

# Ermittlung standortspezifischer Critical Loads für Stickstoff

 Dokumentation der Critical Limits und sonstiger Annahmen zur Berechnung  
der Critical Loads für bundesdeutsche FFH-Gebiete - Stand 2014  
(CL-Dokumentation 2014)

von der  
AG Critical Loads Baden-Württemberg

in Abstimmung mit dem  
Bund-Länder Fachgespräch Critical Loads

StickstoffBW ist eine Initiative des Landes Baden-Württemberg, mit dem notwendige Grundlagen für die Landespolitik und den Verwaltungsvollzug zum Umgang mit Stickstoffeinträgen in die Umwelt erarbeitet werden.

## Impressum

Herausgeber	ARGE StickstoffBW (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg & Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg)
Inhalt	<p>Verantwortlich für die Kapitel</p> <p>Präambel: BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS</p> <p>Hauptteil (Zusammenfassung bis Kap. 6): AG CRITICAL LOADS BADEN-WÜRTTEMBERG in Abstimmung mit dem BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS (AG Critical Loads Baden-Württemberg [StickstoffBW AG2]: FVA Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg; LAZBW Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg, Aulendorf; LGRB Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg; LTZ Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg; Regierungspräsidien Baden-Württemberg, vertreten durch Naturschutzreferat RP Tübingen; Koordinierung: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)</p> <p>Dokumentation der Critical Limits und sonstiger Annahmen (Kap. 7, 9, 10 einschl. Tabelle 4.1-1 und Tabelle 4.2-1): Öko-Data GmbH, Strausberg</p> <p>Plausibilisierung vegetationspezifischer Critical Limits (Kap. 8 einschl. Tabelle 5.1-1): Institut für Botanik und Landschaftskunde, Karlsruhe (Einzelunternehmen) und KIfL Kieler Institut für Landschaftsökologie (Einzelunternehmen)</p>
Anlage	Entwurf der „ <a href="#">CL-Datenmappe</a> “ (.xlsx) (ID Umweltbeobachtung U26-S7-N11)
Hinweise	<p>Im Blatt 5-04b der CL-Datenmappe ist ein Datensatz enthalten, der aufgrund seines Umfangs zunächst ausschließlich in Form der CL-Datenmappe veröffentlicht wird (vgl. Kapitel 4.3 und 10). Der Entwurf der Datenmappe dient als Grundlage für eine Vornom und wird von dem BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS, weiterentwickelt und verabschiedet. Sie ist ein wesentlicher Teil der „Anleitung zur Ermittlung standortspezifischer Critical Loads - CL-Anleitung“ (pdf), die in einem eigenen Dokument erscheint.</p> <p>In diesem Bericht steht die Nachvollziehbarkeit von bislang nicht veröffentlichten Zahlenwerten, die für BMVBS (2013) genutzt wurden, als Annahmen zur Berechnung von Critical Loads für die Lebensräume von bundesdeutschen FFH-Gebieten im Vordergrund. Damit diese Annahmen für den nationalen Standardisierungs- und Normungsprozess der Ermittlung der Critical Loads genutzt werden können, wird hier auf Verweise auf unveröffentlichte Quellen, Datenbanken und Modelle verzichtet.</p>
Kontakt	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, Mail: <a href="mailto:Stickstoff@lubw.bwl.de">Stickstoff@lubw.bwl.de</a>
Bezug	ID Umweltbeobachtung U26-S7-N12 (CL-Dokumentation 2014) ID Umweltbeobachtung U26-S7-N11 (CL-Datenmappe und CL-Anleitung) <a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/">http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/</a>
Stand	Stand Juli 2014, Internetausgabe Oktober 2014

## **Präambel**

Das BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS (FGCL) erkennt die in BMVBS (2013) dokumentierte CL-Ermittlung mittels SMB (Simple-Mass-Balance) als eine geeignete Methode an. Die Methode soll weiterentwickelt, konkretisiert und ergänzt werden, um in allen Vollzugsfällen bundesweit sachgerecht anwendbar zu sein. Die Ergebnisse sollen auch in die Arbeit des internationalen Kooperationsprogramms Modellierung und Kartierung (ICP Modelling & Mapping) der Genfer Luftreinhaltkonvention eingespeist werden.

Die von der AG Critical Loads des Landes Baden-Württemberg vorbereitete CL-Dokumentation und der Entwurf der Datenmappe als Grundlage für eine Vornorm werden in Abstimmung mit dem FGCL veröffentlicht. Die Anleitung zur Ermittlung der Critical Loads (CL-Anleitung) wird ab September 2014 beraten.

Das FGCL strebt eine Überarbeitung und Veröffentlichung ausgewählter Critical Limits (CLi) möglichst bis Ende 2015 an. Die relative Abstufung der CLi wird in dieser Überarbeitung auf Analogieschlüssen, weiteren Experteneinschätzungen und anschließend testweisen Anwendung für verschiedene Standorttypen mit der CL-Datenmappe beruhen.

Das FGCL strebt aufbauend auf den international verwendeten Annahmen für die Bewertung der N-Konzentration in der Bodenlösung ("Flechte-Preiselbeer-Schema") eine Neufassung für die in Deutschland vorkommenden Vegetationseinheiten bis zum Jahr 2020 an. Es sollen möglichst alle CLi berücksichtigt werden. Im Konsens mit den Bundesländern und dem Bund wird das Land Baden-Württemberg die benötigten Finanzmittel beantragen.

Das FGCL empfiehlt bis zum Vorliegen entsprechender neuer Erkenntnisse die derzeit verfügbaren Critical Limits (Stand 2014) als Maßstab für die Berechnung der CL nach der SMB-Methode anzuwenden.

Karlsruhe, den 7. Mai 2014

BUND-LÄNDER-FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS

## Inhalt

PRÄAMBEL	3
ZUSAMMENFASSUNG	9
BEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN	10
BLATT-, TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNISSE	12
0 KURZFASSUNG	16
0.1 Einführung	16
0.2 Material und Methoden	17
0.3 Ergebnisse und Diskussion	17
0.4 Empfehlungen und Ausblick	20
1 EINLEITUNG	22
1.1 Stickstoffrelevante Planungen und Zulassungen	22
1.2 Anmerkung zu den Zielmaßstäben für verschiedene Fragestellungen	22
1.3 Ziel dieser Untersuchung	23
2 HINTERGRUND - ERLÄUTERUNG DER SMB-METHODE	24
2.1 Erläuterung der Rechenschritte	24
2.2 Kritische N-Konzentration in der durchwurzelten Zone ( $N_{crit}$ )	24
2.3 Kritisches C/N-Verhältnis im Boden ( $CN_{crit(plant)}$ , $CN_{min(soil)}$ , $CN_{max(soil)}$ )	25
2.4 Kritischer pH-Wert im Boden ( $pH_{crit}$ )	25
2.5 Kritische Basensättigung im Boden ( $BS_{crit}$ )	25
3 MATERIAL UND METHODEN	26
3.1 Allgemeines	26
3.2 Datengrundlagen und Stichprobenumfänge	27
3.2.1 Datengrundlage $N_{crit(plant)}$	27
3.2.2 Datengrundlage vegetationsspezifische CN und BS	28
3.2.3 Datengrundlagen bodenspezifische CLi	30

3.3	Plausibilisierung der vegetationspezifischen Limits	30
4	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	33
4.1	Vegetationspezifische Critical Limits	33
4.1.1	Schätzwerte für die vegetationspezifischen Critical Limits	33
4.1.2	Plausibilisierung	42
4.1.3	Bewertung	44
4.2	Bodenspezifische Critical Limits und Parameter	44
4.2.1	Bodenspezifische Critical Limits auf Basis der BÜK1000	44
4.2.2	Diskussion und Bewertung	47
4.3	Sonstige Daten	47
5	AUSBLICK	48
5.1	Fortschreibung der CLi (Stand 2014)	48
5.2	CLi-Datenbank auf Länder-Ebene	51
6	LITERATUR	52
7	DOKUMENTATION VEGETATIONSSPEZIFISCHER CRITICAL LIMITS $N_{\text{CRIT(PLANT)}}$ , $CN_{\text{CRIT(PLANT)}}$ , $BCN_{\text{CRIT}}$ , $BCAL_{\text{CRIT}}$ , $BS_{\text{CRIT}}$	53
7.1	Herleitung von $N_{\text{crit(plant)}}$	53
7.1.1	Erster Arbeitsschritt: direkte Zuordnung von $N_{\text{crit(plant)}}$ nach Manual Tab. 5.7 (n=84)	53
7.1.2	Zweiter Arbeitsschritt: Berechnung von $N_{\text{crit(plant)}}$ aus den empirischen CL (n=233)	54
7.1.3	Vergleich von $N_{\text{crit(plant)}}$ nach Manual Tab 5.7 versus Anpassung anhand der empirischen CL	54
7.1.4	Beispiele für die Ermittlung von $N_{\text{crit}}$	64
7.1.4.1	Ermittlung von $N_{\text{crit(plant)}}$ nach Tabelle 3.2-2	64
7.1.4.2	Ermittlung von $N_{\text{crit(plant)}}$ durch Neuberechnung aus empirischen CL	64
7.2	Herleitung von $CN_{\text{crit(plant)}}$ und $BS_{\text{crit}}$ - Pflanzengesellschaften und Stetigkeitstabellen	65
7.2.1	Auswahl der charakteristischen Pflanzengesellschaften und Standorttypen	65
7.2.2	Verwendete Stetigkeitstabellen und Übersicht der Begleitinformationen	65
7.3	Herleitung von $CN_{\text{crit(plant)}}$ und $BS_{\text{crit}}$ - Ökologische Nischen für Pflanzengesellschaften	89
7.3.1	Daten zur Ermittlung der für Pflanzengesellschaften typischen C/N-Spannen im Boden	89
7.3.1.1	Erster Arbeitsschritt: direkte Zuordnung der Pflanzengesellschaft zu C/N-Spannen anhand von Ökogrammen (n=25)	90

7.3.1.2	Zweiter Arbeitsschritt: Rückschluss aus der Humusform und/oder Nährkraftstufe in den Begleittexten von Stetigkeitstabellen (n = 114)	90
7.3.1.3	Dritter Arbeitsschritt: Rückschluss der Humusform und/oder Nährkraft aus der Bodenform (n = 222)	93
7.3.1.4	Händische Anpassungen	102
7.3.2	Daten zur Ermittlung der für Pflanzengesellschaften typischen BS- Spannen im Boden	104
7.3.2.1	Erster Arbeitsschritt: Erhebung des Säure-Basen-Status aus den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (n =71)	104
7.3.2.2	Zweiter Arbeitsschritt: Erhebung der Nährkraftstufe aus den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (n =41)	104
7.3.2.3	Dritter Arbeitsschritt: Rückschluss der Nährkraft aus der Bodenform (n = 116)	105
7.3.2.4	Händische Anpassungen	105
7.3.3	Beispiele für die Zuordnung von C/N und pH/BS zu Pflanzengesellschaften	108
7.3.3.1	Zuordnung der C/N-Spannen anhand von Ökogrammen von Pflanzengesellschaften (vgl. Kap. 7.3.1.1)	108
7.3.3.2	Zuordnung von C/N-Spannen aus der Humusform zu Pflanzengesellschaften	108
7.3.3.3	Zuordnung von C/N- und BS-Spannen aus der Nährkraftstufe zu Pflanzengesellschaften	108
7.3.3.4	Zuordnung von C/N-Spannen über die Herleitung der Humusform aus der BÜK 1000 (s. Kap.7.2.1.3)	109
7.3.3.5	Zuordnung von pH- und BS-Spannen aus Angaben zum Säure-Basen-Status in den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (s. Kap. 7.2.2.1)	109
7.3.3.6	Zuordnung von BS-Spannen aus Angaben zur Bodenform in den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (s. Kap. 7.2.2.1)	109
7.3.3.7	Validierung von C/N- und BS-Spannen aus Messdaten (vgl. Kap.7.2.1.4 und Kap. 7.2.2.4)	110
7.4	Herleitung von $CN_{crit(plant)}$ und $BS_{crit}$ – Berechnung der Werte für Pflanzenarten	111
7.4.1	Modellansatz	111
7.4.2	Beispielhafte Berechnung von $BS_{crit}$ und $CN_{crit(plant)}$ aus den ökologischen Nischenspannen für die Pflanzenarten Rumex acetosella, Phleum phleoides und Alopecurus pratensis	113
7.5	Herleitung von $CN_{crit(plant)}$ und $BS_{crit}$ – Berechnung der Werte für Pflanzengesellschaften	119
7.6	Herleitung $BcAl_{crit}$	120
7.7	Herleitung $BcN_{crit}$	120
7.8	Literatur	122
8	PLAUSIBILISIERUNG DER VEGETATIONSSPEZIFISCHEN CRITICAL LIMITS $N_{CRIT(PLANT)}$ , $CN_{CRIT(PLANT)}$ , $BS_{CRIT}$	127
8.1	Übersicht der Ergebnisse	127

8.2	Erläuterungen zu einzelnen Pflanzengesellschaften	136
8.2.1	Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937	136
8.2.2	Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995	136
8.2.3	Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	137
8.2.4	Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv.	139
8.2.5	Vaccinio myrtilli-Callunetum BÜK. 1942	139
8.2.6	Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938 (ergänzt aus LRT 2310)	139
8.2.7	Caricetum diandrae Jonas 1932	140
8.2.8	Erico-Sphagnetum magellanicum (OSVALD 1923)	141
8.2.9	Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975	142
8.2.10	Ledo-Sphagnetum magellanicum SUKOPP 1959	142
8.2.11	Caricetum elatae (Comaro-Subass.) KOCH 1926	142
8.2.12	Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915	143
8.2.13	Junco-Caricetum fuscae TX. 1952	143
8.2.14	Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937	144
8.2.15	Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964	144
8.2.16	Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931	145
8.3	Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	146
8.3.1	LRT 4030 „Trockene Europäische Heiden“	146
8.3.2	LRT 7110 „Lebende Hochmoore“ und 7120 „Noch renaturierungsfähige, degradierte Hochmoore“	146
8.3.3	LRT 7140 „Übergangs- und Schwingrasenmoore“	150
8.3.4	LRT 6120 - LRT9410	151
8.4	Zuweisung von Pflanzengesellschaften zu FFH-Lebensraumtypen	152
8.5	Vollständigkeit der Pflanzengesellschaften für Baden-Württemberg	153
8.6	Stichprobenartige Überprüfung der Liste der Pflanzengesellschaften und der angegebenen Anzahl der genutzten Vegetationsaufnahmen	153
8.7	Literatur	155
9	DOKUMENTATION DER BODENSPEZIFISCHEN CRITICAL LIMITS ( $CN_{MIN(SOIL)}$ , $CN_{MAX(SOIL)}$ , $PH_{CRIT}$ ) UND PARAMETER ( $BC_{SOIL(W)}$ )	157
9.1	Material und Methoden	157
9.1.1	Bodenlimits	157
9.1.1.1	Datengrundlagen	157

9.1.1.2	Zusammenstellung der Limits $CN_{\min(\text{soil})}$ und $CN_{\max(\text{soil})}$	162
9.1.1.3	Zusammenstellung des $pH_{\text{crit}}$	163
9.1.2	Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats	165
9.2	Ergebnisse	169
9.2.1	Critical Limits	169
9.2.1.1	$CN_{\min(\text{soil})}$ und $CN_{\max(\text{soil})}$	169
9.2.1.2	$pH_{\text{crit}}$	170
9.2.2	$BC_{\text{soil}(w)}$	172
9.3	Literatur	172
10	DOKUMENTATION DER STANDORTSPEZIFISCHEN CRITICAL LIMITS ( $N_{\text{CRIT}(\text{NUT})}$ ) UND DER SONSTIGEN $CL_{\text{SITE}(\text{TYP})}$ -ANNAHMEN	174
10.1	Kritische N-Konzentration für das Nährstoffgleichgewicht ( $N_{\text{crit}(\text{nut})}$ )	174
10.1.1	Modellansatz	174
10.1.2	Datengrundlagen	175
10.1.3	Beispiele	177
10.2	Versickerungsrate PS [ $\text{mm a}^{-1}$ ] und -anteil V [%]	178
10.3	Tolerierbare N-Auswaschungsrate mit dem Sickerwasser ( $N_e$ )	181
10.4	Denitrifikationsrate ( $N_{\text{de}}$ )	182
10.5	Immobilisierungsrate ( $N_i$ )	182
10.6	Depositionsrates basischer Kationen ( $BC_{\text{dep}(n)}$ )	184
10.7	Aufnahmerates basischer Kationen ( $BC_{\text{plant}(ue)}$ ) und Stickstoff ( $N_{ue}$ ) in die Vegetation	184
10.8	Literatur	186

## Zusammenfassung

Auf internationaler Ebene sind kritische Eintragsraten (Belastungsgrenzen) für Stickstoff in empfindliche Ökosysteme festgelegt (Critical Loads; CL). Der Vollzug in den Ländern soll nun in die Lage versetzt werden, diese Werte sachgerecht anzuwenden. Insbesondere soll der Vollzug die zu erwartenden Auswirkungen auf FFH-Lebensräume im Einwirkungsbereich solcher Pläne und Projekte bewerten, die zu erheblichen Beeinträchtigungen durch Stickstoffemissionen und -depositionen führen können (Einhaltung der naturschutzrechtlichen Anforderungen nach § 34 Bundesnaturschutzgesetz). Dazu müssen die Critical Loads differenziert und ergänzt und die Methodik ihrer Ermittlung präzisiert und konkretisiert werden. Ausgangspunkt auf Bundesebene sind Entwicklungsarbeiten im Auftrag des UMWELTBUNDESAMTES im Jahr 2004 und ein Forschungsbericht des BUNDESMINISTERIUMS FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (BMVBS) aus dem Jahr 2013.

Als Grundlage für den Vollzug dokumentiert der vorliegende Bericht nun die derzeit verfügbaren 19.804 Annahmen, die im Entwurf einer Datenmappe zusammengestellt sind. Die Annahmen gliedern sich in vegetations-, boden- und standortspezifische, quantifizierte Schwellen und weitere Hilfsdaten (Zwischenergebnisse) die für die Qualitätssicherung der Berechnungen erforderlich sind.

Die Daten wurden im BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS (FGCL) vorgestellt und diskutiert. Die wichtigste Annahme ist die kritische Stickstoffkonzentration in der Bodenlösung. Die für verschiedene Pflanzengesellschaften geltenden quantifizierten Schwellen legt der Bericht für dieses Merkmal wie auch für andere wesentliche unterscheidende Merkmale (wie das Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis) bis zum Vorliegen entsprechender neuer Erkenntnisse als Expertenschätzung fest. Das ist erforderlich, weil die international gebräuchlichen Schema und Vorgaben für den Vollzug noch zu wenig differenziert sind.

Das FGCL strebt eine Neufassung dieser quantifizierten Schwellen für die in Deutschland vorkommenden Vegetationseinheiten bis zum Jahr 2020 an. Übergangsweise soll die relative Abstufung ausgewählter Schwellen bis Ende 2015 überarbeitet werden.

Bis zum Vorliegen entsprechender neuer Erkenntnisse empfiehlt das FGCL, die derzeit verfügbaren Annahmen anzuwenden. Die Methode zur Berechnung der CL soll jedoch weiterentwickelt, konkretisiert und ergänzt werden, um in allen Vollzugsfällen bundesweit sachgerecht anwendbar zu sein. Die Ergebnisse sollen auch in die Arbeit des internationalen Kooperationsprogramms Modellierung und Kartierung (ICP Modelling & Mapping) der Genfer Luftreinhaltekonvention eingespeist werden.

Die Datenmappe soll mittelfristig durch eine internetfähige Datenbank ersetzt und das Rechenverfahren wo möglich vereinfacht werden. Der nächste Arbeitsschritt ist die Abfassung einer Anleitung zur Berechnung der Critical Loads zunächst im Sinne einer Vornorm und die Aktualisierung und Verabschiedung der Datenmappe, die diesem Bericht als Entwurf beiliegt.

