ihren Eigenschaften beschrieben.

2.1. Standortmerkmale

In intakten Waldökosystemen erhalten sich Wald und Boden durch ihre natürlichen Wechselbeziehungen – die Stoffkreisläufe sind weitgehend in sich geschlossene Systeme. Ziel einer ökologischen Waldbewirtschaftung ist die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der natürlichen Bedingungen. Als Grundlage für eine nachhaltige Nutzung der Waldökosysteme dient die Standortkartierung, die mit der Aufnahme aller wichtigen Größen folgende Standortmerkmale erfasst:

- Klima (geograph. und morphologische Lage),
- Wasserhaushalt (Substrat, Vegetation),
- Substrat (geolog., petrograph., Bodentypologie, -formen, -arten),
- Nährstoffversorgung (Trophie, Nährstoffhaushalt, Vegetation, Substrat),
- Humuszustand (Zustandsform, morpholog., analytisch, vegetationskdl.),
- Vegetation (Waldgesellschaft, ökologische Artengruppen).

2.1.1 Wasserhaushalt und Klima

In Deutschland herrscht, abgesehen von den hohen Gebirgslagen, großklimatisch ein ausgeglichenes, warm gemäßigtes Klima. Durch seine geographische Lage befindet sich Deutschland in einem Übergangsbereich vom atlantisch geprägtem zum kontinentalen Klima.

Trotz der klimatisch geringen Schwankungen, ergeben sich für das Pflanzenwachstum bedeutsame geographische Unterschiede. Sie begründen sich in Nord/Süd-Richtung durch den Abstand zum Meer und die nach Süden hin ansteigende Strahlungsintensität, in West/Ost-Richtung durch die zunehmende Kontinentalität. Mit zunehmender Höhenlage verkürzt sich die Vegetationszeit durch die abnehmende Wärmebilanz. Für das Pflanzenwachstum begrenzende klimatische Faktoren sind die Temperatur, die entscheidenden Einfluss auf Länge und Intensität der Waldwachstumsperiode hat, sowie der Jahresniederschlag.

Neben der Nährstoffversorgung ist der Wasserhaushalt das wichtigste Standortmerkmal. Er wird im Flachland ursächlich durch die **nutzbare Wasserspeicherkapazität** des Bodens gekennzeichnet, die sich durch

- Bodenart, Schichtung und Gefüge,
- effektive Durchwurzelungstiefe,
- Humus- und Skelettgehalt,
- Grundwasser bzw. Stauwasser bestimmt.

Der Einfluß der örtlichen Lage reguliert den **Geländewasserhaushalt**. Im Bergland kommen die Standortparameter Geländehöhe, Geländeform, Relief, Hangneigung und Exposition hinzu, sie bilden das Geländeklima. In vielen Länderverfahren wird die Vegetation als Einstufungshilfe für den Geländewasserhaushalts genutzt.

Die regionalen Unterschiede finden ihren Ausdruck in der Einteilung von Wuchsgebieten, die bei vorliegenden weiteren pflanzenbedeutsamen Unterschieden noch in Wuchsbezirke und Teil-wuchsbezirke gegliedert werden. Wird das regionale Klima der Wuchsregion im Wasserhaushalt mit berücksichtigt, so spricht man vom **Gesamtwasserhaushalt**.

2.1.2 Die Nährstoffversorgung

Zur Herleitung der Nährstoffversorgung von Waldstandorten werden durch Analysen des chemischen Bodenzustands Einschätzungen der Nährstoffvorräte, -verfügbarkeiten und der gegenseitigen Beeinflussung der wechselseitigen Beziehungen der einzelnen Systemkompartimente getroffen.

Zur Unterstützung der Ansprache der Güte des Standortes dienen Weiserprofile an denen folgende Standortmerkmale und –eigenschaften bestimmt werden:

- Ausgangsgestein und Bodenart,
- Humusform und –menge, -gefüge,
- PH- Wert,

- Bodendynamik und –genese,
- Niederschlag und Geländewasserbilanz,
- Vegetation und Leistungsfähigkeit von Beständen (Ertragsklassen Fichte und Buche),
- mögliche antropogene Einflüsse und ihre Auswirkungen auf das Nährstoffangebot.

Bei grundwasserbeeinflussten Standorten ist die Grundwasserqualität entscheidend.

Auf der Grundlage der Einschätzung der pflanzenverfügbaren Gesamtnährstoffverhältnisse im Verwitterungsmaterial kann in Verbindung mit der Feuchtestufe bereits eine vereinfachte, überregional gültige Zusammenfassung von **Standortstypen** gebildet werden, die für die waldbauliche Behandlung als gleichwertig anzusehen ist.

2.1.3 Substrat

In der mitteleuropäischen Region mit vergleichsweise geringer Verwitterungsenergie spielt das Ausgangsmaterial eine verhältnismäßig große Rolle bei der Bodenbildung, der Nährstoff- bzw. Mineralausstattung und der „nachschaaffenden Kraft“ eines Standortes.

Die treibenden Kräfte der Bodenbildung sind Klima, Art der Vegetationsdecke, Bodenwasser, reliefbedingte Erosion, Bodenfauna und antropogene Einflüsse. Auch der Zeitraum, in welchem die zuvor genannten Faktoren auf die Bodenbildung einwirken, muss als Einflussfaktor angesehen werden. Je nach dem anstehenden Ausgangsgestein, kommen unter Berücksichtigung der bodenbildenden Faktoren in Deutschland die unterschiedlichsten Bodentypen vor.

Im Hinblick auf ihre chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften sind Böden weitgehend von den Eigenschaften des Ausgangsgesteins abhängig.

Als **Boden** wird im Weiteren die Verwitterungs- und Verlagerungsdecke des geologischen Untergrundes verstanden. Die **Geologie** und das **Ausgangsgestein** kennzeichnen die geologische Herkunft und die Grundlage der Bodenbildung.

Die standortkundliche Ansprache des Substrats betrachtet die für das Pflanzen-/ Baumwachstum wichtigen Parameter und umfasst den gesamten durchwurzelt bzw. durchwurzelbaren Raum:

- geologisches Ausgangsmaterial / Herkunft,

- dessen Verwitterung und Verlagerung,
- in seiner Art und Mächtigkeit,
- Horizontbildung,
- Humus und Gefügebildung,
- sowie den Bewuchs und die Geländelage.

Daraus ergeben sich Erkenntnisse über die Wasserspeicherkapazität und Nährstoffversorgung, die wiederum Aussagen zur potentiell natürlichen Vegetation, Waldgesellschaften und Waldentwicklungstypen ermöglichen.

Eine Systematisierung der Substratkartierung kann nach verschiedenen Ansätzen erfolgen:

- geogenetisch gegliedert, petrographisch weiter unterteilt
- bodenanalytisch gegliedert und geogenetisch sortiert
- nach Bodenarten, Ausgangsgestein und Nährstoffversorgung
- nach bodentypologischen Gesichtspunkten und Nährstoffversorgung bzw. nach Bodenformen (KOPP/SCHWANECKE, 1994).

Eine geogenetische Gliederung der Substrate im Sinne der Definitionen der AG BODEN (1994) und des AK STANDORTSKARTIERUNG (1996) gibt sehr detaillierte Informationen zu der geologischen Herkunft des bodenbildenden Materials und dessen Mineralzusammensetzung. Physikalische Bodenkennwerte gehen bei dieser Betrachtung weitestgehend verloren.