## Begriffe und Abkürzungen

Anpassung	Expertenschätzung anhand von Literaturwerten oder sonstiger, auch unveröffentlichter Informationen, die im Einzelfall nicht vollumfänglich dokumentiert oder dokumentierbar ist.
Blatt	Tabellenblatt Nr. der Datenmappe zur Berechnung der Critical Loads (ID Umweltbeobachtung U26-S7-N11, <a href="http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/">http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/</a> )
Critical Limit	Vegetations-, boden- oder standortspezifischer Inputparameter für die Ermittlung von Critical Loads; Parameter oder Wertespanne für Standortfaktoren für einen günstigen Erhaltungszustand eines Lebensraumes
Critical Load	Gemäß UNECE ein quantitatives Maß für die Exposition (Deposition) gegenüber einem oder mehreren Luftschadstoffen, bei deren Unterschreitung nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens keine signifikanten negativen Effekte auf spezifische empfindliche Bestandteile der Umwelt auftreten.
Manual Tab 5.7	Tabelle 5.7 in ICP M&M (2010); siehe Tabelle 3.2-2; hier vorläufig auch als „Flechte-Preiselbeere-Schema“ bezeichnet, bis das Schema auf eher mitteleuropäische Vegetation angepasst ist
Standortspezifischer CL	Critical Load, der mit Standortdaten und/oder großmaßstäblich abgeleiteten Annahmen berechnet wird (siehe Blatt 04).
Standorttypischer CL	Critical Load, der mit kleinmaßstäblich generalisierten Annahmen ermittelt wird (siehe Blatt 5-04).
Stetigkeitstabelle	Tabelle mit Angaben zur Häufigkeit einer Pflanzenart innerhalb eines Kollektivs von Vegetationsaufnahmen, die einer Pflanzengesellschaft zugeordnet werden in Prozent [%] oder absolut [-]. Stetigkeitstabellen dienen der Bildung pflanzensoziologischer Einheiten (synthetische Pflanzengesellschaften). Standortbezüge sind in der Regel sehr grob beschrieben.
Zulassung	Behördliche Genehmigung, Erlaubnis, Bewilligung, Planfeststellung etc.
nut	nährstoffverhältnisspezifischer Parameter (in älteren Versionen auch „Nährstoff“ oder „geo“). Hinweis: In ICP M&M (2010) wird die Abkürzung für „eutrophierend“ verwendet.
plant	pflanzenart-/pflanzengesellschafts-/vegetationsspezifischer Parameter (in älteren Versionen auch $_{\text{pyto o. veg}}$ )
site	standortspezifische Parameter einschl. Vegetations/Boden/Klimakombination
soil	bodenspezifischer Parameter (in älteren Versionen auch $_{\text{geo}}$ )
[...]	optionale Verwendung für die Kennzeichnung von Einheiten im Text. Formelzeichen werden ohne [...] definiert. Die optionale Verwendung von [...] in Formeln dient der Kennzeichnung von Konzentrationen.
$BC_{\text{dep}(n)}$	natürliche, aus Seesalzeintrag abgeleitete Depositionsrate von basischen Nährkationen (Ca+Mg+K) [ $\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ], in älteren Versionen auch $BC_{\text{dep}}$
$BC_{\text{plant}(ue)}$	Nettoentzug basischer Nährkationen durch die Vegetation (uptake exported), Formelergebnis, [ $\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ], in älteren Versionen auch $BC_u$
$BC_{\text{plant}(c)}$	Konzentration basischer Nährkationen in der Vegetation (Ca+K+Mg), Annahme, [ $\text{eq t}^{-1} \text{TS}$ ], in älteren Versionen auch $BC_{\text{veg}}$
$BC_{\text{soil}(c)}$	Konzentration basischer Nährkationen in der Bodenlösung (Ca+Mg+K), Formelergebnis, [ $\text{eq m}^{-3}$ ], in älteren Versionen auch [Bc]
$BC_{\text{soil}(p)}$	Mindestvorrat (pool) an pflanzenverfügbaren basischen Nährkationen (Ca+Mg+K) in der Hauptwurzelzone, Formelergebnis, [ $\text{eq m}^{-2}$ ], in älteren Versionen auch $BC_{\text{tot}}$
$BC_{\text{soil}(w)}$	Freisetzungsrates basischer Nährkationen durch Verwitterung (weathering), Annahme, [ $\text{eq ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ], in älteren Versionen auch $BC_w$
$BcAl_{\text{crit}}$	vereinfachte Schreibweise von $(Bc/Al)_{\text{crit}}$ für Formeln in linearer Darstellung, kritisches Verhältnis von basischen Nährkationen zu Aluminium, Annahme, [ $\text{eq eq}^{-1}$ ]
$BcN_{\text{crit}}$	vereinfachte Schreibweise von $(Bc/N)_{\text{crit}}$ für Formeln in linearer Darstellung, kritisches Verhältnis von basischen Nährkationen zu Stickstoffionen, Annahme, [ $\text{eq eq}^{-1}$ ]
$BS_{\text{crit}}$	vegetationstypspezifisch erforderliche Basensättigung, Annahme, [%], in früheren Fassungen auch $BS_{\text{crit}(\text{plant})}$

BÜK	hier Bodenübersichtskarte Deutschlands im Maßstab 1: 1.000.000, auch BÜK 1.000
CL	Critical Load, hier für eutrophierender Stickstoff (auch CLnut(N)), Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
CL <sub>acid</sub>	Critical Load für die Versauerung, Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
CL <sub>SMB</sub>	Critical Load - Summanden nach der SMB-Methodik: N <sub>i</sub> , N <sub>ue</sub> , N <sub>de</sub> oder N <sub>ie</sub> , Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
CL <sub>site(typ)</sub>	Critical Load für standorttypische Vegetations/Boden/Klimakombination, Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
CL <sub>emp</sub>	Empirische Critical Loads, Literaturwert, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
CLi	Critical Limit;
CN	vereinfachte Schreibweise für das C/N-Verhältnis (für Formeln in linearer Darstellung)
CN <sub>crit(plant)</sub>	pflanzenabhängiger Critical Limit für das C/N-Verhältnis im Boden, Annahme, [-]
CN <sub>max(soil)</sub>	bodenabhängiger Critical Limit (Maximum) für das C/N-Verhältnis im Boden, Annahme, [-]
CN <sub>min(soil)</sub>	bodenabhängiger Critical Limit (Minimum) für das C/N-Verhältnis im Boden, Annahme, [-]
E <sub>max</sub>	Ertrag, maximal, Annahme, [t TS ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]; in älteren Versionen E <sub>max(plant)</sub>
E <sub>min</sub>	Ertrag, minimal, Annahme, [t TS ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]; in älteren Versionen E <sub>min(plant)</sub>
EP <sub>soil</sub>	bodenabhängiges Ertragspotential, Annahme; [-], in älteren Versionen EP <sub>geo</sub>
f <sub>de</sub>	in Formeln auch f <sub>de</sub> ; Denitrifikationsfaktor (Wert 0 bis 1), Annahme, [-]
f <sub>i</sub>	in Formeln auch f <sub>i</sub> Immobilisierungsfaktor Vegetation, Formelergebnis, [-], in alten Versionen auch f <sub>i(plant)</sub> ;
FGCL	Bund-Länder Fachgespräch Critiocal Loads
KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage
KAKeff	effektive Kationenaustauschkapazität, [eq kg <sup>-1</sup> ]
KAKpot	potentielle Kationenaustauschkapazität, [eq kg <sup>-1</sup> ]
LRT	Lebensraumtyp
N	(reaktiver) Stickstoff
N <sub>crit</sub>	Kritische N-Konzentration für das empfindlichste Schutzgut: Pflanze oder Nährstoffgleichgewicht [Minimum], Formelergebnis, [mg l <sup>-1</sup> ]
N <sub>crit(nut)</sub>	Kritische N-Konzentration für das Nährstoffgleichgewicht, Annahme, [mg l <sup>-1</sup> ]
N <sub>crit(plant)</sub>	Kritische N-Konzentration für das Schutzgut Pflanze, Annahme, [mg l <sup>-1</sup> ]
N <sub>de</sub>	N-Denitrifikationsrate, Annahme, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
N <sub>i</sub>	N-Immobilisierungsrate, Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
N <sub>i(plant)</sub>	N-Immobilisierung vegetationsabhängig, Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
N <sub>i(t)</sub>	N-Immobilisierung temperaturabhängig, Annahme, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
N <sub>ie</sub>	N-Austragsrate mit dem Sickerwasser, Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ], in älteren Versionen auch N <sub>ie(acc)</sub> ; acc wird hier nicht verwendet, denn der Zusatz müsste bei allen CL-Parametern hinzugefügt werden, die sich auf einen akzeptablen Zustand bzw. eine akzeptable Nutzung beziehen
N <sub>plant(c)</sub>	N-Konzentration in der Vegetation, Annahme, [mg kg <sup>-1</sup> TS]
N <sub>ue</sub>	N-Export aus der Fläche über Pflegemaßnahmen oder Ernte (uptake - export), Formelergebnis, [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ], in alten Versionen auch N <sub>u</sub>
N <sub>dj</sub>	Mittlerer Jahresniederschlag, Annahme, [l m <sup>-2</sup> a], in alten Versionen auch N <sub>j</sub>
p	Trockenrohdichte des Bodens (rho), [kg m <sup>-3</sup> ]
pH <sub>crit</sub>	ist der niedrigste pH(H <sub>2</sub> O)-Wert des Pufferbereichs, dem ein Boden natürlicherweise im unbelasteten (vor-industriellem) Zustand angehört (wird für CL <sub>acid</sub> benötigt), in alten Versionen auch pH <sub>crit(soil)</sub>
P	Perzentil
PS	Sickerwasserrate; Mittlerer jährlicher unterirdischer Abfluss (= Jahresniederschlag - Verdunstung - Oberflächenabfluss); Formelergebnis; [l m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup> ] [mm a <sup>-1</sup> ]
SMB	“Simple Mass Balance”; Massenbilanz-Rechenmodell nach ICP M&M, Kap. 5.3-1
V	Anteil der Versickerung an der Jahresniederschlagssumme, Annahme, [%]
z	Mächtigkeit der Haupt-Wurzelzone, tatsächliche Durchwurzelungstiefe (zeta), [m]
θ	Wassergehalt im Bodenraum bei nutzbarer Feldkapazität (theta), [m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ]

## **Blatt-, Tabellen- und Abbildungsverzeichnisse**

### **Blattverzeichnis [CL-Datenmappe ID U26-S7-N11] (Entwurf)**

Blatt 01: Abkürzungen

Blatt 02: Rechenschritte

Blatt 03: Beispiele

Blatt 04: Musterlayout für die Dokumentation eines Critical Loads (DIN A4)

Blatt 1-01: Standorttypspezifische Ertragspotenziale (BMVBS 2013: Tab 45)

Blatt 1-02: Ertragspotenziale Baumarten (BMVBS 2013: Tab. 39)

Blatt 1-03: Ertragspotenziale wald-freie Ökosysteme (BMVBS 2013: Tab. 41)

Blatt 1-04: Stoffgehalte der Hauptbaumarten (BMVBS 2013: Tab. 37)

Blatt 1-05: Stoffgehalt waldfreie Vegetation (BMVBS 2013: Tab. 38)

Blatt 2-01: Versickerungsraten nach Bodentyp, Relief und Vegetation (BMVBS 2013: Tab. 30)

Blatt 2-02: Kritische N-Konzentration im Bodenwasser (BMVBS 2013: Abb. 70)

Blatt 2-03: Test auf Nährstoffungleichgewichte nach BMVBS 2013: Seite 245 ff)

Blatt 2-04: Kritische untere Spannungsgrenze des optimalen Bereiches von basischen Kationen zu Stickstoff-Ionen in der Biomasse (BMVBS 2013: Tab. 25)

Blatt 2-05: Eintrag basischer Kationen aus dem Seesalz-Spray nach Bultjes et al. 2011 (BMVBS 2013: Tab 31)

Blatt 2-06: Bestimmung der Hauptdurchwurzelungstiefe (BMVBS 2013: Tab. 36)

Blatt 2-07: Bodenspezifische Eingangsdaten zur Berechnung von  $N_{crit(nut)}$  (ARGE StickstoffBW 2014)

Blatt 3-01: Denitrifikationsfaktor nach Tongehaltsklassen (BMVBS 2013: Tab. 29)

Blatt 4-01: N-Immobilisierungsrate nach Jahresmitteltemperatur (BMVBS 2013: Tab. 28)

Blatt 4-02: Bodenformen Deutschlands und Merkmale (BMVBS 2013: Tab. 23)

Blatt 4-03: Vegetationsspezifische Critical Limits (ARGE StickstoffBW 2014)

Blatt 4-04: Bodenspezifische Critical Limits (ARGE StickstoffBW 2014)

Blatt 4-05: C/N nach Bodenkundlicher Kartieranleitung KA5 (BMVBS 2013: Tab. 21)

Blatt 4-06:  $CN_{crit(plant)}$  aus der Humusform nach Konopatzki et al. (1997) (BMVBS 2013: S. 307)

Blatt 4-07:  $CN_{min(soil)}$  und  $CN_{max(soil)}$  im Humus nach Klap (BMVBS 2013: Tab. 24)

Blatt 5-01: Critical Load-Spannen für FFH-Lebensraumtypen nach BMVBS (2013)

Blatt 5-02: Klimaregionaltypen in Deutschland (BMVBS (2013), Anhang I-1a)

Blatt 5-03: Liste der Critical Loads (CL(N)) für LRT-Standorttypen - Kurzfassung (BMVBS 2013: Anhang I-3)

Blatt 5-04a: Liste der Critical Loads (CL(N)) für LRT-Standort-/Vegetationstypen - Langfassung (BMVBS 2013: Anhang I-4)

Blatt 5-04b: Standortabhängige Critical Limits und Hilfsparameter zur Berechnung der  $CL_{site}(typ)$  (ARGE StickstoffBW 2014)

Blatt 5-05: Liste der Critical Loads (CL(N)) für Anhang II-Arten (BMVBS 2013: Anhang I-5)

Blatt 5-06: Liste der hochsteten Arten und Charakterarten der Pflanzengesellschaften (BMVBS 2013: Anhang I-7)

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 0.3-1: Statistische Kennzahlen von Hilfsgrößen zur Berechnung von Critical Loads (Stand 2013 und 2014).....	18
Tabelle 0.3-2: Bedeutung der hier erstmals veröffentlichten und diskutierten CLi für die Berechnung von $CL_{SMB}$ sowie weitere wichtige Annahmen für die Berechnung der CL .....	19
Tabelle 2.1-1: Übersicht der für die CL-Berechnung genutzten Terme .....	24
Tabelle 2.2-1: Übersicht der für die Ermittlung von $N_{crit(nut)}$ erforderlichen Parameter .....	25
Tabelle 3.2-1: Übersicht über die Anzahl der hier veröffentlichten Parameter .....	27
Tabelle 3.2-2: „Flechte-Preiselbeer-Schema“ - Kritische N-Konzentrationen in der Bodenlösung ( $N_{crit}$ ) zur Berechnung von CL (ICP MODELLING & MAPPING 2010, Tab. 5.7); .....	28
Tabelle 3.2-3: Datengrundlagen für die Ermittlung der CLi CN und BS .....	29
Tabelle 3.2-4: Beispielhafte Literaturquelle von Boden-Pflanzen-Paaren für drei ausgewählte Pflanzenarten (Zusammenfassung aus Tabelle 7.4-1) .....	29
Tabelle 3.2-5: Beispielhafte Zuordnung von Standortparametern zu den Orig.-Bodenbeschreibungen von drei Stetigkeitsfundstellen (Anmerkung: die Zuordnung dient hier nur der Veranschaulichung, welche Daten mit einer BÜK-ID verknüpft sind). .....	30
Tabelle 4.1-1: Erste Expertenschätzung der vegetationsbezogenen Critical Limits .....	33
Tabelle 4.2-1: Bodenspezifische Critical Limits und Parameter auf Basis der BÜK1000 Kartiereinheiten .....	45
Tabelle 5.1-1: Liste der zu überprüfenden CLi (Stand April 2014) .....	49
Tabelle 7.1-1: Vergleich von $N_{crit(plant)}$ (nach Tab. 5.7 Manual) zu $N_{crit(plant)}$ angepasst nach $CL_{emp}$ .....	55
Tabelle 7.1-2: Critical Loads bei Einsatz von $N_{crit(plant)}$ entsprechend ICP Tab 5.7 .....	64
Tabelle 7.1-3: Gegenüberstellung der Critical Loads bei Einsatz von $N_{crit(plant)}$ nach Tabelle 3.2-2sowie bei Einsatz der aus empirischen Critical Loads berechneten $N_{crit(plant)}$ .....	65
Tabelle 7.2-1: Anzahl von ausgewerteten Vegetationsaufnahmen in Stetigkeitstabellen und Angaben zum Boden der Pflanzengesellschaften in den Begleittexten, Bewertung der Validität.....	66
Tabelle 7.3-1: Klassifizierungsrahmen für die Zuordnung von C/N-Spannen anhand der Humusform (nach KOPP 2004, SUCCOW u. JOOSTEN 2001, angepasst) .....	92
Tabelle 7.3-2: Typische Humusform der Referenzprofile der Bodenübersichtskarte 1:1000000 (BGR 2008).....	93
Tabelle 7.3-3: Typische Bodenformen Deutschlands aus BÜK 1000 (BGR 2008), ihre Nährkraftstufe und Säure-Basen-Status .....	98
Tabelle 7.3-4: Klassifizierungsrahmen für die Zuordnung von C/N-Spannen anhand der Nährkraftstufe (nach KOPP 2004, angepasst) .....	102
Tabelle 7.3-5: Säure-Basen-Status Klassifikation (vgl. hierzu abweichende Klassifikation nach AG BODEN 2005, S. 371) .....	104
Tabelle 7.3-6: Klassifizierungsrahmen für die Zuordnung von BS-Spannen anhand der Nährkraftstufe (nach KOPP 2004, angepasst) .....	105
Tabelle 7.4-1: Beispiele für Boden-Pflanzenpaare BS und C/N (Rumex acetosella, Phleum phleoides, Alopecurus pratensis) einschließlich Berechnung der CLi-Perzentile für Pflanzenarten.....	113
Tabelle 7.7-1: Kritische untere Spannengrenze des optimalen Bereiches von basischen Kationen zu Stickstoff-Ionen in der Biomasse für ausgewählte Waldgesellschaften (UBA 1996) und Offenlandgesellschaften (Grobabschätzung nach BOLTE 2006).....	120
Tabelle 7.7-2: Datenbasis für die Berechnung der unteren Spannengrenze des optimalen Bereiches von basischen Kationen zu Stickstoff-Ionen in der Biomasse für Offenland-Komplexe (aus BOLTE 2006, S. 11).....	121
Tabelle 8.1-1: Plausibilisierung ausgewählter vegetationspezifischer CLi.....	127

Tabelle 9.1-1: Leitbodentypen und ihr Ausgangsgestein aus der nutzungsübergreifenden BÜK 1000 (BGR 1995) und Karte der Bodenausgangsgesteine (BGR 2008a).....	158
Tabelle 9.1-2: Leitbodentypen und ihr Ausgangsgestein aus der nutzungsdifferenzierten BÜK 1000N (BGR 2008b).....	160
Tabelle 9.1-3: Kritische Minima und Maxima von C/N-Verhältnissen in Abhängigkeit von der Bodenart des Oberbodens (KLAP et al. 1997).....	162
Tabelle 9.1-4: Kritische Minima und Maxima von C/N-Verhältnissen in Mooren (abgeleitet aus Succow u. Joosten 2001).....	163
Tabelle 9.1-5: Pufferbereiche und kritische untere Spannungsgrenze des pH(H <sub>2</sub> O)-Wertes für die Pufferbereiche der Böden (nach Ulrich 1981 und 1987) .....	163
Tabelle 9.1-6: Pufferbereiche (nach Ulrich 1981, 1987) und Zuordnung der Ausgangsgesteinsklassen .....	164
Tabelle 9.1-7: Zuordnung der in Deutschland typischen Ausgangssubstrate (entsprechend Tabelle 9.1-1) zu den Substratklassen .....	165
Tabelle 9.1-8: Matrix zur Bestimmung der Texturklasse aus Sand- und Tongehalten (Quelle: EUROSIL 1999) .....	166
Tabelle 9.1-9: Bestimmung der Verwitterungsklasse .....	166
Tabelle 9.1-10: Verwitterungsrate bezogen auf 0,5 m Bodentiefe (nach DE VRIES et al. 1993) .....	167
Tabelle 9.1-11: Bestimmung der Hauptdurchwurzelungstiefe aus Länge der Hauptwurzeltracht und durchwurzelbarer Tiefe .....	169
Tabelle 9.2-1: Zuordnung der pH <sub>crit</sub> zu den Leitbodentypen und ihr Ausgangsgestein aus der nutzungsdifferenzierten BÜK 1000 (BGR 2008b), in Klammer: aus der nutzungsübergreifenden BÜK 1000 (BGR 1995).....	170
Tabelle 10.1-1: Bodenspezifische Eingangsdaten zur Berechnung von N <sub>crit(nut)</sub> .....	175
Tabelle 10.2-1: Zusammenfassung der Ergebnisse der Berechnung des Versickerungsanteils am Niederschlag in Abhängigkeit von der Jahresdurchschnittstemperatur, dem Vegetationstyp und dem Wasserhaushalt des Bodens.....	179
Tabelle 10.2-2: Einflussfaktoren der Versickerung.....	180

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 7.3-1: C/N- und pH-Klassifizierungssystem der Ökogramme für Moor-, Feucht- und extensiv genutzte artenreiche Frischwiesen-Gesellschaften sowie für Gebüsche und Wälder auf Moorstandorten (SUCCOW u. JOOSTEN 2001).....	90
Abbildung 7.3-2: C/N, pH- und BS-Spannen der Humusformen und Nährkraftstufen im harmonisch ausgewogenen Referenz-Zustand (aus KONOPATZKI und KIRCHNER 1997, KOPP 2004) .....	91
Abbildung 7.3-3: Zuordnung von Bodenformen zu Nährkraftstufen (aus KOPP 2004) .....	101
Abbildung 7.3-4: C/N- und pH-Werterahmen der Ökogramme für die Gesellschaften des LRT 91E0 (SUCCOW u. JOOSTEN 2001, S. 163).....	108
Abbildung 7.3-5: Textauszug aus PASSARGE u. HOFMANN (1968, S. 136) mit Angabe der Humusformen (Mull bis mullartiger Moder), der Nährkraftstufe (K) und der Bodenform (Braunerde über Gley, Braunerdegley aus Sand).....	108
Abbildung 7.3-6: Textauszug aus PASSARGE u. HOFMANN (1968, S. 185) mit Angabe der Nährkraftstufe (Z) und der Bodenform (Podsolgley aus Sand) .....	109
Abbildung 7.3-7: Textauszug aus OBERDORFER (1993, Teil II, S. 231) mit Angabe der Bodenformen (Sandböden, Granit- und Buntsandstein-Verwitterungsböden).....	109
Abbildung 7.3-8: Textauszug aus OBERDORFER (1993, Teil II, S. 103) mit Angabe der Bodenform (Kalksand).....	109
Abbildung 7.3-9: Textauszug aus HARTMANN u. JAHN (1967, Band I, S. 266f) mit Angabe der Bodenformen (Quellgley auf Granit, basenreicher Grundwassergley auf Schwemmkalkmergel (toniger Lehm), typischer Pseudogley auf Phyllit (lehmiger Sand bis sandiger Lehm) .....	110
Abbildung 7.3-10: Textauszug aus HARTMANN u. JAHN (1967, Band I, S. 436) mit Angaben zur Bodenform an den Fundorten der Gesellschaft Luzulo albidiae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937 .....	110
Abbildung 7.3-11: Textauszug aus HARTMANN u. JAHN (1967, Band I, S. 323f) mit Messdaten des pH-Wertes und des C/N-Verhältnisses an mehreren Fundorten der Gesellschaft Luzulo albidiae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937 .....	111

## 0 Kurzfassung

### 0.1 Einführung

Stickstoffeinträge in empfindliche Lebensräume müssen in der Planung und zur Zulassung von Straßen, Kraftwerken, Tierhaltungsbetrieben und sonstigen Anlagen bewertet werden. Auf internationaler Ebene wurden dazu kritische Eintragsraten (Belastungsgrenzen) für unterschiedlich empfindliche Ökosysteme (Critical Loads) in der Klassenbreite von mehreren  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  festgelegt (UNECE 2010). Die Angaben basieren auf einer Vielzahl von Feldbeobachtungen (BOBBINK & HETTELINGH 2011). Um die Critical Loads für Zwecke der Planung und Zulassung von Vorhaben im Umfeld stickstoffempfindlicher Ökosysteme standortspezifisch genau zu ermitteln, müssen neben Vegetationsdaten auch Klima-, Boden-, Wasserhaushalts- und (Pflege- bzw. Ernte-) Entzugsdaten möglichst zutreffend berücksichtigt werden.

Als Fachkonvention für die Ermittlung der Critical Loads (CL) ließ die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) für Zwecke der Straßenplanung eine Methodik weiterentwickeln und verfeinern, die international bewährt und relativ einfach nachzurechnen ist (SMB = Simple-Mass-Balance Methode nach UBA 2004, ICP M&M 2010 und BMVBS 2013). Berechnet wird der Critical Load (für die eutrophierende Wirkung des Stickstoffs) nach der SMB-Methode über die Summe standortspezifisch möglichst naturnaher Verhältnisse für den Entzug mit der naturschutzverträglichen Nutzung ( $N_{ue}$ ), die Auswaschung mit dem Sickerwasser ( $N_{ie}$ ), die Ausgasung in die Atmosphäre (Denitrifikation  $N_{de}$ ) und die Festlegung im Humus (Immobilisierung  $N_i$ ; wobei  $N_i$  = temperaturabhängige ( $N_{i(t)}$ ) + pflanzenabhängige Immobilisierung  $N_{i(plant)}$ ):

$$CL = N_{ue} + N_{ie} + N_{de} + N_i$$

Auf Grundlage dieser Methode schlägt BMVBS (2013) Critical Loads für 1.990 verschiedene Standorttypen ( $CL_{\text{site}(typ)}$ ) vor. Es handelt sich dabei um Vegetations-Boden-Klimakombinationen die in Deutschland relativ häufig vorkommen. Für die standorttypischen Critical Loads wurden idealtypische Annahmen getroffen (siehe unten).

Damit die Methode weiterentwickelt, konkretisiert, ergänzt und in allen Vollzugsfällen bundesweit sachgerecht angewendet werden kann, wurde von der AG CRITICAL LOADS BADEN-WÜRTTEMBERG in Abstimmung mit dem BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS (FGCL) nun ein Werkzeug (Datenmappe) entworfen, mit welchem die Critical Loads standortspezifisch mit Daten berechnet werden können, die in den Ländern teilweise bereits flächendeckend vorliegen (Entwurf der CL-Datenmappe, siehe Anlage; vgl. ARGE Stickstoff 2013).

Der hier vorliegende Bericht vervollständigt die Datenmappe und erweitert damit die bislang veröffentlichten Datengrundlagen zur Berechnung der Critical Loads um idealtypische Annahmen für die Ausprägung von Standortfaktoren (Critical Limit; CLi), die einen günstigen Erhaltungszustand ei-

nes Lebensraumtyps gewährleisten. Mit Hilfe der Datenmappe können die für BMVBS (2013) gesetzten idealtypischen Annahmen standortspezifisch präzisiert werden. Durch die CLi und weitere Hilfsdaten wird die Berechnung der Critical Loads transparent (vgl. Tabelle 0.3-1).

Neben den Parametern die für den eutrophierenden Stickstoff relevant sind, wurde hier für die spätere Weiterentwicklung der Methodik auch ein Parameter aufgenommen, der ausschließlich für die versauernde Wirkung des Stickstoffs von Bedeutung ist ( $BcAl_{crit}$ ). Der CL für die versauernde Wirkung von Stickstoff wird in diesem Bericht nicht weiter vertieft, da er nur in 2% der 1.990 untersuchten  $CL_{site(typ)}$  tiefer als der CL für die eutrophierende Wirkung von Stickstoff ist (vgl. Blatt 5-04a).

## 0.2 Material und Methoden

Die Beschaffung der Daten und deren Herleitung ist übersichtlich in Kapitel 3 und vertieft in Kapitel 7 bis 10 beschrieben. Die Datensätze sind teilweise differenziert in „Stand 2013“ und „Stand 2014“ (vgl. Kapitel 3.1). Der Stand 2013 beschreibt die für BMVBS (2013) ermittelten Eingangsparameter. Im Zuge der Entwicklung der Datenmappe haben sich anschließend einige Änderungen ergeben (Stand 2014).  $N_{crit(nut)}$  und die rechnerische Aufteilung von  $N_{de}$  und  $N_i$  wurden neu ermittelt. Wegen der geplanten Methodenweiterentwicklung wurde hier auf die gesonderte Darstellung des Oberflächenabflusses verzichtet. Die Korrekturen und Formelumstellungen haben nahezu keinen Einfluss auf die Höhe der  $CL_{site(typ)}$ <sup>1</sup>. Die CL-Fassung 2013 ist somit weiterhin gültig.

## 0.3 Ergebnisse und Diskussion

Zur Standardisierung und Qualitätssicherung der Critical Loads wird im Folgenden zunächst die Mehrzahl der Fälle betrachtet. Im Mittel sinkt die Bedeutung (Sensitivität) der SMB-Summanden ( $CL_{SMB}$ ) in der folgenden Reihenfolge (vgl. Perzentildaten in Tabelle 0.3-1):

$$N_{ue} > N_{le} > N_{de}, N_{i(t)}, N_{i(plant)}$$

In der Hälfte der Fälle wird der CL zu 87% von der Summe aus  $N_{ue} + N_{le} + N_{de} + N_{i(t)}$  bestimmt.

Unter den noch nicht publizierten Parametern<sup>2</sup> hat  $N_{crit(plant)}$  die herausragende Relevanz für 100% der CL, da der Parameter in 3 von 4 Summanden Verwendung findet (Tabelle 0.3-2).

Das international für die Festsetzung von  $N_{crit}$  gebräuchliche „Flechte-Preiselbeer-Schema“ (Tabelle 3.2-2) ist für die mitteleuropäische Vegetation noch wenig entwickelt und durch die pauschale Zuordnung von Vegetationsbeständen zu den Typen „Gräsern“ und „Kräutern“ sehr wenig differenziert und unvollständig.

---

<sup>1</sup> Lediglich vier  $CL_{site(typ)}$  haben sich um  $\geq 1,0$  (max. 1,3)  $kg N ha^{-1} a^{-1}$  geändert (ID 208, 422, 425, 922).

<sup>2</sup> Schwerpunkt dieser Untersuchung sind die bislang nicht publizierten Annahmen (insbesondere die Critical Limits). In BMVBS (2013) bereits publizierte Annahmen (z.B. Pflege- bzw. Ernteentzug) und Formeln werden vom BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS erst im Rahmen der Erarbeitung der Anleitung zur Ermittlung der Critical Loads ab September 2014 beraten, weiterentwickelt, konkretisiert bzw. korrigiert und ergänzt, um in allen Vollzugsfällen bundesweit sachgerecht anwendbar zu sein.

**Tabelle 0.3-1: Statistische Kennzahlen von Hilfsgrößen zur Berechnung von Critical Loads (Stand 2013 und 2014)**

Parametertyp	Parametername	Einheit	Kollektiv	Stand	n	Min	10.P	50.P	90.P	Max	Mittel
CL <sub>i(plant)</sub>	N <sub>crit(plant)</sub>	mg N l <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,2	0,5	2,0	4,0	5,0	2,2
	... nach ICP MM	mg N l <sup>-1</sup>	Tab 7.1-1	2013	317	0,2	0,5	3,0	5,0	5,0	2,8
	... nach Anpassungen	mg N l <sup>-1</sup>	Tab 7.1-1	2013	317	0,2	0,5	1,5	4,0	5,0	2,0
	CN <sub>crit(plant)</sub>	-	Blatt 5-04b	2013	1.990	10	10	18	26	33	18
	BcN <sub>crit</sub>	-	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,5	0,5	0,5	0,9	1,1	0,6
	BcAl <sub>crit</sub>	-	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,6	0,6	0,8	1,2	2,0	0,9
	BS <sub>crit</sub>	%	Blatt 5-04b	2013	1.990	4,3	9,1	21,0	28,0	50,0	19,9
CL <sub>i(soil)</sub>	CN <sub>min(soil)</sub>	-	Blatt 5-04b	2013	1.990	10	10	10	15	20	12
	CN <sub>max(soil)</sub>	-	Blatt 5-04b	2013	1.990	20	25	25	35	60	30
	Bcsoil(w)	eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	175	185	615	2050	2150	792
	pH <sub>crit</sub>	-	Blatt 5-04b	2013	1.990	3,1	3,2	4,2	5,0	6,2	4,2
CL <sub>i(site(typ))</sub>	N <sub>crit(nut)</sub>	mg N l <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,1	1,0	3,1	8,0	35,1	4,0
				2014	1.990	0,1	1,3	4,2	9,6	27,6	5,0
	Min{N <sub>crit(nut)</sub> ;N <sub>crit(plant)</sub> }	mg N l <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,1	0,4	2,0	4,0	5,0	2,1
				2014	1.990	0,1	0,5	2,0	4,0	5,0	2,2
CL <sub>SMB</sub>	N <sub>ue</sub>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,0	0,0	5,0	15,2	28,9	5,9
	N <sub>le</sub>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,4	1,1	4,2	9,9	21,1	5,0
				2014	1.990	0,0	1,0	3,4	8,8	22,0	4,4
	N <sub>de</sub>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	0,1	1,0	3,2	9,1	53,9	4,5
				2014	1.990	0,0	0,2	1,1	6,8	51,7	2,6
	N <sub>i</sub>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2013	1.990	-2,3	0,0	2,0	6,7	14,4	2,7
				2014	1.990	0,1	0,9	4,1	11,0	25,9	5,3
N <sub>i(t)</sub>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2014	1.990	0,5	0,5	2,6	3,4	6,0	2,2	
N <sub>i(plant)</sub>	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2014	1.990	-1,4	0,0	2,1	7,6	23,0	3,1	
CL <sub>site(typ)</sub>	CL	kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04a	2013	1.990	3,6	9,5	16,6	28,3	76,9	18,1
sonstige	PS	l m <sup>-2</sup> a <sup>-1</sup>	Blatt 5-04b	2014	1.990	15	96	189	407	783	219
	V	%	Blatt 5-04b	2014	1.990	2	11	23	28	55	21
	N <sub>i(plant)</sub> /CL	%	Blatt 5-04b	2014	1.990	-15	0	13	45	88	19

In Tabelle 4.1-1 liegt dazu nun eine besser differenzierte erste Expertenschätzung für N<sub>crit(plant)</sub> vor, die in Verbindung mit N<sub>crit(nut)</sub> (Blatt 5-04b oder Blatt 2-03) für die Setzung von N<sub>crit</sub> genutzt werden kann. Bis Ende 2015 sind Neufestlegungen für mindestens 20 Pflanzengesellschaften geplant (vgl. Tabelle 5.1-1). Generell muss vorläufig weiterhin berücksichtigt werden, dass in 65 von 317 Fällen der N<sub>crit(plant)</sub> höher ist, als nach alleiniger Nutzung des Flechte-Preiselbeer-Schemas (vgl. Tabelle 7.1-1).

**Tabelle 0.3-2: Bedeutung der hier erstmals veröffentlichten und diskutierten CLi für die Berechnung von CL<sub>SMB</sub> sowie weitere wichtige Annahmen für die Berechnung der CL**

CLi-Typ	CLi-Name	N <sub>ue</sub>	N <sub>le</sub>	N <sub>de</sub>	N <sub>i(t)</sub>	N <sub>i(plant)</sub>
CLi <sub>plant</sub>	N <sub>crit(plant)</sub>	-	X	X	-	X
	CN <sub>crit(plant)</sub>	-	-	-	-	X
	BS <sub>crit</sub>	-	(X)	(X)	-	(X)
	BcN <sub>crit</sub>	-	(X)	(X)	-	(X)
CLi <sub>soil</sub>	CN <sub>min(soil)</sub>	-	-	-	-	X
	CN <sub>max(soil)</sub>	-	-	-	-	X
	BC <sub>soil(w)</sub>	-	(X)	(X)	-	(X)
	pH <sub>crit</sub>	-	(X)	(X)	-	(X)
CLi <sub>site</sub>	N <sub>crit(nut)</sub>	-	(X)	(X)	-	(X)
Sonstige Annahmen	PS	-	X	X	-	X

Erläuterung: X: in allen CL<sub>site(typ)</sub>; (X): in 18% der CL<sub>site(typ)</sub>

Die in Kapitel 4 zusammengestellte hier erstmals veröffentlichte Experteneinschätzung zu CN<sub>crit(plant)</sub> und BS<sub>crit</sub> basiert auf einer Vielzahl von Literaturhinweisen und Nebenrechnungen (Kapitel 3.2.2), die für die 317 vegetationsbezogenen CLi (CLi<sub>plant</sub>) im Prinzip beschrieben, allerdings nicht einzeln dokumentiert sind. Die teilweise recht großen Unschärfen bei der Interpretation von Bodenparametern - insbesondere Rückschluss von CN und BS aus der Bodenform über die BÜK 1.000 - ist für eine vorläufige Anwendung akzeptabel, weil dies nur in wenigen Fällen wichtig für das Endergebnis sein dürfte. Eine zweite Experteneinschätzung der CLi<sub>plant</sub> ergab, dass 75% der Werte als durchweg plausibel betrachtet werden können (Kapitel 4.1.2).

Die Ableitung der bodenbezogenen CLi (CLi<sub>soil</sub>) ist vergleichsweise einfach und voraussichtlich auf die bodenkundlichen Daten der Länder mit wenig Aufwand übertragbar.

Für die Qualitätssicherung der Datenmappe und der Eingangsdaten für die SMB-Methodik könnten bereits berechnete CL<sub>site(typ)</sub> in Anlehnung an BMVBS (2013) ein wichtiges Instrument werden. Im vorliegenden Bericht wurden zunächst die neu zu veröffentlichenden CLi untersucht. Für die weitere Qualitätssicherung der CL<sub>site(typ)</sub> nach BMVBS (2013) müssen - neben N<sub>crit</sub> - zukünftig insbesondere die Validität der Parameter Entzug (N<sub>ue</sub>), Versickerungsrate (PS) und Denitrifikation (N<sub>de</sub>; Formel) bewertet werden.

Die Vegetations/Boden/Klima-Kombinationen der CL<sub>site(typ)</sub> stammen laut Kapitel 7.2.1 aus dem BfN-Handbuch zur Umsetzung der FFH-RL (SSYMANK et al. 1998). Im BfN-Handbuch finden sich textliche Erläuterungen der Standortansprüche aber naturgemäß keine quantitativen Hilfsparameter für die CL-Ermittlung wie Entzug, N<sub>crit</sub> und Versickerung. Der konkrete Bezug von den textlichen Beschreibungen im BfN-Handbuch über die BÜK 1.000 und die pflanzensoziologische Fachliteratur zu den datenmäßigen Annahmen der CL<sub>site(typ)</sub> ist als Experteneinschätzung zu verstehen. Da-

her kann die Herleitung einzelner  $CN_{crit(plant)}$  oder  $BS_{crit}$  nicht bis auf die Ursprungsdaten nachvollzogen werden.

Die vorliegenden Informationen zur Validität von Vegetations- und Bodendaten aus der pflanzensoziologischen Literatur (Tabelle 7.2-1) beziehen sich aber nur auf ausgewählte Hintergrunddaten der Critical Load Berechnung<sup>3</sup>.

#### 0.4 Empfehlungen und Ausblick

Das BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS empfiehlt bis zum Vorliegen entsprechender neuer Erkenntnisse die derzeit verfügbaren Critical Limits (Stand 2014) als Maßstab für die Berechnung der CL nach der SMB-Methode anzuwenden. Folgende Hinweise sollten dabei berücksichtigt werden:

- (1) Die SMB-Methode soll weiterentwickelt, konkretisiert und ergänzt werden, um in allen Vollzugsfällen bundesweit sachgerecht anwendbar zu sein. Die Ergebnisse sollen in das ICP Modelling & Mapping der Genfer Luftreinhaltekonvention eingespeist werden.
- (2) Das FGCL strebt eine Überarbeitung und Veröffentlichung ausgewählter Critical Limits (CLi) möglichst bis Ende 2015 an. Die relative Abstufung der CLi wird in dieser Überarbeitung auf Analogieschlüssen, weiteren Experteneinschätzungen und anschließend testweisen Anwendung für verschiedene Standorttypen mit der CL-Datenmappe beruhen.
- (3) Das FGCL strebt aufbauend auf den international verwendeten Annahmen für die Bewertung der N-Konzentration in der Bodenlösung ("Flechte-Preiselbeer-Schema") eine Neufassung für die in Deutschland vorkommenden Vegetationseinheiten bis zum Jahr 2020 an. Es sollen möglichst alle CLi berücksichtigt werden. Das Land Baden-Württemberg hat sich bereit erklärt, die benötigten Finanzmittel im Konsens mit den Bundesländern, dem Bund und betroffenen Gremien zu beantragen.