Bei der bundesweiten Auswertung der BZE wurde ein von der forstlichen Standortskartierung abweichender Ansatz gewählt. Die Gruppierung der Substrate erfolgte vorrangig nach den Analysen der Säureneutralisationskapazität, der Mineralzusammensetzung und zweitrangig nach der Geogenese. Damit wurde der Karbonatgehalt bzw. der Silikatreichtum betont. Insgesamt beschränkte man sich auf 10 Substratgruppen, von denen 7 über 95% der projektbezogenen Standorte repräsentieren.

3. Bundesverfahren

Der von Wolff⁴ veröffentlichte Bundesschlüssel zur Harmonisierung der länderspezifischen Standortskartierungsverfahren wurde in Absprache mit dem AK Standortskartierung erstellt, um eine Vergleichsebene darstellen zu können, die einen größtmöglichen ökologischen Standard zulässt.

3.1 Wasserhaushalt

Der Wasserhaushaltsschlüssel besteht aus 4 Teilbereichen mit insgesamt 14 Stufen:

- 5 - Stufen für anhydromorphe Standorte,
- 3 - Stufen für Stauwasser Standorte,
- 3 - Stufen für Grundwasser Standorte und

- 3 - Stufen für Moor Standorte.

Die Zuordnung der länderspezifischen Wasserhaushaltsstufen erfolgte durch die Berücksichtigung folgender bestandes- und wachstumsrelevanter Standortfaktoren:

- Bonität der Hauptbaumarten Buche und Fichte,
- nutzbare Wasserspeicherkapazität auf anhydromorphen Standorten,
- Wasserstände in der Vegetationszeit auf grundwasserbeeinflussten Standorten,
- Zeitspanne mit vernässendem Stauwasser,
- Waldgesellschaften,
- Humusformen bei naturnaher Bestockung,
- Exposition,
- und Geländeform.

In Tabelle 1 wird der bundesweite Schlüssel zur Kennzeichnung des Wasserhaushaltes (Vergleichswasserhaushalt) wiedergegeben. Die Zuordnungen der Länderschlüssel zum Vergleichswasserhaushalt sind im Anhang I tabellarisch dargestellt.

**Tab. 1: Bundesweiter Schlüssel zur Kennzeichnung des Wasserhaushaltes
(Erläuterung der Wasserhaushaltsstufen)**

Bezeichnung	Erläuterung
trocken 1	Trockene bis sehr trockene (sommertrockene) Standorte auf Sandböden mit geringer bis fehlender Verlehmung. Im Bergland sehr flachgründige oder auch exponierte Hangstandorte, Bergrücken und Kuppen.
mäßig trocken 2	Vorübergehend deutlicher Wassermangel auch in Jahren normaler Niederschläge. Im Flachland auf Sandböden geringer Verlehmung. Im Bergland mäßig sommertrockene, sonnseitige oder auch flachgründige

	Hangstandorte, auch Rücken, Kuppen und schroffe Hänge (konvexe Geländeform).
mäßig frisch 3	Standorte geringerer Gründigkeit bzw. schwacher Verlehmung mit kurzfristigem Tageswasserrückstau und kurzfristiger, mäßiger Sommertrockenheit. Im Bergland sehr flache Hänge, breite Rücken und Plateaus, aber auch mäßig frische sonnseitige Hangstandorte und mäßig frische Standorte der Rücken, Käme, Kuppen und Oberhänge.
frisch 4	Ganzjährig gute Wasserversorgung durch hohe Speicherkapazität des Bodens. Wassermangel nur in ausgeprägten Trockenperioden. Meist tiefgründige lehmige, im tiefen Unterboden schwach pseudovergleyte Böden (physiolog. günstig). Im Bergland frische bis vorratsfrische Hangstandorte, tief eingeschnittene Rinnen, Schluchten und V-förmige Täler mit flacher Sohle und langen Hängen. Auch auf physiologisch günstigen, im tiefen Unterboden pseudovergleyten Standorten mit langer frischer bis feucht-frischer Phase ohne Austrocknung des Oberbodens.
sehr frisch 5	Ganzjährig sehr gute Wasserversorgung, auch in Trockenjahren. Tiefgründige, lehmige Böden mit sehr guter Speicherkapazität in klimatisch begünstigter Lage. Sehr schwache Pseudovergleyung im Unterboden (schwebendes Grundwasser) möglich. Im Bergland sehr frische bis zeitweilig feuchte Hangstandorte, tief eingeschnittene Rinnen, Schluchten und V-förmige Täler mit schmaler Sohle (geringe Verdunstung), Schatt- und sonnseitige frische bis sehr frische durchrieselte Hang- und Hangmuldenstandorte (konkave Geländeform).
wechsell trocken 6	Stark wechselfeuchte bis wechsell trockene Standorte der Ebenen, flachen Hänge und breiten Rücken mit flach sitzender Staunässe. Scharfer Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung - die trockene Phase überwiegt. Auch Pelosole in Quellbereichen.
staufeucht	Schwächer wechselfeuchte Standorte der ebenen Lagen, flachen Hänge und hangfrischen flachen Mulden mit geringem (mäßigem) Wechsel zwischen

7	Vernässung und abnehmender Feuchte. Tiefsitzender Staukörper mit längerer feuchtfrischer Phase.
8	staunass Staufeuchte bis staunasse Standorte der Ebenen und flachen Hänge mit andauernder feucht-nasser Phase (Stagnogleye). Im Bergland auch auf Standorten hoher Niederschläge, geringer Verdunstung und ausgeprägtem Luftmangel. Flachwurzelnende Baumarten sind extrem windwurfgefährdet.
9	grundfrisch Mäßig grundwasserbeeinflusste, grundfrische Standorte der Täler, Mulden, Hangfüße und Ebenen. Mittlerer Grundwasserstand 100 - 160 cm, auch mit Tagesschwankungen in den oberen Horizonten.
10	grundfeucht Stark grundwasserbeeinflusste Standorte. Grundfeuchte bis nasse Hangmulden und Hangfüße. Mittlerer Grundwasserstand 60 - 100 cm (um 80 cm schwankend). Reduktionszone überwiegt.
11	grundnass Sehr stark grundwasserbeeinflusste Standorte. Nass, kurzfristig feucht, häufig anmoorig. Auch andauernd feuchte bis nasse Quellstandorte (Quellfluren) in Tälern, Mulden, Hängen bzw. an Hangfüßen. Mittlerer Grundwasserstand 30 - 60 cm (um 40 cm schwankend). Baumwachstum gehemmt.
12	Moore Hoch-, Zwischen-, Nieder-, Wald- und Bruchmoore (einzuschätzen nach Wasserstand und Nährstoffversorgung). nass (intaktes Moor)
13	Moore Hoch-, Zwischen-, Nieder-, Wald- und Bruchmoore (einzuschätzen nach Wasserstand und Nährstoffversorgung). feucht (entwässertes Moor)
14	Moore Hoch-, Zwischen-, Nieder-, Wald- und Bruchmoore (einzuschätzen nach Wasserstand und Nährstoffversorgung). trocken (trockengelegtes Moor)

3.2 Nährstoffversorgung

Für die Harmonisierung der Länderangaben zur Nährstoffversorgung im Bundesschlüssel erfolgte die Einteilung in 5 Nährstoffstufen unter Zuhilfenahme folgender Angaben:

- Nährstoffversorgung,

- Waldgesellschaft,
- Humuszustand und
- Leistung der aufstockenden Bestände.

Definiert werden die Nährstoffstufen durch eine Zuweisung von Baumarten unterschiedlicher Nährstoffansprüche (siehe Tabelle II im Anhang). Diese Zuordnung erfolgt auf Grundlage der Annahme eines „normalen“ Mittelgebirgsstandorts mit ausgeglichenen Klimaverhältnissen und ist auf andere Klimaverhältnisse nur bedingt übertragbar. Besonders für kontinental geprägtes Klima können Aussagen in dieser Form nicht verwendet werden.

3.3 Substrat

Die Zuordnung der Substrate erfolgt in Absprache mit dem AK Standortkartierung dem in Tabelle 3 gemachten Vorschlag für einen bundeseinheitlichen Substratschlüssel. Für die bundeseinheitliche Klassifizierung wurden **Bodenart und -schichtung** als das zentrale Systematisierungsmerkmal gewählt.

Tab. 3: Bodenartentabelle des „Bundesweiten Substratschlüssels“

0. Keine Angabe der Bodenart möglich	
00	keine Angaben vorhanden (z.B. Kartierung von Hessen)
01	organischer Boden / Moor; keine Korngrößenbestimmung möglich
1. Feinbodenärmste Decken (physiologisch flachgründig; Skelettgehalt > 50%)	
10	ohne weitere Angaben
11	Blockhalden, Schotter (z. B. Basaltblockhalden) und feinbodenarme Gesteinsböden (z.B. Kiese, Schotter)
12	Kiese mit geringem Feinbodenanteil; feinbodenhaltige Kies-Skelettböden
13	feinbodenärmste Decken: bis 60/80 cm mächtige unverlehmte sandige Sklettböden über anderem Material
14	Löß oder andere Feinböden über Grobböden; Decklöß über Schottern oder unverlehnten Sanden
2. Basenärmere Silikatgesteine, auch pleistozäne Überlagerungen und Fließerden im Übergangsbereich vom pleistozänen Flachland zum Hügelland / Bergland	
20	ohne weitere Angaben
21	z.T. steinige, schwach lehmige Sande aus (vorrangig) Sandsteinen verschiedener Formationen
22	stärker lehmige oder schluffige Schichten über meist Sandsteinen
23	>60 cm mächtige Mischlehme oder lehmige Verwitterungsdecken über basenarmen Silikatgesteinen
24	>60 cm mächtige sandige bis schluffig-lehmige Decken über tonigen, z.T. skelettreichen Schichten
25	>60 cm mächtige sandig-lehmige bis schluffig-lehmige Decken über Kalk oder basenreichem Gestein
3. Pleistozäne Sande und Lehme (vorr. Tiefland-Erscheinungen; nicht in Abschnitt 2 erfaßt)	
30	ohne weitere Angaben
31	>100 cm mächtige Flugsande oder Dünen
32	50/80 cm Deckschicht aus verlehnten oder bindigen (Geschiebe-)Sanden und -lehm über unverlehnten Sanden
33	bis ca. 70 cm mächtige Flugsande oder unverlehmte Sande über Geschiebelehm, -sand oder Sandlöß

34 mächtige Geschiebelehme / Moränenlehme (IS - sL), auch mit Steinanteil

35 bis ca. 60 cm mächtige sandig-schluffige Decken über (unverlehmten) Geschiebesanden und -lehm

36 unverlehmte Sande mit schluffig-lehmigen Einlagerungen (Bändersande), auch mit lehmig-sandiger Decke

37 >60 cm Decksand und Geschiebelehm über kalkreichen Schichten

4. Löße, Feinlehme und Schluffe von mindestens 60/80 cm Mächtigkeit

40 ohne weitere Angaben

41 typische Lößlehme und kaum verunreinigte Feinlehmböden

42 sandige oder anders verunreinigte Löß-/ Feinlehmböden und Sandlöss

43 vernässende Löß-/ Feinlehme mit wesentlicher Beeinflussung durch einen Staukörper

44 kalkhaltige, basenreiche oder durch basenreichen Untergrund beeinflusste Löß-/ Feinlehme

5. Kalkgesteine, Keuper-Mergel, Kalksandsteine, kalkhaltiger Hangschutt; pleistozäne kalkhaltige Sande, Lehme und Tone (Geschiebemergel)

50 karbonathaltige Böden ohne weitere Angaben (erreichbarer Kalk im Oberboden (60/80cm))

51 Kalkskelett- und stark steinige Kalkverwitterungsböden, meist physiologisch flachgründig

52 Kalkverwitterungslehme, geringe Löß- oder Mischlehmdecke zulässig

53 >60 cm mächtige Kalksandsteinböden mit sandiger und/oder Lößbeeinflussung

54 „*Schichtlehme*“ : bis ca. 60 cm mächtige basenarme Löß- oder Mischlehmdecke über Kalkverwitterungsmaterial

55 Geschiebemergel ohne nennenswerte Decken mit freiem Kalk ab ca. 50 cm

56 gröbere Sande und Kiese oder Flugsande über Mergel (50/350), Oberboden meist entkalkt

57 Sandlöß oder Geschiebelehm über Mergel (50/350)

58 carbonathaltige Decken über basenarmem Untergrund

6. Tone und Tongesteine

60 ohne weitere Angaben

61 schwere Tonböden (20/40 cm Decklehm oder -sand zulässig)

62 verunreinigte, sandig/schluffig-tonige bis tonige Böden (20/40 cm Decksand, -lehm, - löß zulässig)

63 „*Lehmkerf*“: bis ca. 60 cm mächtige sandig-tonige bis schluffig-lehmige Fließlehme

(Löß-, Decklehm, Sandlößdecken über Ton

64 „*Sandkerf*“ : bis ca. 60 cm mächtige (verlehmte) Sanddecken über Ton

7. Basenreiche Silikatgesteine (z.B. Basalt, Gabbro, Diabas, Porphyrit, Melaphyr, Latit) und basenreiche Fließerden (z.B. Grauwacke, Tonschiefer); (Basenreichtum des Grundgesteins entscheidend)

70 ohne weitere Angaben

71 skeletthaltige und/oder sandige bis anlehmige Verwitterungsdecken (auch kalkhaltig)

72 besser verlehmte Verwitterungsdecken (auch kalkhaltig)

73 lehmige bis lehmig-tonige Verwitterungsdecken und Fließlehme (auch kalkhaltig)

8. Auensedimente und kolluviale Überlagerungen

80 Auenboden ohne weitere Angaben

81 i.d.R. >60 cm mächtige lehmige bis tonige, z.T. schlickig-schluffige Auenböden (Hochflutlehme); bei reichem Untergrund auch geringere Auendecken tolerierbar

82 meist bis 60 cm mächtige lehmig-tonige Auenböden über Sanden oder basenarmen Gestein; Auenlehme und -tone unter verlehmten Sanddecken

83 sandige bis sandig-lehmige Auenböden und Schwemmsande, z.T. mit Schluffbändern ; stärker übersandete Auenlehme ; Auenkiessande

4. Diskussion und Ausblick

Die Umfrage an die verantwortlichen Landeskartierungsvertreter zeigte folgende Kritik und Anregungspunkte:

Wasserhaushalt

Die Übernahme der Wasserhaushaltsstufen war für einige Landeskartierungsvertreter problematisch, da die Klassifizierung der Länder einerseits methodische Unterschiede haben und andererseits eine differierende Intensität der Verschlüsselungsmöglichkeiten umfasst.