Folgende sonstige Entwicklungen sind von Interesse:

- (4) Die CL-Datenmappe sollte durch eine internetfähige Datenbank der Länder mit Unterstützung des Bundes ersetzt werden.
- (5) Das Rechenverfahren sollte wo möglich vereinfacht werden durch Klassifizierung von derzeit sehr fein aufgelösten Daten und neue Hilfstabellen für Parameter, die nur einen geringen Einfluss auf das Endergebnis haben oder nur für Spezialfälle von Interesse sind.
- (6) Die Qualitätssicherung der CL sollte sich künftig primär auf die Validität der  $CL_{SMB}$  und der besonders sensitiven Parameter beziehen. Die statistischen Kenndaten aus Tabelle 0.3-1 sollten für diese Zwecke nach LRT, Böden und/oder Regionen verfeinert werden. Damit würden typische Wertespanssen für die Qualitätssicherung der  $CL_{SMB}$  entstehen. Diese Spannsen sollten mit

---

<sup>3</sup> Tabelle 7.2-1 beschreibt nicht die Validität der  $CL_{site(typ)}$  oder der CLi, sondern die Validität von Hintergrunddaten für die Berechnung von  $C/N_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  welche in der Regel keinen wesentlichen Einfluss auf die Validität der  $CL_{site(typ)}$  haben. Für das Blatt 5-04a wurde daher auf die Übernahme der Spalte „Validität“ aus dem Anhang I-4 in BMVBS (2013) verzichtet.

empirischen Daten der Länder berechnet werden und einschließlich der Datengrundlagen im Internet abrufbar sein. Damit ist anzustreben, dass die CLi einzeln über eine Datenbank begründet werden und die Experteneinschätzung in der Folge mittelfristig durch Messdaten ersetzt wird (vgl. Kapitel 5.2).

## **1 Einleitung**

### **1.1 Stickstoffrelevante Planungen und Zulassungen**

Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme müssen bei der Planung und Zulassung von Straßen, Kraftwerken, Tierhaltungsbetrieben und sonstigen Anlagen bewertet werden.

Auf internationaler Ebene wurden dazu kritische Eintragsraten (Belastungsgrenzen) für Ökosysteme (Critical Loads) als Wertespannen in der Klassenbreite von mehreren  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  festgelegt (UNECE 2010). Die Angaben basieren auf einer Vielzahl von Feldbeobachtungen (BOBBINK & HETTELINGH 2011). Um die Critical Loads für Zwecke der Planung und Zulassung im Umfeld stickstoffempfindlicher Ökosysteme standortspezifisch genau zu ermitteln, müssen neben Vegetationsdaten auch Klima-, Boden-, Wasserhaushalts- und (Pflege- bzw. Ernte-) Entzugsdaten möglichst gut berücksichtigt werden.

Als Fachkonvention für die Ermittlung der Critical Loads im Rahmen von Straßenplanungen wurde im Auftrag des BMVBS und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) eine Methodik verfeinert, die international bewährt und relativ einfach anzuwenden ist (SMB = Simple-Mass-Balance Methode nach ICP M&M 2010). Der standortspezifische Critical Load wird nach der SMB-Methode über die Summe standortspezifisch möglichst naturnaher Verhältnisse für den Entzug mit der naturschutzverträglichen Nutzung, die Auswaschung mit dem Sickerwasser, die Ausgasung in die Atmosphäre (Denitrifikation) und die Festlegung im Humus (Immobilisierung) berechnet.

Während der Rahmen der Critical Loads für zahlreiche Standorttypen in Deutschland entwickelt ist (BMVBS 2013), soll nun auf dieser Fachgrundlage ein Werkzeug (Datenmappe) entwickelt werden, mit welchem der Critical Load standortspezifisch mit den in den Ländern vorliegenden Daten auf unter  $1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  genau berechnet werden kann (abhängig von der Qualität der Eingangsdaten). Die Datenmappe, die neben den Formeln und Tabellen nach BMVBS (2013) auch die Critical Limits (Parameterspanne für Standortfaktoren für einen günstigen Erhaltungszustand eines Lebensraumes) enthält, wird für behördliche und gutachterliche Zwecke zur Verfügung gestellt.

### **1.2 Anmerkung zu den Zielmaßstäben für verschiedene Fragestellungen**

Für die nationale Berichterstattung werden seit über 20 Jahren Critical Limits (CLi) für naturnahe /halbnatürliche Pflanzengesellschaften in Deutschland verwendet (ICP M&M 2010). In UBA (2004) wurde erstmals eine Methode beschrieben die auch Informationen über ökologische Nischen von Pflanzengesellschaften berücksichtigt. Für die Herleitung der Critical Limits/Loads musste eine Methodik entwickelt werden, die auf bundesweit flächendeckend verfügbaren Informationen basiert. Für Deutschland ist dies unter anderem die BÜK 1000 (Maßstab 1:1 Mio; 1 cm entspricht 1 km). Die Fläche Deutschlands ( $357.000 \text{ km}^2$ ) ist in der BÜK 1000 durch 72 Bodeneinheiten und 186 Leitprofile abgedeckt. Eine Bodenform steht rechnerisch für  $5.400 \text{ km}^2$ .

Das Verbreitungsmuster von stickstoffempfindlichen Pflanzengesellschaften variiert z.B. in der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft im Maßstab von wenigen ha bis  $100 \text{ m}^2$  (z.B. Standor-

te mit Bodenflechten). Nach Abwägung von Flächenverlusten kann es bei Genehmigungen schlussendlich um „Quadratmeter“ gehen. Für die Areale der Leitprofile liegt der Zielmaßstab im Bereich 1:5.000 bis 1:1.000 (1 cm entspricht 50 bis 10 m). Das bedeutet jedoch keinesfalls, dass FFH-Gebiete flächendeckend vegetations- und bodenkundlich kartiert werden müssen. Denn anhand von gut ausgewählten Boden-Leitprofilen und korrespondierenden Vegetationsansprachen können mit vertretbarem Aufwand Critical Loads ermittelt werden.

BMVBS (2013) hat erstmals die in UBA (2004) entwickelte Methodik für die Beurteilung von Beeinträchtigungen durch Stickstoffeinträge in der FFH-Verträglichkeitsprüfung vorgeschlagen.

### **1.3 Ziel dieser Untersuchung**

Mit dieser Arbeit sollten folgende Fragen angegangen werden:

- (1) Welche Critical Limits und sonstigen Annahmen sind in der Berechnung der 1.990 standorttypischen Critical Loads nach BMVBS (2013) verwendet worden und müssen bei der künftigen Prüfung, inwieweit Vorhaben den öffentlich-rechtlichen Anforderungen genügen, beachtet werden?
- (2) Sind die Datengrundlagen und die Herleitung der Critical Limits nachvollziehbar? Sind die Werte plausibel? Gibt es bessere Daten? Ist die im internationalen Rahmen entwickelte Methodik auf den Maßstab von FFH- Verträglichkeitsprüfungen übertragbar?
- (3) Wie lässt sich die Fachkonvention für die Ermittlung der Critical Loads standardisieren? Wie lässt sich die Rechtssicherheit stickstoffrelevanter Zulassungen und Genehmigungen optimieren?

Für den vorliegenden Bericht ergeben sich folgende Einschränkungen: Schwerpunkt dieser Untersuchung sind die bislang nicht publizierten Annahmen. Ebenfalls wichtige Annahmen, wie zum Beispiel zum Entzug, der Denitrifikation oder dem Wasserhaushalt, werden hier im Hauptteil nicht betrachtet und bewertet. Diese bereits veröffentlichten Annahmen sollen in einem nächsten Schritt aktualisiert werden. Eingeschränkt ist diese Untersuchung weiterhin auf die Ermittlung des eutrophierenden Stickstoffs<sup>4</sup>, da der eutrophierende Stickstoff in 98% der 1990 untersuchten Standorttypen den Ausschlag für den minimalen CL ergab (vgl. Blatt 5-04a). Eingeschränkt ist die vorliegende Untersuchung weiterhin auf die FFH-relevanten Pflanzengesellschaften, sonstige geschützte Biotope werden zunächst nicht betrachtet. Eingeschränkt ist diese Untersuchung weiterhin auf die Wirkung auf die terrestrische Vegetation.

---

<sup>4</sup> Die für versauernden Stickstoff relevanten CLi werden hier im Vorgriff auf die Weiterentwicklung der Methodik dargestellt.

## 2 Hintergrund - Erläuterung der SMB-Methode

### 2.1 Erläuterung der Rechenschritte

Der CL setzt sich nach der SMB-Methode zusammen aus der Summe von Ernteentzug, Auswaschung, Denitrifikation und Immobilisierung (Tabelle 2.1-1).

**Tabelle 2.1-1: Übersicht der für die CL-Berechnung genutzten Terme**

Term	Erläuterung der Berechnung	Bedeutung in diesem Bericht
Entzug ( $N_{ue}$ )	Für die Bestimmung der Critical Loads für FFH-Lebensraumtypen wurde nach BMVBS (2013) die minimale, den Bestand erhaltende Nutzungs- oder Pflegeintensität als Maßstab angesetzt. Der N-Entzug wird berechnet über die (gerade noch naturschutzverträgliche) Ernteexporte und die N-Konzentration im Erntegut.	Dieser Term wird hier nicht vertieft, da in BMVBS 2013 ausschließlich Literaturdaten verwendet wurden.
Auswaschung ( $N_a$ )	Die Berechnung des tolerierbaren Stickstoffaustrags erfolgt durch Multiplikation der Sickerwasserrate mit einer gesetzten Grenzkonzentration von Stickstoff im Sickerwasser. Die für eine naturnahe Vegetationsgesellschaft gerade noch tolerierbare N-Konzentration in der Bodenlösung ( $N_{crit}$ ) wird aus dem Minimum von $N_{crit(plant)}$ und $N_{crit(nut)}$ berechnet.	$N_{crit}$ geht in alle drei folgenden $CL_{SMB}$ - Terme ein. Der Schutz des Grundwassers wird hier nicht betrachtet.
Denitrifikation ( $N_{de}$ )	Ein Teil des N-Gehaltes im Bodenwasser wird denitrifiziert und als $N_2$ wieder ausgegast. Die Denitrifikationsrate errechnet sich demzufolge als Anteil (=Denitrifikationsfaktor) des für die Denitrifikation als verfügbar angenommenen Stickstoffs in der Bodenlösung.	Dieser Term wird hier nicht vertieft, da hierzu in BMVBS 2013 ausschließlich Literaturdaten verwendet wurden.
Immobilisierung ( $N_i$ )	Die Festlegung von Stickstoff in kaum lösliche Bestandteile des Humus in Böden ist insbesondere in kalten, feuchten und sauren Standorten durch anwachsende Humusaufgaben zu beobachten. Ein Teil der Immobilisierungsrate wird von dem Temperatur- und Lufthaushalt des Bodens bestimmt. Ein weiterer Anteil der Immobilisierungsrate resultiert aus dem Einfluss der Vegetation selbst. In die Berechnung geht die bodenspezifische typische Spanne des C/N-Verhältnisses sowie das vegetationspezifische kritische C/N-Verhältnis als $CL_i$ ein (siehe unten). Weitere Formelbestandteile sind die Temperatur und die Summe aus Auswaschung und Denitrifikation.	Während $N_{i(t)}$ über die Temperatur einfach berechnet wird, ist $CN_{crit(plant)}$ recht aufwändig abzuschätzen.

### 2.2 Kritische N-Konzentration in der durchwurzelten Zone ( $N_{crit}$ )

Der für die CL-Ermittlung wesentliche Parameter ist die die kritische N-Konzentration in der Bodenlösung, ab der die an einem Standort vorhandene Pflanzengesellschaft durch Verdrängung durch N-tolerantere Arten oder durch Nährstoffungleichgewichte bedroht ist. Die folgenden zwei Parameter werden unterschieden (siehe auch Tabelle 2.2-1):

$N_{crit(plant)}$  (mg/l)                      Kritische N-Konzentration für die empfindlichste Pflanze (z.B. Bodenflechte) oder für mögliche Vegetationsveränderungen

$N_{crit(nut)}$  (mg/l)                      Kritische N-Konzentration für das Nährstoffgleichgewicht (Berechnung).

**Tabelle 2.2-1: Übersicht der für die Ermittlung von  $N_{crit(nut)}$  erforderlichen Parameter**

Parameter Abk.	Erläuterung
$BC_{dep(n)}$	seesalzbürtige Depositionsrates von basischen Kationen (Ca+Mg+K)
$BC_{soil(w)}$	Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung (Ca+Mg+K)
$BC_{plant(c)}$	Konzentration basischer Kationen in der Vegetation (Ca+Mg+K)
$BC_{plant(ue)}$	Nettoaufnahmerates basischer Kationen durch die Vegetation (Ca+Mg+K)
$BC_{soil(c)}$	Gehalt basischer Kationen im Wurzelraum (Ca+Mg+K)
$BCN_{crit}$	kritisches Verhältnis von basischen Kationen zu Stickstoffionen

### 2.3 Kritisches C/N-Verhältnis im Boden ( $CN_{crit(plant)}$ , $CN_{min(soil)}$ , $CN_{max(soil)}$ )

Das kritische C/N-Verhältnis im Mittel über Humusschicht und oberste 10 cm der Mineralbodenschicht (Konvention), ab dem in einem Gebiet vorhandene Pflanzengesellschaften von Verdrängung durch N-tolerantere bedroht sind<sup>5</sup>.

- $CN_{crit(plant)}$  begrenzt das vegetationspezifische C/N-Verhältnis im Mittel über Humusschicht und oberste 10 cm der Mineralbodenschicht (vgl. Kapitel 7.4);
- $CN_{min(soil)}$  und
- $CN_{max(soil)}$  begrenzen die bodenformtypische Spanne des C/N-Verhältnisses im Mittel über Humusschicht und oberste 10 cm der Mineralbodenschicht, innerhalb derer ein langfristig sich selbst organisierendes Fließ-Gleichgewicht von Mineralisierung und Immobilisierung und somit ein langfristig stabiles ausbalanciertes Nährstoffangebot für die Vegetation und die Bodenorganismen gewährleistet ist.

### 2.4 Kritischer pH-Wert im Boden ( $pH_{crit}$ )

- $pH_{crit}$  ist der niedrigste akzeptable  $pH(H_2O)$ -Wert des Pufferbereichs, dem ein Boden natürlicherweise im unbelasteten Zustand angehört (wird für  $CL_{acid}$  benötigt).

### 2.5 Kritische Basensättigung im Boden ( $BS_{crit}$ )

- $BS_{crit}$  Das kritische Verhältnis der Basenbelegung des Bodenaustauschers, ab dem die an einem Standort vorhandene Pflanzengesellschaft durch toxisches Al bedroht ist.

---

<sup>5</sup> hier vorläufige Begriffbestimmung und Erläuterung – die abschließende Diskussion erfolgt im BUND-LÄNDER-FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Allgemeines

Die Datengrundlagen für die Herleitung der in BMVBS (2013) genutzten CL<sub>i</sub> wurden bei zwei Qualitätsaudits im September 2013 und April 2014 vor Ort eingesehen und in Stichproben überprüft. Die Ergebnisse der Audits sind in diesen Bericht eingeflossen.

Die schrittweise Entwicklung der CL-Datenmappe einschl. Beschaffung der Informationsgrundlagen wurden in der StickstoffBW AG Critical Loads, im FGSV-Arbeitskreis Stickstoff in der FFH-VP, im LAI/LANA AK Stickstoff, im LAI Fachgespräch N-Deposition und bei einem Vorbereitungsgespräch im UBA Dessau und schließlich in Karlsruhe auf dem 1. BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS (FGCL) am 7. Mai 2014 diskutiert.

Die Datensätze sind teilweise differenziert in „Stand 2013“ und „Stand 2014“ (vgl. Tabelle 0.3-1). Der Stand 2013 beschreibt die für BMVBS (2013) ermittelten Eingangsparameter.

Im Zuge der Entwicklung der Datenmappe haben sich anschließend folgende Änderungen ergeben (Stand 2014):

- (1)  $N_{\text{crit}(\text{nut})}$  wurde für Zwecke der vereinfachten Nachberechnung neu ermittelt. Im Ergebnis ist  $N_{\text{e}}$  im Mittel geringfügig gesunken (siehe unten).
- (2) Die rechnerische Aufteilung von  $N_{\text{de}}$  und  $N_{\text{i}}$  wurde neu ermittelt. Im Ergebnis entfällt jetzt ein wesentlich höherer Anteil auf  $N_{\text{i}}$  (siehe unten).
- (3) Zur Methodenharmonisierung wird hier auf die gesonderte Ermittlung und Darstellung des Oberflächenabflusses verzichtet. Die Versickerungsrate ist (im Blatt 5-04b, Stand 2014) als Niederschlag minus Verdunstung minus Oberflächenabfluss angegeben. Im Blatt 03 ist die Formel für die Aufteilung in Verdunstungsrate + Oberflächenabfluss entfallen.
- (4) Zwei  $CL_{\text{site}(\text{typ})}$  (LRT 2110 Primärdünen; ID 1 und 2) und eine Pflanzengesellschaft (*Potentillo-Elymetum arenariae* TX. 1966) wurden gegenüber früheren Fassungen gestrichen, da die CL-Methodik bei Standorten mit sehr häufigen Bodenumlagerungen gesondert betrachtet werden muss.
- (5) Die IDs der  $CL_{\text{site}(\text{typ})}$  wurden für die Veröffentlichung in BMVBS (2013) geändert. Die gültige Fassung der IDs entspricht BMVBS (2013).
- (6) Lediglich vier  $CL_{\text{site}(\text{typ})}$  haben sich um  $\geq 1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  geändert<sup>6</sup>. Die CL-Fassung 2013 ist weiterhin gültig.

---

<sup>6</sup> Bei den ID 208, 422, 425, 922 weicht der CL um 1,0 bzw. 1,3 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> ab.

### 3.2 Datengrundlagen und Stichprobenumfänge

Die Entwicklung der Critical Limits geht methodisch auf ICP M&M (2010) sowie UBA (2004) zurück. In BMVBS (2013), Kap. 8 wird die Herleitung der Critical Loads in Kurzform beschrieben. In Ergänzung findet sich hier eine vertiefte Beschreibung.

Für die vertiefte standortspezifische Ermittlung der Critical Loads werden hier ca. 20.000 Hilfsgrößen veröffentlicht (Tabelle 3.2-1). Neben den vegetations- und bodenspezifischen Critical Limits (CLi) sind zum Zwecke der Qualitätssicherung auch ein standortspezifischer Parameter ( $N_{crit(nut)}$ ), Sickerwasserraten (PS), Versickerungsanteile (V) und die  $CL_{SMB}$ - Summanden ( $N_{ue}$ ,  $N_{le}$ ,  $N_{de}$ ,  $N_i$ ) enthalten, die für die vertiefte Nutzung der Methodik nach BMVBS (2013) hilfreich sind.

**Tabelle 3.2-1: Übersicht über die Anzahl der hier veröffentlichten Parameter**

Parametertyp	Bemessungsgrundlage	Anzahl Werte
Vegetationsspezifische CLi (Blatt 4-03)	317 Pflanzengesellschaften mal 5 Parameter: $N_{crit(plant)}$ , $CN_{crit(plant)}$ , $BcN_{crit}$ , $BcAl_{crit}$ , $BS_{crit}$	1.590
Bodenspezifische CLi (Blatt 4-04)	76 Bodenformen mal 4 Parameter: $CN_{min(soil)}$ , $CN_{max(soil)}$ , $Bc_{soil(w)}$ , $pH_{crit}$	304
Sonstige Hilfsgrößen (Blatt 5-04b)	1990 standorttypische Klima-Vegetations-Bodenkombinationen mal 3 Parameter [standortspezifischer Parameter: $N_{crit(nut)}$ , PS, V%	5.970
	1990 mal 4 Zwischenergebnisse: $N_{ue}$ , $N_{le}$ , $N_{de}$ , $N_i$ sowie $N_{i(t)}$ und $N_{i(plant)}$	11.940
		19.804

#### 3.2.1 Datengrundlage $N_{crit(plant)}$

Die Herleitung des vegetationsspezifischen  $N_{crit}$  ist in Kapitel 7.1 beschrieben.  $N_{crit(plant)}$  orientiert sich sowohl am „Flechte-Preiselbeere-Schema“ (Tabelle 3.2-2) als auch an der Untergrenze der empirischen CL.

Für die mathematische, iterative Anpassung von  $N_{crit}$  an die  $CL_{emp}$  wurden alle sonstigen Annahmen der 1.990  $CL_{site(typ)}$  übernommen. Die Anpassung der  $N_{crit(plant)}$  an die  $CL_{emp}$  kann mit der Datenmappe anhand der folgenden Arbeitsschritte nachvollzogen werden:

- Schritt 1: Zunächst werden im Blatt 5-04a alle  $CL_{site(typ)}$ -Kombinationen einer anzupassenden Pflanzengesellschaft herausgesucht und in das Blatt 03 übernommen.
- Schritt 2: Danach werden alle Annahmen der betreffenden  $CL_{site(typ)}$ -Kombinationen im Blatt 03 erfasst.
- Schritt 3: Über Bobbink & Hettelingh (2011; Appendix 1) (oder Blatt 5-04a) werden die korrespondierenden  $CL_{emp}$  als Referenz ermittelt und im Blatt 03 eingetragen.
- Schritt 4: Nun wird für alle  $CL_{site(typ)}$ -Kombinationen der  $N_{crit(plant)}$  der anzupassenden Pflanzengesellschaft so lange nach unten bzw. oben verändert, bis eine als angemessen erscheinende Anzahl von Über-/Unterschreitungen (Expertenschätzung) erreicht ist.

Geeignete historische Boden-Pflanzen-Paare mit Angabe von  $N_{crit}$  lagen in der Literatur nicht vor und sind daher für die Ableitung von  $N_{crit(plant)}$  nicht verwendet worden.

**Tabelle 3.2-2: „Flechte-Preiselbeer-Schema“ - Kritische N-Konzentrationen in der Bodenlösung ( $N_{crit}$ ) zur Berechnung von CL (ICP MODELLING & MAPPING 2010, Tab. 5.7);**

Belastung	$N_{crit}$ [mg N/l]
<i>Vegetationsänderung (Daten erhoben in Schweden):</i>	
Flechten zu Preiselbeere	0,2-0,4
Preiselbeere zu Blaubeere	0,4-0,6
Blaubeere zu Gras	1-2
Gras zu krautigen Pflanzen	3-5
<i>Vegetationsänderung (Daten erhoben in den Niederlanden):</i>	
Nadelwald	2,5-4
Laubwald	3,5-6,5
Grünland	3
Heidelandschaften	3-6
<i>Andere Belastungen auf Wälder:</i>	
Nährstoffungleichgewichte	(0,2-0,4)
Erhöhte Stickstoffauswaschung/N-Sättigung	1
Feinwurzelbiomasse/Durchwurzelungstiefe	1-3
Frostempfindlichkeit und Pilzkrankheiten	3-5

### 3.2.2 Datengrundlage vegetationsspezifische CN und BS

Die Herleitung der vegetationsspezifischen CN und BS ist in den Kapiteln 7.2 ff beschrieben. Seit UBA (2004) wurde der Umfang der Literaturstellen zur Ermittlung der CLi von 5 auf 32 erhöht (Tabelle 3.2-3). Die Anzahl der verwendeten Boden-Pflanzenpaare liegt bei 24 bis 39 Datensätzen (Tabelle 3.2-4). Einer (synthetischen) Pflanzengesellschaft wurde bis zu 18-fach Bodenmerkmale<sup>7</sup> zugeordnet (hier Oberdorfer 1993). In Tabelle 3.2-5 sind konkrete Zuordnungen beispielhaft dargestellt.

---

<sup>7</sup> Eine Pflanzenart ist i.d.R. mehreren Pflanzengesellschaften zugeordnet. Eine Pflanzengesellschaft ist mehreren Bodenformen zugeordnet. Somit kann eine Pflanzenart theoretisch x Pflanzengesellschaften multipliziert mit y Bodenformen zugeordnet werden. Praktisch gibt es i.d.R. große Überschneidungen bei den Bodenformen mit verschiedenen Pflanzengesellschaften. Daraus ergibt sich der Schwerpunkt des Vorkommens einer Art in Bezug auf meist wenige Bodenformen. Um diesen Schwerpunkt ausreichend bei der Ermittlung des 40er Perzentils (=CLi) zu wichten, muss eine Mehrfachzuordnung der gleichen Bodenform zu einer Art (bei unterschiedlichen Pflanzengesellschaften) durchgeführt werden.

**Tabelle 3.2-3: Datengrundlagen für die Ermittlung der CLi CN und BS**

Stand	CLi nach UBA (2004)	CLi nach BMVBS (2013)
Anzahl CLi (Pflanzenart; vegetationspezifische CN und BS)	720	910
Anzahl CLi (Pflanzengesellschaft; vegetationspezifische CN und BS)	168	317
Anzahl CLi (Boden)	71	76
Literaturstellen von Stetigkeitstabellen	5	32
Anzahl Stetigkeitstabellen	168	425
Anzahl der Vegetationsaufnahmen, die den Stetigkeitstabellen zu Grunde liegen <sup>8</sup>	5.218	20.467
Aufnahmeräume (mit/ohne Mehrfachzählung)	239	2.487
Klima-Vegetations-Boden-Kombinationen	670	1.990

**Tabelle 3.2-4: Beispielhafte Literaturquelle von Boden-Pflanzen-Paaren für drei ausgewählte Pflanzenarten (Zusammenfassung aus Tabelle 7.4-1)**

Artname	Literatur (Vegetation)	Anz. Gesellschaften	Anz. Boden-Pflanzen-Paare
Alopecurus pratensis (Wiesen-Fuchsschwanz)	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 333, S. 334	2	3
	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	1	18
	Passarge (1964) Tab. 55h, 64a-f, 64g-h, 65a,b, 65d, 66b	6	17
		9	39
Phleum phleoides (Steppen-Lieschgras)	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/10a, 94/1c/2	2	7
	Passarge (1964) Tab. 84a-c, 85a-h, 86a-e (Oberdorfer)	4	12 (8)
	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	5	5
		11	24
Rumex acetosella (Kleiner Sauerampfer)	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/1, 103/12a, 121/12c, 77/4	6	8
	Passarge (1964) Tab. 82g, 82c-e, 82f, 78e,f	4	6
	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 30b, 37f, 37c	3	7
	Schubert (1960) Tab. 21/IV	1	2
	Wolfram (1996) Tab. 13/1-55	1	2
		15	25

<sup>8</sup> Die Anzahl der historischen Vegetationsaufnahmen ist für die Qualitätsbetrachtung der CLi lediglich hinsichtlich der Zuordnung Pflanzenart vs. Gesellschaft bedeutsam hat aber kaum Einfluss auf die Richtigkeit der bodenchemischen Parameter.

**Tabelle 3.2-5: Beispielhafte Zuordnung von Standortparametern zu den Orig.-Bodenbeschreibungen von drei Stetigkeitsfundstellen (Anmerkung: die Zuordnung dient hier nur der Veranschaulichung, welche Daten mit einer BÜK-ID verknüpft sind).**

Original-Bodenbeschreibung	Zuordnung BÜK1000-Legendeneinheit	CN <sub>min(soil)</sub> - CN <sub>max(soil)</sub> aus Tabelle 4.2-1	pH <sub>crit</sub> aus Tabelle 4.2-1	BS <sub>min/max</sub> aus Tabelle 7.3-2 u. Abbildung 7.3-2	Humusform aus Tabelle 7.3-2 u. Abbildung 7.3-2	CN <sub>min/max</sub> aus Tabelle 7.3-1
„Regosol auf Dünen-sand“ [Wolfram (1996) Tab. 13/1-55, S. 144]	1 - Podsol-Regosol aus Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15 - 35	3,2	7 - 20	Rohhumus	26 - 36
	34 - Regosol aus Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15 - 35	3,2	4 - 9	Magerrohhumus	35 - 40
„Kalksand, Tertiär-kalk, lößüberwehte Melaphyr-, Porphy-, Oberrotliegend-Gesteine“ [Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 94/1c/2]	35 - Kalk-Pararendzina aus Löss und Lössderivate/ Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10 - 25	5,0	40 - 100	Kalkmull	8 - 11
	49 - Kalk-Rendzina aus Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10 - 25	5,0	60 – 100	mullartiger Moder	14 - 21
	50 - Braunerde-Terra fusca aus Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10 - 25	5,0	60 – 100	Kalkmull	8 - 11
Grundwasserferne Sandböden mittleren Silikatgehaltes, Nährkraftstufe: Z (ziemlich arm) [Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 30b]	32 - Braunerde aus Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15 - 35	3,8	21 - 65	rohhumusartiger Moder	22 - 36

### 3.2.3 Datengrundlagen bodenspezifische CLi

Die bodenspezifischen CLi sind nach der BÜK 1.000 strukturiert (Kapitel 9.1), da diese Karten-grundlage für nationale Berichterstattungen und auch für die Bildung von Boden-Pflanzenpaaren aus der pflanzensoziologischen Literatur verwendet wurde. Methodisch bedeutsam waren dabei die von KLAP et al. (1997), SUCCOW & JOOSTEN (2001) sowie ULRICH (1981 und 1987) eingeführten Klassifikationssysteme. Diese drei Klassifikationssysteme lassen sich auch auf größere Maßstäbe übertragen.

### 3.3 Plausibilisierung der vegetationspezifischen Limits

Von 40 Pflanzengesellschaften, die 17 FFH-Lebensraumtypen zugeordnet sind (Blatt 4-03), wurden die Critical Limits  $N_{crit(plant)}$ ,  $CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  auf Plausibilität geprüft. Das entspricht 12,6 % der 317 aufgeführten Pflanzengesellschaften. Diese 17 FFH-Lebensraumtypen lassen sich entsprechend der Klassifikation des Anhangs I der FFH-RL sechs Formationen zuordnen: Heiden und

Gebüschformationen (2), naturnahes, halbnatürliches Grasland und Hochstauden (5), Hoch-, Übergangs- und Niedermoore (3), Felsen und Schutthalden (3) und Wälder (4).

Die Überprüfung der Werte basiert auf dem Vergleich der angegebenen Werte mit Angaben aus der vegetationskundlichen Fachliteratur. So lassen sich die BS- und CN-Bedingungen grob einschätzen, unter denen die betrachtete Pflanzengesellschaft vorkommen kann. Ob die in der vegetationskundlichen Fachliteratur genannten und durch Messungen an realen Standorten ermittelten Werte tatsächlich kritischen Schwellen entsprechen, deren Überschreitung eine signifikante Degradierung auslösen kann, lässt sich auf diesem Weg nicht feststellen. Die hier durchgeführte Plausibilitätsprüfung kann keine diesbezügliche Modellierung ersetzen, sondern lediglich einschätzen, ob die benannten Werte die standörtlichen Ansprüche der Pflanzengesellschaften plausibel abbilden. Da zahlreiche Pflanzengesellschaften mehreren Lebensraumtypen entsprechen können, wurde besonders darauf geachtet, dass die herangezogenen Informationen lebensraumtypische Standortverhältnisse charakterisieren.

Anders als die Basensättigung und die CN-Verhältnisse wird die Stickstoffkonzentration in der Bodenlösung in vegetationskundlichen Untersuchungen nicht ermittelt. Experimentergebnisse liegen zwar aus dem Bereich der landwirtschaftlichen Forschung vor, dort geht es aber um die Ermittlung der optimalen Nährstoffdosierung zur Ertragssteigerung. Diese Ergebnisse sind für die hier behandelte Fragestellung (Schutz der Lebensräume) nicht verwendbar. Aus diesen Gründen stehen keine Vergleichswerte zur Verfügung, um die Plausibilität der absoluten Werte für  $N_{crit(plant)}$  zu überprüfen. Im Mittelpunkt stand deshalb der Vergleich der Angaben für die einzelnen LRT. So wurde z.B. geprüft, ob es nachvollziehbar ist, dass ein Waldstorchschnabel-Goldhafer-Rasen (LRT 6520) einen um eine 10er Potenz niedrigeren Wert als eine Berg-Glatthaferwiese (Lebensraumtyp 6510) aufweist. Zur Plausibilisierung wurden hilfsweise auch die Ellenbergschen Zeigerwerte für Stickstoff (N) und Bodenreaktion (R) herangezogen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010).

Für den Lebensraumtyp 7140 „Übergangs- und Schwingrasenmoore“ wurde exemplarisch versucht, die Gründe für etwaige Abweichungen zwischen BMVBS (2013) und den in der Fachliteratur genannten Werten zu ermitteln.

Im Falle von relevanten Abweichungen wurden folgende Informationen aus BMVBS (2013) ausgewertet:

- Kombinationen der Standortparameter, die für die jeweilige Pflanzengesellschaft im angegeben werden (Klima, Boden, Substrat) – Blatt 5-04a.
- Standorteigenschaften der Pflanzengesellschaften, so wie diese im angegebenen pflanzensoziologischen Quellmaterial beschrieben sind (z.B. bei Oberdorfer, Passarge usw.).
- reduzierte Arteninventare aus Charakterarten und hochsteten Begleitern; Blatt 5-06.

Die Auswertung umfasste folgende Schritte:

1. Überprüfung, ob die Standortangaben aus dem pflanzensoziologischen Quellmaterial den Vegetations-/Standortkombinationen aus Blatt 5-04 entsprechen.

2. Vergleich der Kombinationen der Standortparameter mit den lebensraumtypischen Standorteigenschaften, so wie sie bei SSYMANK et al. (1998) und im Interpretation Manual of European Union Habitats 28 (EU-KOMMISSION 2013<sup>9</sup>) beschrieben sind.
3. Vergleich des vollständigen Arteninventars aus dem pflanzensoziologischen Quellmaterial mit dem zu Modellierungszwecken reduzierten Arteninventar (Charakterarten und hochstete Begleiter, vgl. Blatt 5-06). Das reduzierte Arteninventar umfasst Arten, die in allen Ausprägungen der jeweiligen Gesellschaft auftreten. Die Messdaten für eine Sonderausprägung müssen aber nicht zwangsläufig auf andere Ausprägungen derselben Gesellschaft übertragbar sein. Trotz übereinstimmender reduzierter Arteninventare können sich abweichende Bodenmesswerte für einzelne Ausprägungen ergeben (z.B. unterschiedliche Basensättigung). Eine Verallgemeinerung von Messwerten aus einer Einzelausprägung auf die gesamte Bandbreite der Gesellschaftsstandorte ist nur dann unproblematisch, wenn alle in Frage kommenden Ausprägungen vergleichbare Standorte besiedeln und wenn sich die Ausprägungen lediglich durch regional abweichende Arteninventare unterscheiden. Diese Voraussetzung ist eher für das pflanzensoziologische Quellmaterial aus Ostdeutschland erfüllt, weil das u.a. von H. Passarge weiter entwickelte System die Pflanzengesellschaften konsequenter nach standörtlichen Faktoren abgrenzte als in Westdeutschland.
4. In der letzten Tabellenspalte von Anhang I-4 BMVBS (2013) wird auf eine Validitätsüberprüfung anhand von Messdaten aus dem Zeitraum vor 1960 hingewiesen. Diese Daten standen der vorliegenden Untersuchung nicht zur Verfügung. Ob sie repräsentativ für die jeweiligen Parameterkombinationen waren und in welcher Form, sie bei der Ermittlung von Critical Limits eingeflossen sind, wurde hier nicht überprüft.

---

<sup>9</sup> Seit April 2013 gültige Version des Interpretation Manuals. Änderungen gegenüber der 2007er Version ergeben sich aus Ergänzungen, die nach dem Beitritt mehrerer südosteuropäischer Mitgliedstaaten erforderlich wurden.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Vegetationsspezifische Critical Limits

#### 4.1.1 Schätzwerte für die vegetationsspezifischen Critical Limits

In Tabelle 4.1-1 sind die in BMVBS (2013) erstmals im Kontext der FFH-Lebensräume verwendeten Schätzwerte für vegetationsspezifische Critical Limits dargestellt.

**Tabelle 4.1-1: Erste Expertenschätzung der vegetationsbezogenen Critical Limits**

LRT	Pflanzengesellschaft	$N_{crit(plant)}$ $mg\ l^{-1}$	$CN_{crit(plant)}$ [-]	$BcN_{crit}$ [-]	$BcAl_{crit}$ [-]	$BS_{crit}$ [%]
21	Dünen an den Küsten des Atlantiks sowie der Nord- und der Ostsee					
2120	Elymo-Ammophiletum arenariae (= Ammophiletum typicum) BR.-BL. et DE LEEUW 1936	3,0	16	0,5	0,8	19
2120	Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae	3,0	22	0,5	0,8	19
2130	Agrostis tenuis-Gesellschaft	3,0	19	0,5	0,8	19
2130	Airetum praecocis (SCHWICK. 1944) KRAUSCH 1968	3,0	16	0,5	0,8	4,3
2130	Festuco-Galietum veri BR.-BL. et DE LEEUW 1936 = Agrostio-Poetum humilis TX. et PRSG. 1951	2,5	19	0,5	0,8	19
2130	Polygalo-Nardetum (PRSG. 1953) OBERD. 1957	1,0	15	0,5	0,8	9,1
2130	Violo caninae-Corynephorretum canescentis WESTH. in WESTH. et al. 1946	1,5	23	0,5	0,8	20
2140	Hieracio-Empetretum LIBBERT 1940 = Salici repentis-Empetretum FUKAREK 1961	1,5	22	0,5	0,8	19
2140	Polypodio-Empetretum WESTH. in DEN HARTOG 1951	1,5	24	0,5	0,8	19
2150	Genisto anglicae-Callunetum vulgare SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	1,5	23	0,7	0,8	19
2160	Salici arenariae-Hippophaetum rhamnoides BR.-BL. et DE LEEUW 1936	3,0	15	0,5	0,8	23
2170	Pyrolo-Salicetum WESTH. in BARENDREGT 1982	1,0	21	0,5	0,8	26
2170	Roso pimpinellifoliae-Salicetum arenariae TX. 1952	3,0	21	0,5	0,8	23
2180	Betulo-Quercetum (GAUME 1924) TX. 1937	1,5	21,5	0,7	0,6	15
2180	Empetro nigri-Pinetum sylvestris LIBB. et SISS. 1939	1,0	22,5	0,7	1,2	9,1
2180	Holco mollis-Quercetum (robori-petraeae) LEMÉE 1937 corr. et em. OBERD. 1992 (= Fago-Quercetum petraea TX. 1955)	2,0	19	0,7	0,6	15
2180	Luzulo pilosae-Fagetum MATUSZKIEWICZ 1973 = Maianthemum-Fagetum PASS. 1959 em. SCHUB. 1995	1,5	21	0,7	0,6	9,1
2180	Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis LIBB. 1933	1,5	22,5	0,5	0,8	9,1
23	Dünen im Binnenland (alt und entkalkt)					
2310	Euphorbio-Callunetum SCHUB. 1960 em. SCHUB. 1995	2,0	20	0,7	0,8	17
2310	Genisto anglicae-Callunetum vulgare SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	1,5	23	0,7	0,8	19
2310	Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv.	1,5	23	0,7	0,8	23
2310	Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938	1,0	23	0,7	0,8	11
2310	Vaccinio myrtilli-Callunetum BÜK. 1942	1,0	22,5	0,7	0,8	4,3
2320	Genisto anglicae-Callunetum vulgare SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	1,5	23	0,7	0,8	19

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAI <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
2330	Agrostietum coarctatae KOBENDZA 1930 (= Agrostietum vinealis KOB. 1930)	4,0	21	0,5	0,8	19
2330	Agrostis tenuis-Gesellschaft	3,0	19	0,5	0,8	19
2330	Airetum praecocis (SCHWICK. 1944) KRAUSCH 1968	3,0	16	0,5	0,8	4,3
2330	Airo caryophylleae-Festucetum ovinae TX. 1955	1,0	26,5	0,5	0,8	17
2330	Armerio-Agrostidetum tenuis HUECK 1931	1,0	12	0,5	0,8	19
2330	Armerio-Festucetum ovinae KNAPP 1942	2,0	24	0,5	0,8	19
2330	Armerio-Festucetum trachyphyllae (LIBB. 1933) R. KNAPP 1948 ex HOHENESTER 1960	1,0	19	1,1	0,8	21
2330	Bromo tectorum-Phleetum arenarii KORNECK 1974	1,5	15	0,5	0,8	26
2330	Diantho deltoides-Armerietum elongatae KRAUSCH 1959	1,0	15	1,1	0,8	19
2330	Festuco-Sperguletum vernalis PASS. 1960	1,0	29	0,5	0,8	17
2330	Filagini-Vulpietum OBERD. 1938	2,0	15	0,5	0,8	15
2330	Narduretum lachenalii KORNECK 1975	1,0	26,5	0,5	0,8	9,1
2330	Sileno conicae-Cerastietum semidecandri KORNECK 1974	2,0	13	0,5	0,8	26
2330	Spergulo-Corynephorum canescentis (TX. 1928) LIBB. 1933	1,5	27	0,5	0,8	4,3
4	Gemäßigte Heide- und Buschvegetation					
4010	Empetro-Ericetum tetralicis (TX. 1937) WESTHOFF et DE SMIDT 1975	1,0	22	0,7	0,8	17
4010	Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995	0,4	30	0,7	0,8	9,1
4010	Sphagno compacti-Trichophoretum germanici (OBERD. 1938) BARTSCH 1940 em. DIERSSEN 1975	1,0	18	0,5	0,8	9,1
4010	Vaccinium uliginosum-Gesellschaft	0,5	24	0,5	0,8	7
4030	Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937	0,5	27	0,7	0,8	20
4030	Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995	0,4	30	0,7	0,8	9,1
4030	Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	1,5	23	0,7	0,8	19
4030	Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv.	1,5	23	0,7	0,8	23
4030	Vaccinio myrtilli-Callunetum BÜK. 1942	1,0	22,5	0,7	0,8	4,3
4060	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	0,2	22,5	0,5	0,8	15
4060	Empetro hermaphroditi-Vaccinietum uliginosi BR.-BL. in BR.-BL. in JENNY 1926	0,6	23,5	0,5	0,8	15
4060	Ericetum carneaе RÜBEL 1911	0,2	22,5	0,5	0,8	30
4060	Junipero-Arctostaphyletum BR.-BL. ex HAFFTER in BR.-BL. et al. 1939	1,0	24	0,5	0,8	23
4060	Rhododendretum ferruginei RÜBEL 1911	0,2	23	0,5	0,8	17
4060	Rhododendretum hirsuti LÜDI 1921	0,5	20	0,5	0,8	30
4070	Erico carneaе-Pinetum prostratae ZÖTTL 1951 <sup>10</sup>	1,0	22	0,7	1,2	24
4070	Pinus mugi-Rhododendretum hirsuti BR.-BL. 1939 = Rhodothamno-Rhododendretum hirsuti AICHINGER 1933 BR.-BL. et SISSINGH in BR.-BL. et al. 1939	0,2	23	0,5	0,8	24
51	Gebüsche des submediterranen und gemäßigten Raumes					
5110	Buxus sempervirens-Gesellschaft	1,5	20	0,5	0,8	30
5110	Geranio-Quercetum pubescentis (Buxus-Fazies) WAGNER 1941	2,0	18	0,7	0,6	30