Nährstoffversorgung

Allgemein ist die Akzeptanz für die Einschätzung der Nährstoffausstattung im Bundesreferenzschlüssel gegeben. Eine Verwendung z.B. der Basensättigung oder anderer Analysedaten wurde von verschiedener Seite angeraten.

Substrat

Einige Länder sehen Schwierigkeiten z.B. Ökoserien (Standorte gleicher ökologischer Wertigkeit) in den nach Bodenarten und -schichtung gegliederten Bundesreferenzschlüssel zu sortieren. Andere verweisen auf die zweckmäßigere Verwendung von Standortstypengruppen (Standorte gleicher ökologischer Wertigkeit) zur Klassifizierung! Ein Land schlug vor Leitprofile der Standortkartierung und Ergebnisse aus Level II – Untersuchung mit zu verwenden, da sonst eine zu geringe Flächenrepräsentanz existiere.

Die Kennziffer des „bundesweiten Substratschlüssels“ beinhaltet jeweils einen Wert für die Bodenart und die Geologie/Ausgangsgestein.

Böden sind räumlich und zeitlich gesehen dynamische allseitig offene System, die in vielfältigen Übergangsformen auftreten. Eine Klassifikation ist dadurch immer Konvention, was die Vielzahl unterschiedlicher, teilweise unübersichtlicher Klassifikationssysteme erklärt.

„Ziel einer idealen Klassifikation sollte eine Zusammenfassung von Böden in Klassen sein, die ähnliche Merkmale besitzen, eine ähnliche Pedogenese aufweisen und Bodenfunktionen in ähnlicher Weise erfüllen.“

Informationsverlust

Allgemein wurde auch immer auf die Gefahr des Informationsverlustes hingewiesen. Der Einwand des Informationsverlustes bei der Übernahme der Standortinformationen in einen Bundesreferenzschlüssel ist jedoch unerheblich, da nicht die spezielle Information der Standortseigenschaften gefragt ist, sondern die Möglichkeit über Gruppenbildung (Standorte gleicher ökologischer Wertigkeit) und deren Flächenrepräsentanz, modellhaft Massenbilanzen von Stoffflüssen (Critical Loads) zu erzielen. Zusätzlich soll die Verwendung des bundeseinheitlichen Referenzschlüssels kein Länderkartierungsverfahren ersetzen. Er dient vorrangig der Umkodierung länderspezifischer Verschlüsselung und der Schaffung einer Datenbasis für Großraumuntersuchungen.

Als zusätzliches Argument gegen vermeintlichen Informationsverlust ist die Option der GIS-Datenhierarchie anzusehen, analoge Zusatzbeschreibungen der Standortskennung im Hintergrund zu erhalten und auf Metaebene darzustellen.

Innerhalb der verschiedenen Ökosysteme laufen permanent und flächendeckend reale Prozesse ab. Bisher können aus ökonomischen und methodischen Gründen nur an räumlich begrenzten Stationen spezielle Parameter über Zeiträume gemessen und beschrieben werden.

„Ein Lösungsansatz bietet die in einer BZE-Folgeauswertung angestrebte häufigkeitsstatistische Auswertung der raumzeitlichen Veränderungen integrativer Kennwerte aller Standorte. Es dürfte davon auszugehen sein, dass sich kleinräumige Effekte in der Summe aller Einzelstandorte gegenseitig aufheben und damit die Summe der Differenzen zwischen den aktuellen und den zukünftigen Merkmalsausprägungen als zeitliche Variation interpretiert werden kann.“

5. Integrierende Auswertung von Umweltmonitoring

Das Vorhaben der Verknüpfung von Level I –Daten der BZE mit standortsbezogenen Informationen soll als ein bundesweit realisierbares Auswertungskonzept entwickelt und umgesetzt werden. Mittels multivariat statistischer Verfahren wird die Information der systematischen Rastererhebung unter Verwendung treffender Zusatzdaten typisiert. Somit besteht bei der Verwendung der flächigen Informationsgrundlage der Standortkartierung die Möglichkeit zur Bewertung der Plausibilität gefundener Zusammenhänge.

Also ergibt sich eine neue Grundlage zur flächenhaften Regionalisierung von bundesweit einheitlichen Datensätzen, die es ermöglichen z.B.:

- Thesen der Waldschadensforschung,
- Auswertung zwischen Bodenchemie und Ernährungssituation der Bäume,
- Schädigung der Bäume und. Ozonbelastung,
- Stickstoffdeposition und Humuszustand,
- Kohlenstoffbilanz und Zuwachsverhalten der Bäume

zu überprüfen, in Beziehung zu setzen und regional auszuwerten.

Des weiteren beinhaltet die Analyse zwischen den unterschiedlichen Standortfaktoren und BZE Daten in Kombination mit Daten aus Level II die Erstellung und Überprüfung bestehender und zu entwickelnder Theorien von umfassenden Modellbeschreibungen, mit dem Ziel vorhandene Vorstellungen der Reaktion von Ökosystemen auf Umwelteinflüsse zu verifizieren und in gezielte waldbauliche Maßnahmen überzuleiten.

6. Die Modellierung des Standorttyps anhand einheitlicher Algorithmen auf der Basis digitaler Kartengrundlagen:

Geo-Informationssysteme (GIS) sind in einer großen Zahl von Anwendungsgebieten zu einem unverzichtbaren Instrument der raumbezogenen Datenverarbeitung geworden. Seit etwa Anfang der 90-er Jahre führte die Entwicklung leistungsstarker Geographischer Informationssysteme (GIS) auch in der Standortkartierung zu einer Erprobung und Verwendung. Von zentraler Bedeutung für die Genauigkeit der digitalen Modelle, ist die Qualität, Auflösung und Entstehung der verwendeten Daten.

Anspruch und Erwartung an Art und Genauigkeit des Informationsgehaltes von Daten, sowie deren weiteren Verwendung sind mit entscheidend bei dem Einsatz von GIS-Systemen in der Standortkartierung.

6.1 DGM – digitales Geländemodell / Fernerkundung und Interpretation

Ein mittlerweile anerkanntes Verfahren der Geländemodellierung ist die Abbildung der Realweltobjekte in ihrer Komplexität in digitalen Modellen. Eine Zielsetzung der Modellierung ist es, der Standortkartierung Information bereitzustellen. Die Frage der Übereinstimmung der Modellergebnisse mit der Realität ist grundsätzlich der entscheidende Parameter: „Wenn die in Karten abgebildeten Modellergebnisse mit der Realität übereinstimmen, wäre eine Kartierung überflüssig. Wenn die Ergebnisse an kaum einem Ort übereinstimmen, wäre das Modell auch für einen Kartierungsvorschlag (!) zu verwerfen, da der Kartierer nicht fehlgeleitet werden sollte“.

Als Datenbasis dienen im Allgemeinen die Gesamtheit der Höhendaten (Geländehöhe und Struktur), geologische Daten, weitere thematische Daten und die Standortdaten selbst.

Durch GIS – Anwendung können eine Vielzahl geökologischer Parameter, in erster Linie klimatische den Wasserhaushalt mitbedingende Faktoren, aus dem DHM entwickelt - und dem Kartierer an die Hand geliefert werden, zum Beispiel:

- Höhe, Neigung und Neigungsrichtung,
- Geländewölbung,
- Solifluidale Hangüberformung,
- Einzugsgebietsgröße,
- Relative Exponiertheit,
- Hanglängen,
- Form- Lage- Indizes,
- Einstrahlung,

- Windexponiertheit,
- Extinktion.

Überregional könnten einheitliche Vorklassifikationen erfolgen, die eine Vergleichbarkeit bestimmter Standortmerkmale ermöglichen und die teilweise subjektiven Einschätzungen minimieren.

6.2 Substrat – und Lagerungsmodellierung

Bezüglich der Stratigraphie und Petrographie der Böden liefert die Modellierung derzeit keine befriedigenden Ergebnisse, da in die Daten der geologischen Grundkarte 1:25 000 zwar die Verhältnisse bis 2 m Tiefe dargestellt sind, jedoch über die Deckschichten (+/- 50 cm unter GOF) und ihre besondere Materialausprägung nur unvollständige oder gar keine Informationen gemacht werden. Dies ist aber der den Standort mit am stärksten prägende Raum für die potentielle Modellierung von Wasserhaushalt und Nährstoffversorgung.

7. Empfehlung für eine Weiterentwicklung des Bundesreferenzverfahrens

Die Verwendung des bundeseinheitlichen Referenzschlüssels soll kein Länderkartierungsverfahren ersetzen! Er dient der Erhebung eines Datenpools für z.B. Simulationsmodellierungen, zur Erweiterung des Verständnisses funktioneller Zusammenhänge in Umweltsystemen oder zur Ermittlung der Auswirkungen komplexer Systemveränderungen.

Aus der vorangegangenen Untersuchung, ergeben sich folgende Ergänzungs- bzw. Verbesserungsvorschläge für den Bundesreferenzschlüssel:

Der **Wasserhaushalt** ist mit den vorgegebenen Wasserhaushaltsstufen darstellbar, es wird jedoch eine Präzisierung mittels DGM und GIS – Anwendung empfohlen. Durch die Einbeziehung der Vegetation (**ökologische Artengruppen nach Ellenberg**) und ertragskundlicher Fakten können länderspezifische Codierungen transponiert werden.

Der **Nährstoffschlüssel** wurde in Abstimmung mit dem Arbeitskreis Standortkartierung erstellt und wurde in einer jetzt erfolgten zweiten Befragung weitestgehend bestätigt. Die Einstufung der Nährstoffversorgung sollte außer der rein beschreibenden Darstellung (reich – arm) Analysedaten, die sich aus der BZE ergeben, zur Klassifizierung des chemischen Bodenzustands übernehmen.

Der **Substratschlüssel** des Bundesreferenzverfahrens ist, da vormalig projektbezogen entwickelt, unvollständig und ergänzungsbedürftig und sollte neben der Klassifizierung nach Bodenart und

–schichtung zusätzlich mit der geologischen Kennzeichnung versehen werden.

Angeregt wird aus den bestehenden Länderkartierungsverfahren resultierende Standortstypengruppen, Ökoserien und vergleichbaren Substratreihen in den bestehenden bundesweiten Substratschlüssel einzufügen.

8. Empfehlungen für das weitere Vorgehen

Aus den Erfahrungen mit dem teilweise aufwendigen Datenmanagement in der BZE I Aufnahme ist eine länderübergreifende, einheitliche Datenbankbasis erforderlich. Empfohlen wird das bei der NFVA Göttingen entwickelte DBS „ECO“ ; in seiner einheitlichen Datenstruktur können alle anfallenden Informationen gespeichert und direkt verknüpft werden. Die Aufnahmemaske sollte direkt aus dem Programm entwickelt - und den Ländern zur Verfügung gestellt werden.

Zur Erleichterung der Umkodierung in den Bundesschlüssel wird empfohlen neben der länderspezifischen Standortskennung zusätzlich die Einordnung auf Standortstypengruppenebene einzufordern. Um die Möglichkeit zu schaffen, bei der späteren BZE Auswertung und Modellierung Angaben zur Flächenrepräsentanz zu erhalten, können vorhandene Leitprofile zusätzlich eingebunden werden.

Die Zusammenarbeit verschiedener Behörden wird dringend empfohlen. Es sollte möglich sein bis zum Aufnahmebeginn der BZE II fachübergreifend mit dem Arbeitskreis Standortkartierung und den folgenden Institutionen ein Verfahren zur optimalen Auswertung und Eingruppierung gelände-ökologischer Fakten in digitale Modelle zu bewirken. Der Vertrieb von ATKIS-Daten erfolgt für die Maßstabbereiche 1:5 000 bis 1:100 000 durch die Vermessungsverwaltungen der Länder, für länderübergreifende Datenanforderungen in allen Maßstäben und für Daten im Maßstabbereich 1:200 000 bis 1:1 000 000 über das Geodatenzentrum beim Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. Maßgebende Diskussionsforen für die Interpretation und Standardisierung sind zur Zeit die AdV und der Arbeitskreis Interpretation von Fernerkundungsdaten der DGPF auf Bundesebene.

Auf EU-Ebene existieren dazu bislang nur Ansätze. Es gibt bisher keine Verpflichtung zur Berichterstattung über den Bodenzustand; jedoch hat der Europäische Rat im Frühjahr 2002 eine „Mitteilung für eine europäische Bodenschutzpolitik“ veröffentlicht.

Eine vorbereitende Schulung der BZE - Aufnahmeteams im Umgang mit dem Bundesschlüssel ist erforderlich.

9. Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung ist die Darstellung der möglichen Verknüpfung rasterbezogener BZE Daten mit Flächeninformationen der Standortkartierung. Es werden die länderspezifischen Grundzüge der Standortkartierungsverfahren erläutert und die Standortmerkmale Wasserhaushalt / Klima, Nährstoffversorgung und Substrat betrachtet.

Im Weiteren wird der Bundesreferenzschlüssel zur Harmonisierung bestehender Länderstandorts-kartierungen erläutert. Im Zuge einer zweiten Befragung des AK-Standortkartierung wird er überprüft und Möglichkeiten der Weiterentwicklung diskutiert.

Es wird dargestellt, dass der Bundesreferenzschlüssels kein Länderkartierungsverfahren ersetzen soll. Sondern vorrangig der Umkodierung länderspezifischer Verschlüsselung und der Schaffung einer Datenbasis für Großraumuntersuchungen dient.

Diskutiert wird der Einwand des Informationsverlustes bei der Übernahme der analogen Standort-informationen. Es wird festgestellt, dass die Generalisierung für die Modellierung gewünscht ist und durch die Möglichkeiten von GIS redundant erhalten bleibt. Praktikabel scheint die Möglichkeit durch Gruppenbildung von Standorten gleicher ökologischer Wertigkeit die Vielzahl von Standortstypen einzugrenzen und für die Modellierung verfügbar zu machen.

Der Einsatz digitaler Geländemodelle wird für die Präzisierung von Wasserhaushaltsmodellen empfohlen, die Substrat und Lagerungsmodellierung wurde als problematisch erachtet. Die zusätzliche Heranziehung von Level II Daten und Leitprofilen wird empfohlen, um die Auswertungsmöglichkeiten zu erweitern.