<sup>10</sup> Für „LRT 4070, Erico carneaе-Pinetum prostratae ZÖTTL 1951“ sind für Blatt 5-04b zwei verschiedene CLI-Fassungen in Gebrauch (Klärung im FGCL bei update 2015 geplant)

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAI <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
5130	Dicrano-Juniperetum communis BARKM. 1968 in WESTH. et DEN HELD 1969	2,0	18	0,7	0,8	15
5130	Genisto anglicae-Callunetum (Juniperus-Fazies) TX. 1937	1,5	20	0,7	0,8	19
5130	Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938	1,0	23	0,7	0,8	11
5130	Juncetum squarrosi NORDH. 1922	0,4	26	0,7	0,8	9,1
5130	Koelerio pyramidatae-Juniperetum communis RAUSCHERT 1969	3,0	18	0,7	0,8	23
5130	Polygalo-Nardetum (PRSG. 1953) OBERD. 1957	1,0	15	0,5	0,8	9,1
5130	Roso-Juniperetum TX. 1964	3,0	19	0,7	0,8	15
5130	Violo caninae-Nardetum strictae (ISSL. 1927) OBERD. 1957	0,5	27	0,7	0,8	17
61	Natürliches Grasland					
6110	Alyso alyssoidis-Sedetum albi OBERD. et MÜLLER in MÜLLER 1961	2,0	19	0,5	0,8	26
6110	Cerastietum pumili OBERD. et MÜLLER in MÜLLER 1961	3,0	19	0,5	0,8	28
6110	Poo badensis-Allietum montani GAUCKLER 1957	1,0	18	0,5	0,8	26
6110	Saxifrago tridactylitis-Poetum compressae (KREH 1945) GEHU et LERIQ 1957	3,0	15	0,5	0,8	28
6110	Sedo-Poetum badensis MAHN 1965	2,0	15	0,5	0,8	28
6110	Sempervivetum soboloferi KORNECK 1957	3,0	16	0,5	0,8	30
6110	Teucro-Festucetum cinerae MAHN 1965	2,0	20	0,5	0,8	28
6120	Bromo tectorum-Phleetum arenarii KORNECK 1974	1,5	15	0,5	0,8	26
6120	Diantho arenarii-Festucetum ovinae TX. 1951	1,0	15	0,5	0,8	19
6120	Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae KLIKA 1931	3,0	10	0,5	0,8	23
6120	Jurineo cyanoidis-Koelerietum glaucae VOLK 1931	3,0	13,5	0,5	0,8	26
6120	Sileno conicae-Cerastietum semidecandri KORNECK 1974	2,0	13	0,5	0,8	26
6120	Thymo-Festucetum ovinae TX. 1937	2,0	16	0,5	0,8	19
62	Naturnahes trockenes Grasland und Verbuschungs-Stadien					
6212	Gentiano vernaе-Brometum erecti KUHN 1937	5,0	10	1,1	0,8	33
6212	Gentiano-Koelerietum pyramidatae KNAPP 1942 ex BORNKANN 1960	4,0	10	1,1	0,8	28
6212	Onobrychido-Brometum erecti TH. MÜLLER 1968 (=Mesobrometum erecti BR.-BL. ap. SCHERRER 1925)	4,0	10	1,1	0,8	40
6212	Polygalo amarae-Seslerietum varia WINTERHOFF 1962	3,0	20	0,5	0,8	30
6212	Seslerio-Mesobrometum KUHN 1937	3,0	14	1,1	0,8	33
6212	Viscario-Avenetum pratensis OBERD. 1949	3,0	17	1,1	0,8	28
6213	Koelerio vallesianaе-Xerobrometum KORNECK 1967	5,0	17	0,5	0,8	30
6213	Pulsatillo-Caricetum humilis GAUCKLER 1938	3,0	20	0,5	0,8	30
6213	Seslerio-Xerobrometum OBERD. 1957 = Bromo-Seslerietum (KUHN 1937) OBERD 1957	3,0	20	0,5	0,8	30
6213	Teucro-Seslerietum VOLK 1937	3,0	20	0,5	0,8	30
6213	Trinio-Caricetum humilis VOLK in BR.-BL. et MOOR 1938	0,5	24	0,5	0,8	30
6213	Xerobrometum erecti BR.-BL. 1915 em. 1931	5,0	16	0,5	0,8	30
6214	Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	4,0	10	0,5	0,8	24
6214	Pulsatillo pratensis-Phleetum phleoidis PASS. 1959	2,0	15	0,5	0,8	23
6214	Sileno otitis-Koelerietum gracilis KORNECK 1974	3,0	15	0,5	0,8	23
6230	Aveno-Genistetum sagittalis OBERD. 1957	0,4	29	0,7	0,8	28
6230	Carex panicea-Nardus stricta-Gesellschaft	1,0	22,5	0,7	0,8	9,1
6230	Festuco-Genistetum sagittalis ISSLER 1927	0,6	23	0,7	0,8	11

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAl <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
6230	Gentiano pneumonanthes-Nardetum (PRSG. 1950) WESTH. 1969 nom. inv.	1,0	23	0,7	0,8	17
6230	Juncetum squarrosi NORDH. 1922	0,4	26	0,7	0,8	9,1
6230	Lycopodio alpini-Nardetum PRSG. 1953 (incl. Pulsatillo-Nardetum TX. 1937)	0,4	22	0,7	0,8	11
6230	Polygalo-Nardetum (PRSG. 1953) OBERD. 1957	1,0	15	0,5	0,8	9,1
6230	Polygono vivipari-Genistetum sagittalis (KUHN 1937) MÜLLER 1978	0,5	28	0,7	0,8	23
6230	Violo caninae-Nardetum strictae (ISSI. 1927) OBERD. 1957	0,5	27	0,7	0,8	17
6240	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	3,0	15	1,1	0,8	28
6240	Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae (KNAPP 1944) KORNECK 1974	5,0	10	1,1	0,8	24
6240	Diantho gratianopolitani-Festucetum pallentis GAUCKLER 1938	3,0	10	1,1	0,8	26
6240	Festuco rupiculae-Brachypodietum pinnati MAHN 1959	5,0	10	1,1	0,8	28
6240	Festuco valesiaca-Stipetum capillatae MAHN 1959	5,0	10	1,1	0,8	35
6240	Genisto pilosae-Stipetum stenophyllae KORNECK 1974	4,0	12	1,1	0,8	29
6240	Potentillo-Stipetum capillatae LIBBERT 1933	3,0	20	1,1	0,8	21
64	Naturnahes feuchtes Grasland mit hohen Gräsern					
6410	Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae OBERD. et PHILIPPI ex. GÖRS 1974	2,0	14	0,6	0,8	23
6410	Diantho-Molinietum coeruleae PASS. 1955	3,0	12	0,6	0,8	28
6410	Galio borealis-Molinietum W. KOCH 1926 em. PHILIPPI 1960	1,0	17	0,6	0,8	28
6410	Gentiano asclepiadae-Molinietum coeruleae OBERD. 1957 em. OBERD. et al. 1967 (= Allio suaveolentis-Molinietum GÖRS (in OBERD. 1979 n.n.) = Selino-Molinietum coeruleae KUHN 1937)	2,0	17	0,6	0,8	26
6410	Junco acutiflori-Molinietum coeruleae PRSG. ap. TX. et PRSG. 1953 (= Cirsio dissecti-Molinietum SISS. et DE VRIES 1942)	1,0	15	0,6	0,8	17
6410	Molinietum coeruleae W. KOCH 1926	3,0	15	0,6	0,8	21
6410	Oenantho lachenalii-Molinietum PHIL. 1960	3,0	12	0,6	0,8	23
6410	Parnassio palustris-Molinietum coeruleae (LIBB. 1928) PASS. 1964	3,0	10	0,6	0,8	28
6410	Trollio-Molinietum Guinochet 1955	2,0	17	0,6	0,8	26
6410	Violo-Molinietum PASS. 1955	1,0	15	0,6	0,8	17
6431	Convolvulo-Archangelicetum litoralis PASSARGE 1964	5,0	12	0,5	0,8	23
6431	Convolvulo-Epilobietum hirsuti HILB., HEINR. et NIEM. 1972	5,0	10	0,5	0,8	28
6431	Convolvulo-Eupatorietum cannabini (OBERD. et al. 1967) GÖRS 1974	5,0	12	0,5	0,8	23
6431	Cuscuta europaeae-Convolvuletum sepium TX. 1947 ex LOHM. 1953	5,0	11	0,5	0,8	23
6431	Filipendulo ulmariae-Geraniatum palustris W. KOCH 1926	5,0	11	0,5	0,8	26
6431	Phalarido arundinaceae-Petasiteum hybridi SCHWICK. 1933	5,0	11	0,5	0,8	21
6431	Senecionetum fluviatilis (ZÄHLH. 1979) TH. MÜLLER 1983	5,0	11	0,5	0,8	28
6431	Soncho palustris-Archangelicetum litoralis TX. 1937 (= Angelico-Sonchetum palustre TX. 1937)	5,0	10	0,5	0,8	23
6431	Thalictrum flavum-Gesellschaft	5,0	11	0,5	0,8	17
6431	Valeriano-Filipenduletum SISSINGH in WESTHOFF et al. 1946 (incl. Filipendula ulmaria-Ges.)	5,0	12	0,5	0,8	26
6431	Veronico longifoliae-Euphorbietum palustris KORNECK 1963	5,0	11	0,5	0,8	24
6431	Veronico longifoliae-Scutellarietum hastifoliae WALTHER 1955	5,0	11	0,5	0,8	21
6432	Athyrietum alpestris SCHMID 1923	2,0	19	0,5	0,8	20
6432	Calamagrostietum villosae SCHMID 1923	1,0	18,5	0,5	0,8	20

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAl <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
6432	Centaureo montanae-Calamagrostietum arundinaceae J. et M. BARTSCH 1940	1,5	14	0,5	0,8	26
6432	Cicerbitetum alpinae BOLLETO 1921	0,4	22	0,5	0,8	26
6440	Cnidio dubii-Violetum pumilae (KORNECK 1962) BAL.-TUL. 1969	3,0	11	0,8	0,8	23
6440	Cnidio venosi-Violetum persicifoliae SEGAL 1966 (= Violo-Cnidietum WALTH. ex PHIL. 1960)	3,0	10	0,8	0,8	17
6440	Cnidio-Deschampsietum caespitosae HUNDT 1958 (incl. Allium angulosum-Ges.)	3,0	11	0,8	0,8	24
6440	Lathyro palustris-Gratioletum BALATOVA-TULACKOVA 1966	3,0	15	0,8	0,8	26
6440	Oenantho lachenalii-Molinietum PHIL. 1960	3,0	12	0,6	0,8	23
6440	Potentillo-Deschampsietum mediae OBERD. 1957	3,0	10	0,8	0,8	28
6440	Ranunculo auricomi-Deschampsietum cespitosae SCAM. 1955	3,0	10	0,8	0,8	23
65	Mesophiles Grünland					
6510	Alchemillo-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) SOUGN. 1963	3,0	15	0,5	0,8	20
6510	Alchemillo-Arrhenatheretum SOUGN. 1963	3,0	15	0,5	0,8	23
6510	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	4,0	10	0,5	0,8	20
6510	Dauco-Arrhenatheretum (Bromus erectus-Subass.) BR.-BL. 1919	4,0	10	0,5	0,8	23
6510	Dauco-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) BR.-BL. 1919	4,0	10	0,5	0,8	20
6510	Dauco-Arrhenatheretum elatioris (typ. Subass.) BR.-BL. 1919	4,0	10	0,5	0,8	18,5
6510	Filipendulo-Alopecuretum pratensis HUNDT em. 1958	1,0	10	0,8	0,8	23
6510	Galio-Alopecuretum pratensi HUNDT 1958	1,0	12	0,8	0,8	23
6510	Pastinaco-Arrhenatheretum elatioris (Alopecurus-Subass.) KNAPP 1954	3,0	12	0,5	0,8	21
6510	Pastinaco-Arrhenatheretum elatioris (typ. Subass.) KNAPP 1954	3,0	12	0,5	0,8	21
6510	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	3,0	12	0,5	0,8	24
6510	Trifolio-Festucetum rubrae OBERD. 1957	0,5	18	0,5	0,8	21
6520	Astrantio-Trisetetum flavescens KNAPP 1952 (= Astrantia major-Trisetetum flavescens-Gesellschaft)	0,2	15	0,5	0,8	26
6520	Crepido-Festucetum commutatae LÜDI 1948	1,0	10	0,5	0,8	26
6520	Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens KNAPP ex OBERD. 1957	0,3	10	0,5	0,8	23
6520	Meo-Festucetum rubrae BARTSCH 1940 = Centaureo-Meetum athamantici nom.cons. TX. 1937	0,3	15	0,5	0,8	20
6520	Trifolio-Festucetum violaceae BR.-BL. 1926	0,3	11	0,5	0,8	26
71	Saure Moore mit Sphagnum					
7110	Erico-Sphagnetum magellanici (OSVALD 1923) MOORE 1968	0,5	26	0,5	0,8	7
7110	Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975	0,5	32	0,5	0,8	4,3
7110	Ledo-Sphagnetum magellanici SUKOPP 1959	0,5	30	0,5	0,8	9,1
7120	Erico-Sphagnetum magellanici (OSVALD 1923) MOORE 1968	0,5	26	0,5	0,8	7
7120	Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975	0,5	32	0,5	0,8	4,3
7120	Ledo-Sphagnetum magellanici SUKOPP 1959	0,5	30	0,5	0,8	9,1
7140	Caricetum diandrae JONAS 1932	0,5	19	0,5	0,8	24
7140	Caricetum elatae (Comaro-Subass.) KOCH 1926	1,0	16	0,5	0,8	13
7140	Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915	0,5	33	0,5	0,8	9,1
7140	Junco-Caricetum fuscae TX. 1952	1,0	28	0,5	0,8	17
7140	Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937	1,0	16	0,5	0,8	9,1

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAl <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
7140	Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964	0,4	25	0,5	0,8	21
7140	Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931	0,4	32	0,5	0,8	10
7150	Rhynchosporium albae OSV. 1923 em. W. KOCH 1926	1,0	16	0,5	0,8	15
81	Geröll und Schutthalden					
8110	Cryptogrammetum crispae JENNY-LIPS 1930	2,0	18	0,5	0,8	15
8110	Oxyrietum digynae (LÜDI 1921) BR.-BL. 1926	1,0	19	0,5	0,8	17
8120	Anthyllido-Leontodontetum hyoseroides ZOLLER 1951	1,0	18	0,5	0,8	50
8120	Athamanto-Trisetetum distichophylli LIPPERT 1966	1,0	18	0,5	0,8	33
8120	Crepidetum terglouensis OBERD. 1950	1,0	18	0,5	0,8	28
8120	Cystopteridetum montanae (HOEPFLINGER 1957) RICHARD 1972	1,0	18	0,5	0,8	28
8120	Leontodontetum montani JENNY-LIPS 1930 (= Saxifraga biflora-Gesellschaft)	1,0	18	0,5	0,8	28
8120	Moehringio-Gymnocarpietum robertiana (JENNY-LIPS 1930) LIPPERT 1966	2,5	18	0,5	0,8	26
8120	Petasitetum paradoxi BEGER 1922	1,0	18	0,5	0,8	26
8120	Polystichetum lonchitis (OBERD. 1957) BEGUIN 1972	1,0	18	0,5	0,8	26
8120	Thlaspietum rotundifolii BR.-BL. 1926	1,0	18	0,5	0,8	28
8120	Trisetetum spicati OBERD. 1959	0,5	21,5	0,5	0,8	28
8120	Valeriano montanae-Dryopteridetum villarii AICHINGER 1933 (= Doronicum grandiflorum-Arabis alpina-Gesellschaft)	1,0	18	0,5	0,8	33
8150	Anarrhinum belledifolium-Gesellschaft	1,0	23	0,5	0,8	26
8150	Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum (BÜKER 1942) OBERD. 1957	1,0	17,5	0,5	0,8	26
8150	Galeopsietum angustifoliae BÜKER 1942	1,0	18	0,5	0,8	28
8160	Epilobio dodonaei-Scrophularietum caninae W. KOCH et BR.-BL. 1948	1,0	18	0,5	0,8	25
8160	Galeopsietum angustifoliae BÜKER 1942	1,0	18	0,5	0,8	28
8160	Vincetoxietum hirsutinarum KAISER 1926	1,0	18	0,5	0,8	26
82	Steinige Felsabhänge mit Felsspaltenvegetation					
8210	Androsacetum helveticae LÜDI ex BR.-BL. 1926	1,0	18,5	0,5	0,8	28
8210	Asplenietum trichomano-rutae-murariae TX. 1937	1,0	18	0,5	0,8	28
8210	Asplenio viridis-Cystopteridetum fragilis (KUHN 1939) OBERD. 1949	1,0	18	0,5	0,8	23
8210	Asplenio-Caricetum brachystachyos RICHARD 1972 nom. inv.	1,0	18	0,5	0,8	30
8210	Cardaminopsietum petraeae THORN 1958	1,0	18	0,5	0,8	23
8210	Caricetum mucronatae (HOLZNER et HÜBL 1977) SMETTAN 1981	1,0	18	0,5	0,8	28
8210	Drabo-Hieracietum humilis OBERDORFER (1970) 1977	1,0	18	0,5	0,8	28
8210	Heliospermo-Cystopteridetum alpinae RICHARD 1972	1,0	18	0,5	0,8	26
8210	Hieracio humilis-Potentilletum caulescentis BR.-BL. in MEIER et BR.-BL. 1934	1,0	18	0,5	0,8	26
8210	Minuartietum rupestris TREPP. 1978	1,0	18	0,5	0,8	28
8220	Asplenietum septentrionali-adianti-nigri OBERD. 1938	1,2	16	0,5	0,8	17
8220	Asplenietum serpentini (KNAPP 1942) GAUCKLER 1954	1,2	16	0,5	0,8	23
8220	Biscutello-Asplenietum septentrionalis KORNECK 1974	1,2	24	0,5	0,8	26
8220	Crocynio-Asplenietum billotii G. SCHULZE et KORNECK 1971	1,2	15	0,5	0,8	15
8220	Saxifraga sponhemica-Gesellschaft	1,0	20	0,5	0,8	21
8220	Sileno rupestris-Asplenietum septentrionalis OBERD. 1957	2,0	17	0,5	0,8	14
8220	Woodsio ilvensis-Asplenietum septentrionalis TX. 1937	2,0	18	0,5	0,8	24