Es werden Chancen und Möglichkeiten für eine Verfahrensverbesserung vorgestellt und gleichzeitig auf den potentiellen Informations- und Erkenntnisgewinn für die Ökosystemforschung hingewiesen.

Anhang

Die Wasserhaushaltsstufe **trocken** des bundesweiten Schlüssels enthält auch die Stufe sehr trocken von Bayern, Nordrhein Westfalen und von Rheinland Pfalz zusätzlich die Stufe äußerst trocken, sowie aus dem niedersächsischen Bergland trockene, steile bis schroffe Hangstandorte. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 1.

In **mäßig trocken** enthalten ist zusätzlich mäßig frisch von Rheinland Pfalz, mäßig trocken bis trocken in Baden Württemberg, sowie geländebedingt mäßig trockene Standorte von Sonnhängen, Kämmen, Kuppen und Steilabstürzen in Niedersachsen und ungeschützte, normal und schwer bewirtschaftbare Standorte der Neuen Bundesländer. In Rheinland Pfalz, Hessen und Bayern wachsen auf diesen Standorten Fichten der III. Ertragsklasse. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 2.

Die Stufe **mäßig frisch** umfaßt in Rheinland Pfalz frische bis ziemlich frische Standorte, in Baden Württemberg mäßig trockene bis mäßig frische und in Niedersachsen grundwasserferne Standorte des Tieflandes, sowie mäßig frische Standorte der Schatt- und Sonnhänge sowie Kämmen und Kuppen des Berglandes. In Bayern umfaßt mäßig frisch auch mäßig grund- und mäßig hangfrische Standorte und in den Neuen Bundesländern mittelfrische Standorte. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 3. In Rheinland Pfalz, Hessen und Bayern wachsen auf mäßig frischen Standorten Fichten der II. Ertragsklasse.

Frisch bedeutet in Rheinland Pfalz sehr frisch, in Nordrhein Westfalen umfaßt es neben frischen auch grund-, hang- und wechselfrische Standorte. In Niedersachsen werden hier grundwasserferne Standorte des Tieflandes mit Tendenz zu frischer, sowie frische Berglandstandorte der Schluchten und Täler und schwach wechselfeuchte (physiologisch günstige) Hangstandorte eingeordnet und in den Neuen Bundesländern frische Standorte. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 4. In Bayern zählen auch ziemlich frische sowie hangfrische und frühjahrsfrische Standorte dazu. In Rheinland Pfalz, Hessen und Bayern wachsen auf diesen Standorten Fichten der I. Ertragsklasse.

Tab. I: Bundesweiter Schlüssel zur Kennzeichnung des Wasserhaushaltes

(Erläuterung der Wasserhaushaltsstufen)

Bezeichnung	Erläuterung
trocken 1	Trockene bis sehr trockene (sommertrockene) Standorte auf Sandböden mit geringer bis fehlender Verlehmung. Im Bergland sehr flachgründige oder auch exponierte Hangstandorte, Bergrücken und Kuppen.
mäßig trocken 2	Vorübergehend deutlicher Wassermangel auch in Jahren normaler Niederschläge. Im Flachland auf Sandböden geringer Verlehmung. Im Bergland mäßig sommertrockene, sonnseitige oder auch flachgründige Hangstandorte, auch Rücken, Kuppen und schroffe Hänge (konvexe Geländeform).
mäßig frisch 3	Standorte geringerer Gründigkeit bzw. schwacher Verlehmung mit kurzfristigem Tageswasserrückstau und kurzfristiger, mäßiger Sommertrockenheit. Im Bergland sehr flache Hänge, breite Rücken und Plateaus, aber auch mäßig frische sonnseitige Hangstandorte und mäßig frische Standorte der Rücken, Kämmen, Kuppen und Oberhänge.
frisch 4	Ganzjährig gute Wasserversorgung durch hohe Speicherkapazität des Bodens. Wassermangel nur in ausgeprägten Trockenperioden. Meist tiefgründige lehmige

	<p>im tiefen Unterboden schwach pseudovergleyte Böden (physiolog. günstig).</p> <p>Im Bergland frische bis vorratsfrische Hangstandorte, tief eingeschnittene Rinnen, Schluchten und V- förmige Täler mit flacher Sohle und langen Hängen. Auch auf physiologisch günstigen, im tiefen Unterboden pseudovergleyten Standorten mit langer frischer bis feucht-frischer Phase ohne Austrocknung des Oberbodens.</p>
<p>sehr frisch</p> <p>5</p>	<p>Ganzjährig sehr gute Wasserversorgung, auch in Trockenjahren. Tiefgründige, lehmige Böden mit sehr guter Speicherkapazität in klimatisch begünstigter Lage. Sehr schwache Pseudovergleyung im Unterboden (schwebendes Grundwasser) möglich.</p> <p>Im Bergland sehr frische bis zeitweilig feuchte Hangstandorte tief eingeschnittene Rinnen, Schluchten und V-förmige Täler mit schmaler Sohle (geringe Verdunstung), Schatt- und sonenseitige frische bis sehr frische durchrieselte Hang- und Hangmuldenstandorte (konkave Geländeform).</p>
<p>wechselfeucht</p> <p>6</p>	<p>Stark wechselfeuchte bis wechselfeuchte Standorte der Ebenen, flachen Hänge und breiten Rücken mit flach sitzender Staunässe. Scharfer Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung - die trockene Phase überwiegt. Auch Pelosole in Quellbereichen.</p>
<p>staufrisch</p> <p>7</p>	<p>Schwächer wechselfeuchte Standorte der ebenen Lagen, flachen Hänge und hangfrischen flachen Mulden mit geringem (mäßigem) Wechsel zwischen Vernässung und abnehmender Feuchte. Tiefsitzender Staukörper mit längerer feuchtfrischer Phase.</p>
<p>staufrisch</p> <p>8</p>	<p>Staufrische bis staunasse Standorte der Ebenen und flachen Hänge mit andauernder feucht-nasser Phase (Stagnogleye). Im Bergland auch auf Standorten hoher Niederschläge, geringer Verdunstung und ausgeprägtem Luftmangel. Flachwurzelnde Baumarten sind extrem windwurfgefährdet.</p>
<p>grundfrisch</p> <p>9</p>	<p>Mäßig grundwasserbeeinflusste, grundfrische Standorte der Täler, Mulden, Hangfüße und Ebenen. Mittlerer Grundwasserstand 100 - 160 cm, auch mit Tagesschwankungen in den oberen Horizonten.</p>
<p>grundfeucht</p> <p>10</p>	<p>Stark grundwasserbeeinflusste Standorte. Grundfeuchte bis nasse Hangmulden und Hangfüße. Mittlerer Grundwasserstand 60 - 100 cm (um 80 cm schwankend). Reduktionszone überwiegt.</p>
<p>grundnaß</p> <p>11</p>	<p>Sehr stark grundwasserbeeinflusste Standorte. Naß, kurzfristig feucht, häufig anmoorig. Auch andauernd feuchte bis nasse Quellstandorte (Quellfluren) in Tälern, Mulden, Hängen bzw. an Hangfüßen. Mittlerer Grundwasserstand 30 - 60 cm (um 40 cm schwankend). Baumwachstum gehemmt.</p>
<p>Moore</p> <p>12</p>	<p>Hoch-, Zwischen-, Nieder-, Wald- und Bruchmoore (einzuschätzen nach Wasserstand und Nährstoffversorgung).</p> <p>naß (intaktes Moor)</p>
<p>Moore</p> <p>13</p>	<p>Hoch-, Zwischen-, Nieder-, Wald- und Bruchmoore (einzuschätzen nach Wasserstand und Nährstoffversorgung).</p> <p>feucht (entwässertes Moor)</p>
<p>Moore</p> <p>14</p>	<p>Hoch-, Zwischen-, Nieder-, Wald- und Bruchmoore (einzuschätzen nach Wasserstand und Nährstoffversorgung).</p> <p>trocken (trockengelegtes Moor)</p>