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAI <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
8230	Allio montani-Veronicetum vernaе OBERD. 1957 em. KORNECK 1975	1,0	18,5	0,5	0,8	28
8230	Gageo saxatilis-Veronicetum dillenii (OBERD. 1957) KORNECK 1974	1,0	18	0,5	0,8	28
8230	Sclerantho-Sempervivetum arachnoidei BR.-BL. (1949) 1955	2,0	11	0,5	0,8	23
8230	Sileno rupestris-Sedetum annui OBERD. 1957	1,0	16	0,5	0,8	19
91	Wälder des gemäßigten Europas					
9110	Calamagrostio arundinaceae-Abieto-Fagetum (typ. Subass.) HARTM. et JAHN 1967	0,5	28	0,7	0,6	24
9110	Deschampsio flexuosae-Fagetum (Miliun-Subass.) PASS. 1956	1,5	21,5	0,7	0,6	9,1
9110	Deschampsio flexuosae-Fagetum (typ. Subass.) PASS. 1956	1,5	21,5	0,7	0,6	4,3
9110	Dicrano-Fagetum PASS. et HOFM. 1965	1,5	21	0,7	0,6	4,3
9110	Luzulo albidae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937	2,0	19	0,7	0,6	10
9110	Luzulo pilosae-Fagetum MATUSZKIEWICZ 1973 = Maianthemo-Fagetum PASS. 1959 em. SCHUB. 1995	1,5	21	0,7	0,6	9,1
9110	Luzulo-Abieto-Fagetum (typ. Subass.) HARTM. et JAHN 1967	1,5	21,5	0,9	1,4	9,1
9110	Luzulo-Fagetum (Carex brizoides-Subass.) MEUSEL 1937	1,5	20	0,7	0,6	10
9110	Molinio-Fagetum SCAM. 1959	0,6	24	0,7	0,6	9,1
9110	Vaccinio myrtilli-Fagetum (typ. Subass.) PASS. 1965	1,5	21,5	0,7	0,6	9,1
9120	Illici-Fagetum BR.-BL. 1967	1,0	24	0,7	0,6	15
9130	Aposerido-Fagetum OBERD. ex OBERD et al. 1967	3,0	18	0,9	1,4	23
9130	Asperulo-Abieti-Fagetum (typ. Subass.) TH. MÜLLER 1966	1,5	18	0,9	1,4	23
9130	Cardamino trifoliae-Fagetum OBERD. et MÜLLER 1984	3,0	23	0,9	1,4	15
9130	Dentario bulbiferae-Abieto-Fagetum LOHM. 1962	0,6	20	0,7	0,6	18,5
9130	Dentario enneaphylli-Fagetum OBERD. ex MATUSZKIEWICZ et MATUSZKIEWICZ 1960	1,0	18	0,7	0,6	23
9130	Dentario heptaphyllidi-Fagetum (MOOR 1952) MÜLLER 1966	0,6	20	0,7	0,6	21
9130	Galio odorati-Fagetum (Dryopteris-Subass.) SOUGN. et TILL 1959 em. DIERSCHKE 1989	1,0	15	0,7	0,6	20
9130	Galio odorati-Fagetum (typ. Subass.) SOUGN. et TILL 1959 em. DIERSCHKE 1989	1,0	18	0,7	0,6	20
9130	Hordelymo-Fagetum KUHN 1937 em. JAHN 1972	3,0	15	0,7	0,6	23
9130	Lonicero alpigenae-Abieti-Fagetum OBERDORFER 1957	1,0	21	0,9	1,4	26
9130	Mercuriali-Fagetum (Melico-Subass.) (HARTMANN 1953) HOFMANN 1968	2,0	15	0,7	0,6	28
9140	Aceri pseudoplatani-Fagetum BARTSCH et BARTSCH 1940	1,0	17	0,7	0,6	20
9150	Carici-Fagetum MOOR 1952 em. LOHM 1953	2,0	17,5	0,7	0,6	26
9150	Cephalanthero-Fagetum TX. 1955	3,0	15	0,7	0,6	23
9150	Seslerio variaе-Fagetum KNAPP 1948	1,0	19	0,7	0,6	28
9160	Stellario holosteae-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	1,0	15	0,7	1	17
9170	Bromo-Carpinetum (typ. Subass.) HOFM. 1968	2,0	18	0,7	1	20
9170	Galio sylvatici-Carpinetum betuli OBERD. 1957	1,5	16	0,7	1	23
9170	Melampyro-Carpinetum PASS. 1957 em. 1968	3,0	19	0,7	1	15
9180	Aceri-Carpinetum KLIKA 1941	4,0	13,5	0,5	0,8	26
9180	Arunco-Aceretum MOOR 1952	1,5	17	0,5	0,8	25
9180	Asperulo taurinae-Aceretum ELLENBERG et KLÖTZLI 1972	3,0	20	0,5	0,8	24
9180	Asperulo taurinae-Tilietum TREPP 1947	2,0	16	0,5	0,8	24
9180	Carici pendulae-Aceretum pseudoplatani OBERD. 1957	4,0	15	0,5	0,8	23

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAI <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
9180	Carpino-Ulmetum minoris PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	5,0	14	0,5	0,8	21
9180	Corydalis cavae-Aceretum pseudoplatani MOOR 1938	1,5	16	0,5	0,8	23
9180	Cynancho-Tilietum platyphyllis WINTERHOFF 1963	4,0	17	0,5	0,8	23
9180	Fraxino-Aceretum pseudoplatani TX. 1937	3,0	15	0,5	0,8	23
9180	Lunario-Aceretum pseudoplatani RICHARD ex SCHLÜTER in GRÜ-NEBERG et SCHLÜTER 1957	3,0	15	0,5	0,8	28
9180	Poo nemoralis-Tilietum cordatae FIRBAS et SIGMOND 1928	3,0	21	0,5	0,8	24
9180	Scolopendrio-Fraxinetum SCHWICKERATH 1938	2,0	16	0,5	0,8	30
9180	Sorbo ariae-Aceretum pseudoplatani Moor 1952	1,0	19	0,5	0,8	26
9180	Ulmo glabrae-Aceretum pseudoplatani BERGER 1922	1,0	18	0,5	0,8	28
9190	Agrostio-Quercetum PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	4,0	19	0,7	0,6	9,1
9190	Anemone sylvestris-Quercetum roboris OBERD. 1957	3,0	18	0,7	0,6	30
9190	Betulo-Quercetum (GAUME 24) TX. 1937	1,5	21,5	0,7	0,6	15
9190	Dicrano-Quercetum roboris BARKMAN 1975	1,0	28	0,7	0,6	4,3
9190	Holco mollis-Quercetum (robori-petraeae) LEMÉE 1937 corr. et em. OBERD. 1992 (= Fago-Quercetum petraea TX. 1955)	2,0	19	0,7	0,6	15
9190	Lysimachio-Quercetum roboris PASSARGE 1968	2,0	16	0,7	0,6	9,1
9190	Melampyro-Quercetum roboris (Deschampsia flexuosa-Subass.) (TX. 1930) PASSARGE 1968	1,5	24	0,7	0,6	4,3
9190	Molinio-Quercetum roboris (TX. 1937) SCAMONI et PASSARGE 1959	1,5	22	0,7	0,6	9,1
9190	Peucedano-Quercetum roboris PASS. 1956	3,0	18	0,7	0,6	20
9190	Vaccinio vitis-idaea-Quercetum OBERD. (1957) 1992	1,5	23	0,7	0,6	9,1
91D0	Betuletum carpaticae LOHMEYER et BOHN 1962	1,0	26	0,5	0,8	9,1
91D0	Eriophoro-Betuletum pubescentis HUECK 1925 em. PASARGE 1968	1,0	26	0,5	0,8	9,1
91D0	Eriophoro-Pinetum [HUECK 1925] HOFM. et PASS. 1968)	1,0	26	0,5	0,8	9,1
91D0	Ledo-Pinetum sylvestris (HUECK 1929) TX. 1955	1,0	26	0,5	0,8	9,1
91D0	Pleurozio-Betuletum pubescentis HUECK 1925 em. PASARGE 1968	1,0	25	0,5	0,8	9,1
91D0	Sphagno girgensohnii-Piceetum KUOCH 1954	1,0	27	0,5	0,8	9,1
91D0	Sphagno-Alnetum glutinosae LEMÉE 1937	1,0	24	0,5	0,8	15
91D0	Vaccinio uliginosae-Pinetum rotundatae OBERD. 1934	1,0	25	0,5	0,8	4,3
91D0	Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis LIBB. 1933	1,5	22,5	0,5	0,8	9,1
91D0	Vaccinio uliginosi-Pinetum mugii KÄSTNER et FLÖSSNER 1933	1,0	26	0,5	0,8	9,1
91D0	Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris KLEIST 1929 em. MATUSZ. 1962	1,0	25	0,5	0,8	9,1
91E0	Alnetum incanae LÜDI 1921	1,0	13,5	0,5	0,8	23
91E0	Arunco-Alnetum TX. 1957	1,5	15	0,7	2	21
91E0	Athyrio-Alnetum glutinosae TX. 1953	2,0	19	0,7	2	28
91E0	Carici elongatae-(Betulo-)Alnetum glutinosae BODEUX 1955	0,5	20	0,7	2	15
91E0	Carici remotae-Fraxinetum W. KOCH 1926 ex FAB. 1936	3,0	12	0,7	2	23
91E0	Filipendulo-Alnetum LEMÉE 1937	2,0	14	0,7	2	21
91E0	Irido-Alnetum glutinosae DOING 1962	2,0	18	0,7	2	23
91E0	Pruno-Fraxinetum OBERD. 1953	2,0	11	0,7	2	9,1
91E0	Ribo sylvestris-Fraxinetum LEMÉE 1937 corr. PASSARGE 1958	3,0	13	0,7	2	23
91E0	Salicetum albae ISSLER 1926	4,0	10	0,5	0,8	23
91E0	Salicetum fragilis PASS. 1957	3,0	15	0,5	0,8	20

LRT	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub> mg l <sup>-1</sup>	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BcN <sub>crit</sub> [-]	BcAl <sub>crit</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]
91E0	Salicetum purpureae WENDELB.-ZELINKA 1952	3,0	12	0,5	0,8	15
91E0	Sphagno girgensohnii-Piceetum KUOCH 1954	1,0	27	0,5	0,8	9,1
91E0	Sphagno-Betuletum pubescentis DOING 1962	1,0	26	0,5	0,8	9,1
91E0	Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957	2,0	13	0,7	2	21
91F0	Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	4,0	11	0,5	0,8	21
91F0	Stellario holostea-Carpinetum betuli (Stachys-Subass.) OBERD. 1957	3,0	14	0,5	0,8	21
91G0	Carici pilosae-Carpinetum NEUHÄUSL et NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1964	1,0	18	0,5	0,8	30
91G0	Primulo veris-Carpinetum NEUHÄUSL et NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1964	2,0	16	0,5	0,8	28
91G0	Tilio-Carpinetum TRACZYK 1962	4,0	12	0,5	0,8	21
91T0	Cladonio-Pinetum sylvestris (typ. Subass.) PASS. 1956	1,5	26	0,7	1,2	20
91T0	Dicrano-Cultopinetum HOFMANN 2002	5,0	23	0,7	1,2	4,3
91T0	Festuco-Pinetum sylvestris JURASZEK 1928	3,0	23	0,7	1,2	4,3
91T0	Leucobryo-Pinetum sylvestris (typ. Subass.) MATUSZ. 1962	3,0	26	0,7	1,2	10
91T0	Pleurozio-Pinetum sylvestris KLEIST 1929	1,0	30	0,7	1,2	9,1
91T0	Querco roboris-Pinetum sylvestris MATUSZKIEWICZ 1956	3,0	22,5	0,7	1,2	23
91T0	Vaccinio myrtilli-Cultopinetum HOFMANN 2002	3,0	26	0,7	1,2	9,1
91T0	Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvaticae PASS. 1956	1,0	32	0,7	1,2	4,3
91T0	Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum sylvestris MAYER et HOFFMANN 1969	3,0	26	0,7	1,2	10
91U0	Brachypodio pinnati-Cultopinetum HOFMANN 2002	3,0	16	0,7	1,2	23
91U0	Corynephero-Pinetum sylvestris (JURASZEK 1928) HOFMANN 1964	3,0	25	0,7	1,2	4,3
91U0	Diantho-Pinetum KRAUSCH 1962 = Koelerio glaucae-Pinetum sylvestris (STEFFEN 1931) KRAUSCH 1932 em. SCHUB. 1995	5,0	18	0,7	1,2	23
91U0	Peucedano-Pinetum MATUSZKIEWICZ 1962 = Pyrolo-Pinetum sylvestris (LIBBERT 1933) E. SCHMID 1936	5,0	24	0,7	1,2	23
91U0	Seslerio-Cultopinetum SCHUBERT 1972	3,0	20	0,7	1,2	24
91U0	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	5,0	21	0,7	1,2	24
91U0	Vicio cassubicae-Cultopinetum HOFMANN 2002	5,0	20	0,7	1,2	17
94	Gemäßigte Berg- und Nadelwälder					
9410	Adenostylo glabrae-Abietetum sylvatici MAYER 1969	0,4	22	0,9	1,4	26
9410	Adenostylo glabrae-Piceetum MAYER 1969	0,4	22,5	0,9	1,2	26
9410	Asplenio-Piceetum KOCH 1954	1,5	19	0,9	1,2	26
9410	Bazzanio-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	0,4	32	0,9	1,2	7
9410	Bazzanio-Piceetum (SCHMIDT et GAISBERG 36) BR.-BL. et SISINGH in BR.-BL. et al. 1939	0,5	28	0,9	1,2	7
9410	Calamagrostio villosae-Piceetum (Barbilophozia-Subass.) TX. 1937	0,4	29	0,9	1,2	20
9410	Calamagrostio villosae-Piceetum (typ. Subass.) VOLK 1939	0,4	29	0,9	1,2	26
9410	Dicrano-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	2,0	21	0,9	1,2	4,3
9410	Galio rotundifolii-Abietetum WRABER 1959	1,5	18	0,9	1,4	24
9410	Larici-Piceetum (BR.-BL. et al. 1954) ELLENBERG et KLÖTZLI 1972 = Homogyno alpinae-Piceetum ZUKRIGL 1973	0,5	22	0,9	1,2	10
9410	Luzulo nemorosae-Piceetum (SCHMIDT et GAISBERG 1936) BR.-BL. et SISINGH in BR.-BL. et al. 1939 = Luzulo-Abietetum (typ. Subass.) OBERD. 1957	1,0	26	0,9	1,4	9,1
9410	Pyrolo-Abietetum OBERD. 1957	1,5	18	0,9	1,4	15
9410	Soldanello montanae-Piceetum VOLK in BR.-BL. et al. 1939	0,4	32	0,9	1,2	15

LRT	Pflanzengesellschaft	$N_{crit(plant)}$ mg l <sup>-1</sup>	$CN_{crit(plant)}$ [-]	$BcN_{crit}$ [-]	$BcAl_{crit}$ [-]	$BS_{crit}$ [%]
9410	Vaccinio myrtilli-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	1,0	28	0,9	1,2	4,3
9410	Vaccinio myrtilli-Piceetum TX. 1955	1,0	30	0,9	1,2	4,3
9410	Vaccinio-Abietetum OBERD. 1957 (incl.Molinio-Piceetum [REINH. 1939] GROßER 1964)	0,4	30	0,9	1,4	9,1
9420	Junipero sabiniae-Laricetum (WAGNER 1979) MAYER 1984	0,3	23,5	0,5	0,8	26
9420	Laricetum deciduae BOJKO 1931	0,5	22,5	0,5	0,8	28
9420	Larici-Pinetum cembrae ELLENBERG 1963	1,5	19	0,5	0,8	17
9430 <sup>11</sup>	Calamagrostio variaae-Pinetum OBERD. 1957	2,0	20	0,7	1,2	28
9430	Carici humilis-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	2,0	20	0,7	1,2	28
9430	Coronillo vaginalis-Pinetum sylvestris RICH. 1972	2,0	20	0,7	1,2	28
9430	Cytiso nigricantis-Pinetum sylvestris BR.-BL. 1932	2,0	20	0,7	1,2	29
9430	Dorycnio-Pinetum OBERD. 1957	4,0	21	0,7	1,2	28
9430	Erico carneae-Pinetum prostratae ZÖTTL 1951	1,0	22	0,7	1,2	24
9430	Erico carneae-Pinetum uncinatae BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	3,0	18	0,7	1,2	30
9430	Erico-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	2,0	20	0,7	1,2	28
9430	Vaccinio myrtilli-Pinetum montanae MORTON 1927	0,3	24	0,7	1,2	26

#### 4.1.2 Plausibilisierung

Von den 317 Pflanzengesellschaften aus BMVBS (2013) wurden in Form einer zweiten Expertenmeinung stichprobenartig (und je nach Verfügbarkeit von Sekundärliteratur) die Angaben zu  $N_{crit(plant)}$ ,  $CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  bei 40 Gesellschaften auf Plausibilität überprüft (120 bzw. 12,5% der 957 möglichen Kombinationen; ausführliche Ergebnisse siehe Kapitel 8).

Die ausgewählten 40 Gesellschaften sind 17 FFH-Lebensraumtypen (LRT) zugeordnet, die sich auf fünf Gruppen verteilen: Heiden und Gebüschformationen (2), naturnahes, halbnatürliches Grasland und Hochstauden (5), Hoch-, Übergangs- und Niedermoore (3), Felsen und Schutthalden (3) und Wälder (4).

Bei 91 geprüften Werten (76%) ergab sich bei beiden Expertenschätzungen eine Übereinstimmung, d.h. die Angaben zu  $N_{crit(plant)}$ ,  $CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  sind plausibel. Bei  $N_{crit(plant)}$  ist zu berücksichtigen, dass die benannten absoluten, modellierten Werte aus der CL-spezifischen Fachliteratur stammen. Die absoluten Werte entziehen sich bisher einer externen Überprüfung.

Bei 29 Angaben (24%) zu  $N_{crit(plant)}$ ,  $CN_{crit(plant)}$  oder  $BS_{crit}$  weichen die Expertenschätzung voneinander ab.

Abweichende Einschätzungen ergeben sich zum Beispiel für folgende Werte und Zuordnungen:

<sup>11</sup> Der LRT 9430 ist durch die Änderung im EU Interpretation Manual in Deutschland nicht mehr vorhanden – wird hier jedoch wg. der Datenkonsistenz zu BMVBS (2013) beibehalten (Klärung bei update 2015)

- (1) Von den Heiden und Gebüschformationen ist die Zuordnung der Glockenheide-Gesellschaft (*Ericetum tetralicis*) zum LRT „Europäische trockene Heiden [4030]“ nicht zutreffend und ist in der als Referenz angegebenen Quelle (SSYMAN ET AL. 1998) nicht vorgesehen. Die Pflanzengesellschaft ist dagegen typisch für den LRT „Feuchte Heidegebiete des nordatlantischen Raums mit *Erica tetralix* [4010]“. Für die Mehrheit der Standorte der Sandginster-Heide (*Genisto anglicae-Callunetum vulgaris*) – LRT „Europäische trockene Heiden [4030]“ – erscheint der  $BS_{crit}$ -Wert von 19% zu hoch. Werte in der Größenordnung von 10 wären plausibel.
- (2) Innerhalb der Formation des halbnatürlichen Graslands und der Hochstaudenfluren erscheinen die  $N_{crit}$ -Wert für die typischen Pflanzengesellschaften des LRT „Trespen-Schwingel-Kalk-Trockenrasen [6210]“ mit 4 bzw. 5 mg N/l zu hoch. So besitzen die beiden Assoziations-Kennarten des Enzian-Fiederzwenken-Rasens (*Gentiano-Koelerietum pyramidatae*), *Cirsium acaule* und *Gentianella ciliata*, den Ellenberg-Zeigerwert  $N = 2$  (zwischen stickstoffärmsten und stickstoffarmen Standorte stehend). Von den sechs Assoziations-Kennarten des Trespen-Trockenrasen (*Xerobrometum erecti*) besitzen vier den Zeigerwert  $N = 1$  (stickstoffärmste Standorte anzeigend) und zwei Arten den Zeigerwert  $N = 2$ .
- (3) Bei den beiden Gesellschaften des LRT „Berg-Mähwiesen [6520]“, dem Sterndolden- (*Astrantio-Trisetetum flavescens*) und dem Waldstorchnabel-Goldhafer-Rasen (*Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens*) sind die  $N_{crit}$ -Werte 0,2 bzw. 0,3 mg l<sup>-1</sup> viel zu niedrig. Diese Werte liegen im Bereich von Hochmooren. Sie müssten etwa den Werten der Gesellschaften der Flachland-Mähwiesen entsprechen, zum Beispiel der Tal-Glatthaferwiese (*Daucu-Arrhenatheretum*) mit  $N_{crit} = 4$  mg l<sup>-1</sup> – ein Wert, der plausibel ist.
- (4) Für die beiden Hochmoor-Gesellschaften Rasenbinsen-Hochmoorgesellschaft (*Eriophoro-Trichophoretum cespitosi*) und Porst-Bunttorfmoos-Gesellschaft (*Ledo-Sphagnetum magellanicum*), die sowohl dem LRT „Naturnahe lebende Hochmoore [7110]“ als auch dem LRT „geschädigte Hochmoore [7120]“ zugeordnet werden können, ist mit jeweils 32 ein zu enger  $CN_{crit}$ -Wert genannt. Nach der Fachliteratur liegt das C/N-Verhältnis bei naturnahen Hochmooren bei  $C/N = 40$  und höher. Das dem LRT „Übergangs- und Schwinggrasen-Moore [7140]“ zugewiesene Steifseggen-Ried (*Caricetum elatae*) weist mit dem C/N-Verhältnis von 16 auf mineralische Substrate oder auf degradierte Standorte hin. Dieser Wert ist für naturnahe Niedermoor-Standorte des Lebensraumtyps untypisch und müsste höher sein.
- (5) Unter den Wald-Lebensraumtypen erscheint der  $N_{crit}$ -Wert von 1,5 mg N/l beim Rundblattlabkraut-Tannen-Wald (*Galio rotundifolii-Abietetum*) zu niedrig. Typische Arten mit hoher Stetigkeit in den Vegetationstabellen weisen einen Zeigerwert von  $N = 4$  oder 5 nach Ellenberg auf. Der Basensättigungswert  $BS_{crit}$  ist mit 24 eher zu hoch angesetzt, da die Bestände meist auf relativ sauren Böden über Granit und Gneis vorkommen. Der Rundblattlabkraut-Tannen-Wald wurde in BMVBS-Bericht zudem dem LRT „Bodensaure Nadelwälder (*Vaccinio-Piceetea*) [9410]“ zugeordnet. Diese Waldgesellschaft gehört pflanzensoziologisch aber nicht zur Klasse der Nadelwälder (*Vaccinio-Piceetea*), sondern zur Klasse der Buchen- und Eichenwälder (*Quercu-Fagetea*) und ist damit je nach Basengehalt und Artenzusammensetzung eher dem LRT „Waldmeister-Buchen-Wald [9130]“ oder dem LRT „Hainsimsen-Buchen-Wald [9110]“ zuzuordnen.