Sehr frisch umfaßt in Rheinland Pfalz äußerst frische Standorte, in Hessen betont frische und in Niedersachsen nachhaltig frische Standorte. In Nordrhein Westfalen kommen neben frischen und sehr frischen Standorten auch hangfrische und frühjahrsfrische hinzu, in Bayern zusätzlich hangfrische und (mäßig) grundfeuchte Standorte. Niedersachsen betont im Bergland den Einfluß von Gelände und Exposition. Die Neuen Bundesländer beschränken sehr frisch auf Sonderstandorte. Eine DK_F- Ziffer wurde nicht zugeordnet.

Wechsel trocken ist identisch mit mittel staunass in Rheinland Pfalz und mit Standorten scharf wechselnder, trocken-feuchter Phasen in Niedersachsen. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 5.

Staufeucht entspricht schwach staunass und vernässend in Rheinland Pfalz, sowie der Stufe wechselnd frisch und wechselnd feucht der Neuen Bundesländer. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 6.

Staunass ist in fast allen Ländern gleich definiert, erfährt nur in Rheinland Pfalz, Baden Württemberg und Bayern noch gesteigerte Formen. In Niedersachsen kommt der Geländeaspekt hinzu und es können Übergänge zu Grundwasserbeeinflussung bestehen. In den Neuen Ländern werden mit staunaß die dauernd nassen mineralischen Naßstandorte verschlüsselt. Eine DK_F - Ziffer konnte nicht zugeordnet werden. Grundwasserbeeinflusste Standorte sind in Niedersachsen und Nordrhein Westfalen mit den mittleren Grundwasserständen in der Vegetationsperiode hinterlegt.

Grundfrisch entspricht in Niedersachsen einem Grundwasserstand von 100 - 150 cm unter Geländeoberfläche (GOF) und in Nordrhein Westfalen 80 - 130 cm unter GOF, wird allerdings hier grundfeucht genannt. Rheinland Pfalz entspricht mit schwach grundnass, dieser Stufe und Hessen mit sickerfeucht. Im Saarland und in Bayern werden die entsprechenden Standorte mit der anhydromorphen Wasserhaushaltsstufe frisch verschlüsselt. Baden Württemberg benutzt den gleichen Terminus und die Neuen Länder verschlüsseln diese Standorte sinngemäß mit Bachtälchen frisch und im Bergland mit Überflutungsfrisch. Allerdings kann es auch Überschneidungen mit den frischen anhydromorphen Standorten geben. Die passende DK_F - Ziffer ist die 7, wobei im Bergland aufgrund der höheren Niederschläge auch die Ziffer 8 vergeben wird.

Grundfeucht ist in Niedersachsen mit einem Grundwasserstand von 60 - 100 cm unter GOF definiert und wird in Nordrhein Westfalen mit 40 - 80 cm unter GOF feucht genannt. In niedersächsischen Bergland wird der Geländeaspekt (kurzfristig feuchte, nachhaltig frische Hangfußstandorte) hervorgehoben. Rheinland Pfalz deckt diesen Bereich mit 2 Stufen - mittel grundnass und feucht – ab. Saarland und Hessen verschlüsseln diese Standorte mit feucht. Baden Württemberg unterscheidet in diesem Bereich grundfeucht, feucht, und hangfeucht, Bayern quellfrisch, wechselnd hangfeucht, (mäßig) hang- (wechsel-) feucht und hangwasserzünftig. Die Neuen Länder verschlüsseln diese Standorte als mineralische Naßstandorte in der Stufe feucht und zünftig, sowie als Bachtälchenfeucht und im Bergland Überflutungsfeucht. Die passende DK_F - Ziffer ist die 8, wobei im Bergland durch die höheren Niederschläge auch die Ziffer 9 vergeben wird.

Grundnaß ist in Niedersachsen mit einem Grundwasserstand von 30 - 60 cm unter GOF definiert und in Nordrhein Westfalen mit bis 40 cm unter GOF und wird naß/quellig genannt. Im niedersächsischen Bergland werden sie als Standorte der Täler und Hangfüße mit der Spanne von feucht und kurzfristig naß bis naß und quellig erfaßt. In Saarland und Bayern gibt es keine Verschlüsselung für diese Standortstypen, sie wurden bereits mit den staunassen Standorten erfaßt. Der Schlüssel Baden-Württembergs ordnet naß-wasserzünftig den staunassen Standorten zu, wie auch die Neuen Länder, die diese Standorte als mineralische Naßstandorte in

der Stufe naß und zülig verschlüsseln. Die passende DK_F - Ziffer ist die 9, wobei im Bergland aufgrund der höheren Niederschläge auch die Ziffer 10 vergeben wird.

Die Verschlüsselung der **Moore**, im Wasserhaushalt gesondert von den anderen Standortstypen behandelt, wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung lediglich von Niedersachsen und den Neuen Ländern genannt. Während die Neuen Länder 4 Feuchtestufen „organischer Naßstandorte“ benennen, wurde in Niedersachsen zudem die Moormächtigkeit erfaßt, die hier jedoch nicht berücksichtigt ist. In diesem Vergleichsschlüssel werden Moore in 3 Feuchtestufen unterschieden:

- **nasse** (intakte) Moore,
- **feuchte** Moore, die unter Umständen wiedervernäßt werden können. Für beide gibt es in Niedersachsen und den Neuen Ländern entsprechende Einstufungen, die DK_F - Ziffer faßt sie in der Ziffer 11 zusammen.
- **trockene** Moore, die die DK_F - Ziffer 10 erhalten.

Sehr frisch umfaßt in Rheinland Pfalz äußerst frische Standorte, in Hessen betont frische und in Niedersachsen nachhaltig frische Standorte. In Nordrhein Westfalen kommen neben frischen und sehr frischen Standorten auch hangfrische und frühjahrsfrische hinzu, in Bayern zusätzlich hangfrische und (mäßig) grundfeuchte Standorte. Niedersachsen betont im Bergland den Einfluß von Gelände und Exposition. Die Neuen Bundesländer beschränken sehr frisch auf Sonderstandorte. Eine DK_F - Ziffer wurde nicht zugeordnet.

Wechsel trocken ist identisch mit mittel staunass in Rheinland Pfalz und mit Standorten scharf wechselnder, trocken-feuchter Phasen in Niedersachsen. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 5.

Staufeucht entspricht schwach staunass und vernässend in Rheinland Pfalz, sowie der Stufe wechselnd frisch und wechselnd feucht der Neuen Bundesländer. Die zugehörige DK_F - Ziffer ist 6.

Staunass ist in fast allen Ländern gleich definiert, erfährt nur in Rheinland Pfalz, Baden Württemberg und Bayern noch gesteigerte Formen. In Niedersachsen kommt der Geländeaspekt hinzu und es können Übergänge zu Grundwasserbeeinflussung bestehen. In den Neuen Ländern werden mit staunaß die dauernd nassen mineralischen Naßstandorte verschlüsselt. Eine DK_F - Ziffer konnte nicht zugeordnet werden. Grundwasserbeeinflusste Standorte sind in Niedersachsen und Nordrhein Westfalen mit den mittleren Grundwasserständen in der Vegetationsperiode hinterlegt.

Grundfrisch entspricht in Niedersachsen einem Grundwasserstand von 100 - 150 cm unter Geländeoberfläche (GOF) und in Nordrhein Westfalen 80 - 130 cm unter GOF, wird allerdings hier grundfeucht genannt. Rheinland Pfalz entspricht mit schwach grundnass, dieser Stufe und Hessen mit sickerfeucht. Im Saarland und in Bayern werden die entsprechenden Standorte mit der anhydromorphen Wasserhaushaltsstufe frisch verschlüsselt. Baden Württemberg benutzt den gleichen Terminus und die Neuen Länder verschlüsseln diese Standorte sinngemäß mit Bachtälchenfrisch und im Bergland mit Überflutungsfrisch. Allerdings kann es auch Überschneidungen mit den frischen anhydromorphen Standorten geben. Die

passende DK_F - Ziffer ist die 7, wobei im Bergland aufgrund der höheren Niederschläge auch die Ziffer 8 vergeben wird.

Grundfeucht ist in Niedersachsen mit einem Grundwasserstand von 60 - 100 cm unter GOF definiert und wird in Nordrhein Westfalen mit 40 - 80 cm unter GOF feucht genannt. In niedersächsischen Bergland wird der Geländeaspekt (kurzfristig feuchte, nachhaltig frische Hangfußstandorte) hervorgehoben. Rheinland Pfalz deckt diesen Bereich mit 2 Stufen - mittel grundnass und feucht – ab. Saarland und Hessen verschlüsseln diese Standorte mit feucht. Baden Württemberg unterscheidet in diesem Bereich grundfeucht, feucht, und hangfeucht, Bayern quellfrisch, wechselnd hangfeucht, (mäßig) hang- (wechsel-) feucht und hangwasserzünftig. Die Neuen Länder verschlüsseln diese Standorte als mineralische Naßstandorte in der Stufe feucht und zünftig, sowie als Bachtälchenfeucht und im Bergland Überflutungsfeucht. Die passende DK_F - Ziffer ist die 8, wobei im Bergland durch die höheren Niederschläge auch die Ziffer 9 vergeben wird.

Grundnaß ist in Niedersachsen mit einem Grundwasserstand von 30 - 60 cm unter GOF definiert und in Nordrhein Westfalen mit bis 40 cm unter GOF und wird naß/quellig genannt. Im niedersächsischen Bergland werden sie als Standorte der Täler und Hangfüße mit der Spanne von feucht und kurzfristig naß bis naß und quellig erfaßt. In Saarland und Bayern gibt es keine Verschlüsselung für diese Standortstypen, sie wurden bereits mit den staunassen Standorten erfaßt. Der Schlüssel Baden-Württembergs ordnet naß-wasserzünftig den staunassen Standorten zu, wie auch die Neuen Länder, die diese Standorte als mineralische Naßstandorte in der Stufe naß und zünftig verschlüsseln. Die passende DK_F - Ziffer ist die 9, wobei im Bergland aufgrund der höheren Niederschläge auch die Ziffer 10 vergeben wird.

Die Verschlüsselung der **Moore**, im Wasserhaushalt gesondert von den anderen Standortstypen behandelt, wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung lediglich von Niedersachsen und den Neuen Ländern genannt. Während die Neuen Länder 4 Feuchtestufen „organischer Naßstandorte“ benennen, wurde in Niedersachsen zudem die Moormächtigkeit erfaßt, die hier jedoch nicht berücksichtigt ist. In diesem Vergleichsschlüssel werden Moore in 3 Feuchtestufen unterschieden:

- **nasse** (intakte) Moore,
- **feuchte** Moore, die unter Umständen wiedervernäßt werden können. Für beide gibt es in Niedersachsen und den Neuen Ländern entsprechende Einstufungen, die DK_F - Ziffer faßt sie in der Ziffer 11 zusammen.
- **trockene** Moore, die die DK_F - Ziffer 10 erhalten.

Wer bis hierhin durchgekommen ist, hat einen Zusatzpreis gewonnen und kann sich bei den Autoren melden.

Tab.II: Erläuterung der Nährstoffstufen

Oligotroph	arm	Kiefer mit Birke
Oligotroph +	ziemlich arm	Buche dienend möglich
Mesotroph	mittel	Buchen Beteiligung; auch führend
Mesotroph +	kräftig	Bergahorn Beteiligung möglich
Eutroph	reich	Hainb.- u. Eschenfähige Standorte

BML , Bonn 1990, Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) –
Arbeitsanleitung; 2. Auflage Bonn 1994

BML , Bonn 1997, Deutscher Waldbodenbericht 1997, Ergebnisse der bundesweiten
Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) von 1987-1993, Band 1 u. 2

ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG (AKS) 5. Auflg.,
München 1994, Forstliche Standortsaufnahme

³ ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG (AKS) 5. Auflg.,
München 1994, Forstliche Standortsaufnahme

WOLFF, B. et al., Eberswalde 1998, Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und
Walderfassung 98/3

ARBEITSKREIS FORSTLICHE STANDORTSKARTIERUNG (AKS) 5. Auflg.,
München 1994, Forstliche Standortsaufnahme

ULRICH,B., Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde,1981, Ökologische
Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand

BARITZ, R, unveröff. Protokoll der Jahrestagung des AKS 1997, Vorschlag für eine
bundeseinheitliche Substratgliederung

KOPP, D.,SCHWANECKE, W., Berlin 1994, Standortlich-naturräumliche Grundlagen
ökologiegerechter Forstwirtschaft

⁴ WOLFF, B. ET AL., Eberswalde 1998, Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie
und Walderfassung 98/3

SCHROEDER, D., Bodenkunde in Stichworten, Kiel, Ferdinand Hirt 1978, 154 S.

BMELF, Bonn 1997, Deutscher Waldbodenbericht 1996

SCHULZ,R., ASCHE, N., LÖBF – Mitteilungen, Recklinghausen 2000

SCHULZ, R., Göttingen 2003, Flächenbezogene Modelle zur Unterstützung der
Forstlichen Standortskartierung im Niedersächsischen Bergland , Dissertation

HOPPE, J .; SCHULZE, A. (1997) ECO – Datenbank zur Stoffbilanzierung in
Waldökosystemen Teil 1: Datenbankstruktur und virtuelle Tabellen Berichte aus dem
Forschungszentrum Waldökosysteme Göttingen, Reihe B 54

ATKIS: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

AdV: Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der
Bundesrepublik Deutschland

DGPF: Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung

<http://www.fhoffmann.gmxhome.de/www.GDI-SN.de/>

http://www.caf.dlr.de/caf/anwendungen/projekte/projekte_nutzung/corine/Links

<http://europa.eu.int/>