### 4.1.3 Bewertung

Die vegetationsspezifischen CLi sind als erste Experteneinschätzung zu betrachten, da sie hier erstmals publiziert werden und zunächst der Fachwelt zur Diskussion gestellt werden müssen.

- (1) Qualitätssichernd wirkt, dass der wichtigste Parameter  $N_{\text{crit(plant)}}$ , nach Manual Tab 5.7 und unter Einbeziehung der empirischen Critical Loads geschätzt wurde. Der Bezug der modellierten Werte zu den empirischen Beobachtungen ist damit wesentlich durch diese Verknüpfung abgesichert.
- (2) Die Werte sind auch als Schätzung zu betrachten, da
  - die Grundlegendaten für die nationale Berichterstattung erhoben wurden und diese nur bedingt auf den lokalen Maßstab übertragen werden können,
  - die über Jahre optimierten CLi nicht einzeln nachgerechnet werden können und
  - stichprobenartige Plausibilitätsprüfungen ergeben haben, dass ca. 25% der Werte von Experten auch anders eingeschätzt werden würden.
- (3) Im Vordergrund der Methodik stehen Analogieschlüsse auf Grundlage einer umfangreichen und mehrjährigen Literaturrecherche und nicht die streng mathematische, für alle Fälle gleichförmige regelhafte Ermittlung der CLi. Mathematik war Hilfsmittel aber nicht das wichtigste Werkzeug. Wesentlichen Einfluss hatten dabei historische, häufig detailreichere Vegetations- und Bodenaufnahmen aus Ostdeutschland (z.B. zur Nährkraftstufe).
- (4) Die regelhafte Herleitung der vegetationsspezifischen CN und BS musste sich auf Sekundärliteratur (in Form von 32 Veröffentlichungen von Stetigkeitstabellen einschl. Begleittexten) beschränken, da der Aufwand für die Erhebung der meist unveröffentlichten Primärliteratur für die nationale Berichterstattung nicht vertretbar gewesen wäre.
- (5) Die über Sekundärliteratur verfügbaren Bodendaten für die 317 untersuchten Pflanzengesellschaften sind sehr heterogen. Sehr wenigen gemessenen Bodenparametern (Humusform, C/N-Verhältnis oder BS-%; ca. 40 bis 50 Aufnahmen im Bundesgebiet) stehen sehr viele direkte Zuordnungen zu klassifizierten Messwertspannen und grobe Bodenansprachen (ohne belastbare Ortsangaben) entgegen. Die Zuordnung von Bodenparametern zu den historischen Vegetationsaufnahmen muss daher auch als zumindest teilweise freie Schätzung interpretiert werden, da die Zuordnungen auf der Basis von Analogieschlüssen teilweise nicht reproduzierbar sind und da die Stichprobenumfänge mit Blick auf die Fehlerminimierung relativ klein sind.

## 4.2 Bodenspezifische Critical Limits und Parameter

### 4.2.1 Bodenspezifische Critical Limits auf Basis der BÜK1000

In Tabelle 4.2-1 sind die bodenspezifischen CLi dargestellt.

**Tabelle 4.2-1: Bodenspezifische Critical Limits und Parameter auf Basis der BÜK1000 Kartiereinheiten**

Nr	Leitböden	Bodenausgangsgestein	CN <sub>min(soil)</sub> [-]	CN <sub>max(soil)</sub> [-]	pH <sub>crit</sub> [-]	BC <sub>soil(w)</sub> [eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
1	Podsol-Regosol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	3,2	175
2	Kalk-Watt, mariner Wattboden	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden)	10	20	6,2	2050
3	Kalk-Marsch	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden)	10	20	6,2	2050
4	Kleimarsch	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden, brackige Ablagerungen)	10	25	5,0	615
5	Kleimarsch	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden, fluviale Ablagerungen)	10	25	5,0	615
6	Niedermoor	Niedermoor-Torf	15	35	4,2	215
7	Hochmoor	Hochmoor-Torf	20	60	2,8	175
8	Auengley	Auensedimente	10	20	5,0	645
9	Auenboden, Gley-Tschernosem	Auensedimente	10	20	5,0	2150
10	Auenregosol	Auensedimente	10	25	4,2	410
11	Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	10	20	5,0	860
12	Gley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	4,2	462
13	Kalk-Pararendzina	Terrassen- und Schotterablagerungen	10	25	5,0	2050
14	Parabraunerde	Terrassen- und Schotterablagerungen	15	35	4,2	615
15	Gley-Parabraunerde	Sandlöße/Terrassen- und Schotterablagerungen	10	25	4,2	592
16	Podsol-Braunerde, Braunerde	Terrassen- und Schotterablagerungen	15	35	3,8	219
17	Gley-Podsol	(Fluviatile) Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	3,2	187
18	Parabraunerde	Löss und Lössderivate	10	25	4,2	706
19	Parabraunerde	Geschiebemergel u.-lehme	15	35	5,0	872
20	Parabraunerde-Tschernosem	Geschiebemergel u.-lehme	10	25	4,2	640
21	Kalk-Parabraunerde	Geschiebemergel u.-lehme	15	35	5,0	2050
22	Pseudogley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme	15	35	4,2	615
23	Gley-Pseudogley	Geschiebemergel u.-lehme	15	35	4,2	649
24	Pseudogley-Tschernosem	Geschiebemergel u.-lehme	10	25	5,0	704
25	Podsol-Fahlerde, Podsol-Parabraunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme	15	35	4,2	266
26	Bänder-Parabraunerde, Fahlerde	Geschiebemergel u.-lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand-Deckschichten	15	35	4,2	498
27	Pararendzina, Bänder-Parabraunerde	Geschiebemergel u.-lehme/Löss	15	35	4,2	475
28	Podsolierte Pseudogley-Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme	15	35	3,2	185
29	Braunerde-Pseudogley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme	15	35	4,2	293
30	Kalk-Braunerde, podsolig	Geschiebemergel u.-lehme	10	25	4,2	561
31	Braunerde-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	3,2	185
32	Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	3,8	390
33	Eisenhumus-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	3,2	185
34	Regosol, Lockersyrosem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	15	35	3,2	175
35	Kalk-Pararendzina	Löss und Lössderivate/ Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	5,0	2050
36	Tschernosem	Löss und Lössderivate/Geschiebemergel u.-lehme	10	25	5,0	802

Nr	Leitböden	Bodenausgangsgestein	CN <sub>min(soil)</sub> [-]	CN <sub>max(soil)</sub> [-]	pH <sub>crit</sub> [-]	B <sub>Csoil(w)</sub> [eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
37	Braunerde-Kalktschernosem	Löss und Lössderivate/ Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	5,0	895
38	Tschernosem (unterhalb der Durchwurzelungstiefe pseudovergleyt)	Löss/Tonsubstrate	10	25	4,2	645
39	Tschernosem	Löss und Lössderivate	10	25	4,2	645
40	Tschernosem-Parabraunerde	Löss und Lössderivate	10	25	5,0	723
41	Parabraunerde, Parabraunerde-Tschernosem	Sandlöss/Löss	10	25	4,2	615
42	Fahlerde	Löss und Lössderivate	10	25	5,0	765
43	Parabraunerde-Pseudogley	Löss und Lössderivate	10	25	4,2	597
44	Parabraunerde	Silikatsubstrate	10	25	5,0	501
45	Braunerde	Sandlöss/Löss und Lössderivate	10	25	4,2	330
46	Fahlerde, Bänder-Parabraunerde	Sandlössse	10	25	4,2	387
47	Braunerde	Löss und Lössderivate/Basische Magmatite und Metamorphite	10	25	5,0	692
48	Pseudogley	Löss und Lössderivate	10	25	4,2	712
49	Kalk-Rendzina	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	5,0	2050
50	Terra fusca, Braunerde-Terra fusca	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	5,0	2050
51	Pelosol-Braunerde, Pelosol-Pseudogley, Braunerde-Pelosol	Tonsubstrate	10	25	4,2	1230
52	Braunerde	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)/ Tonsubstrate	10	25	4,2	615
53	Braunerde	Basische Magmatite und Metamorphite	15	35	4,2	615
54	Braunerde	Bimstuff	10	25	4,2	659
55	Braunerde	Saure Magmatite und Metamorphite	15	35	3,2	195
56	Braunerde	Löss/ Saure Magmatite und Metamorphite/Sandstein	15	35	3,8	398
57	Podsol-Braunerde, Podsolige Braunerde	Saure Magmatite und Metamorphite	15	35	3,2	195
58	Pseudogley-Braunerde	Tonsubstrate	10	25	4,2	692
59	Braunerde	Tonsubstrate	10	25	4,2	410
60	Podsol-Braunerde	Tonsubstrate	15	35	3,2	195
61	Braunerde, z. T. podsolig	Sandsteine	15	35	3,2	195
62	podsolige Braunerde	Löss/Sandsteine	15	35	3,8	390
63	Braunerde-Podsol	Sandsteine	15	35	3,2	195
64	Podsol-Pseudogley, Parabraunerde-Pseudogley	Sandsteine, Schluffe	15	35	3,2	239
65	Braunerde-Rendzina, Parabraunerde	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate), Löß	10	25	5	732
66	Pseudogley, Rendzina, Pseudogley-Pelosol	Tonstein, Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	4,2	2050
67	Braunerde aus Rotplastosol	Fersiallitische und ferrallitische Paläoböden	10	25	5,0	795
68	Ranker, Pararendzina, Pseudogley, Pseudogley-Pararendzina	Silikatsubstrate, Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	4,2	780
69	Syrosem	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	10	25	4,2	1850
70	Regosol, Syrosem, Pararendzi-	Anthrosol (anthropogen veränderte Flächen)	10	25	3,2	250

Nr	Leitböden	Bodenausgangsgestein	CN <sub>min(soil)</sub> [-]	CN <sub>max(soil)</sub> [-]	pH <sub>crit</sub> [-]	Bc <sub>soil(w)</sub> [eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
	na					
71	Ranker, Rohböden, Lockersyrosem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	8	15	2,8	175
(8/13)	Gley	Auensedimente	15	35	4,2	875
(9/13)	Kalk-Auengley-Vega	Auensedimente	10	25	5,0	860
(11/13)	Kalk-Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	10	20	5,0	2150
(6/24)	Kalk-Niedermoor	Torf	10	20	5,0	2150
(1/68)	Regosol/Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	10	20	5,0	2150
(44/45)	Fahlerde	Silikatsubstrate	10	25	4,2	524

#### 4.2.2 Diskussion und Bewertung

Die Zuordnung der Parameter kann analog der in Kapitel 9 beschriebenen Methodik auch auf kleinere Kartiereinheiten und Bodenkarten übertragen werden.

Ob eine von der Bodenform unabhängige grobe Klassifizierung des Bodens nach „Hydromorphie-typ“, „Stickstoff-Status“ und „Säure-Basen-Status“ für ausgewählte CL<sub>soil</sub> (z.B. CN) ausreicht, muss noch untersucht und evaluiert werden.

#### 4.3 Sonstige Daten

Neben den im Kapitel 10 beschriebenen weiteren CL<sub>site(typ)</sub>-Parametern sind in Blatt 5-04b weiterhin die CL-Summenteile der standortspezifische CL veröffentlicht (vgl. Tabelle 0.3-1).

Folgende Punkte sind hervorzuheben:

1. Die Versickerungsraten und der Entzug wurden noch nicht überprüft und diskutiert.
2. Aus methodischen Gründen muss die rechnerische Aufteilung von N<sub>de</sub> vs. N<sub>i</sub> in der ersten Veröffentlichung als vorläufig betrachtet werden, um das Verhältnis nach Abgleich mit empirischen (N<sub>de</sub>) Daten anzupassen.
3. Für die Berechnung des CL ergibt sich folgender Ausdruck:

$$CL = N_{ue} + N_{i(t)} + N_{ie} / ((1 - f_{de}) \cdot (1 - f_i))$$

Zur konsequenten Anwendung der SMB-Methodik müssen alle 4 Summanden auch getrennt ausgewiesen sein (Entwurf der Aufteilung siehe Blatt 03).

## 5 Ausblick

### 5.1 Fortschreibung der CLi (Stand 2014)

Im Rahmen der Plausibilisierung sind folgende Themen für eine mittelfristige Verbesserung der CLi aufgefallen (vgl. Tabelle 5.1-1):

- (1) Bei 65 von 317 Pflanzengesellschaften ist  $N_{\text{crit(plant)}}$  oberhalb des „Flechte-Preiselbeer-Schema“ angesetzt. Beispielsweise könnten in Baden-Württemberg möglicherweise dadurch Gesellschaften mit Vorkommen von Bodenflechten in der Tendenz zu hoch bewertet sein. Der im „Flechte-Preiselbeer-Schema“ für alle Flechtenarten einheitlich angegebene  $N_{\text{crit(plant)}}$  sollte differenziert werden je nach Empfindlichkeit der einzelnen Arten. Mittel- bis langfristig sollte eine Neubewertung des Parameters erfolgen.
- (2) Die vegetationsabhängigen CLi müssen an die Kombination „Pflanzengesellschaft-LRT“ geknüpft werden, weil die Zuordnung fachlich eindeutig sein muss. Für die Praxis der Verträglichkeitsprüfungen entscheidend sind nicht die Pflanzengesellschaften, sondern die FFH-Lebensraumtypen und die geschützten Biotoptypen. Es bestehen keine 1:1-Entsprechungen zwischen Lebensraumtypen und Pflanzengesellschaften. Daher ist letztlich die Zuweisung der CLiVeg-Werte zu den Lebensraum- bzw. Biotoptypen vorzunehmen. Für die Fragestellung sind nur Daten verwendbar, die von LRT-zugehörigen Standorten stammen. Die Bodenwerte, die zur standörtlichen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften verwendet wurden, sind daher auf ihre Herkunft zu überprüfen.
- (3) Expertenschätzungen, die nicht übereinstimmen (vgl. Tabelle 5.1-1), sind zu diskutieren und ggf. auf der Basis einer Konvention anzupassen (z.B. C/N Moor;  $N_{\text{crit}}$  Grünland, Zuordnung Pflanzengesellschaft vs. LRT)
- (4) Überprüfung der Zeigerwerte der zugrunde gelegten Pflanzenarten bei der  $N_{\text{crit}}$ -Bestimmung (sofern die Verwendung der Ellenberg-Zahlen für die CLi angebracht ist, da die Ellenbergschen Zeigerwerte einer Art nicht für alle Pflanzengesellschaften/Vegetationstypen zutreffen, in denen die Art vorkommt. So trifft der Stickstoffzeigerwert  $N = 2$  für *Molinia caerulea* für Vorkommen in basenreichen Pfeifengras-Wiesen eher zu aber nicht unbedingt für Vorkommen in Wäldern und in anderen Gesellschaften wie Heiden, in der die Art als nitrophytischer Störzeiger auftritt.)
- (5) Überprüfung der Zuordnungen LRT vs. Pflanzengesellschaft (insbes. Forstgesellschaften)
- (6) Streichung bzw. Ergänzung von wenig relevanten oder noch nicht erwähnten  $CL_{\text{site(typ)}}$  im Blatt 5-04 (neu z.B. LRT 91E0, 40A0, 4080).

Tabelle 5.1-1: Liste der zu überprüfenden CLi (Stand April 2014)

LRT	LRT-Name	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub>	CN <sub>crit(plant)</sub>	BS <sub>crit</sub>	Anmerkung	Priorität
2310	Trockene Sandheiden	<i>Genisto pilosae-Callunetum</i>	o	o	o	Verweis auf Tüxen (1937) prüfen	C
40A0	Subkontinentale peri-pannonische Gebüsch	-	x	x	x	-	A
4030	Trockene europäische Heiden	<i>Cladonio-Callunetum vulgaris</i>	-	o	o	-	B
4030	Trockene europäische Heiden	<i>Ericetum tetralicis</i>	o	+	o	Zuordnung zu LRT 4010, 7110, 7120 oder 7140 prüfen	B
4030	Trockene europäische Heiden	<i>Genisto anglicae-Callunetum vulgaris</i>	o	o	-	-	B
4080	Subarktisches Weidengebüsch	-	x	x	x	-	A
6110*	Kalk-Pionierrasen	<i>Teucrio botryos-Melicetum ciliatae</i>	x	x	x	-	C
6120*	Trockene, kalkreiche Sandrasen	<i>Thymo-Festucetum ovinae</i>	o	o	o	Zuordnung zu LRT 2330 prüfen	C
6210(*)	Naturnahe Kalk-Trockenrasen	<i>Gentiano-Koelerietum pyramidatae</i>	-	o	o	-	A
6210(*)	Naturnahe Kalk-Trockenrasen	<i>Onobrychido-Brometum erecti</i>	-	o	o	-	A
6210(*)	Naturnahe Kalk-Trockenrasen	<i>Xerobrometum erecti</i>	-	o	o	-	A
6410	Pfeifengraswiesen	<i>Anagallido tenellae-Juncetum acutiflori</i>	x	x	x	-	C
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	<i>Valeriano-Filipenduletum</i>	o	o	±	Differenzierung in basenarme / basenreiche prüfen	C
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	<i>Chaerophylletum bulbosi, Chaerophylletum aurei, Alnetum viridis und Salicetum appendiculatae</i>	x	x	x		C
6510	Magere Flachland-Mähwiesen	<i>Alchemillo-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.)</i>	o	o	+		B
6510	Magere Flachland-Mähwiesen	<i>Alchemillo-Arrhenatheretum</i>	o	o	-		B
6520	Berg-Mähwiesen	<i>Astrantio-Trisetetum flavescens</i>	+	?	0	CN <sub>crit</sub> Unterschied zu <i>Geranio-Trisetetum</i> prüfen	A
6520	Berg-Mähwiesen	<i>Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens</i>	+	?	0	CN <sub>crit</sub> Unterschied zu <i>Astrantio-Trisetetum</i> prüfen	A
7110*/7120	lebende Hochmoore/renaturierungsfähige Hochmoore	<i>Erico-Sphagnetum magellanici</i>	o	+	o		A
7110*/7120	lebende Hochmoore/renaturierungsfähige Hochmoore	<i>Eriophoro-Trichophoretum cespitosi</i>	o	+	o		A
7110*/7120	lebende Hochmoore/renaturierungsfähige Hochmoore	<i>Ledo-Sphagnetum magellanici</i>	o	+	o		A
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	<i>Caricetum diandrae</i>	o	+	o	Standorte auf Pseudogleyen prüfen	A

LRT	LRT-Name	Pflanzengesellschaft	N <sub>crit(plant)</sub>	CN <sub>crit(plant)</sub>	BS <sub>crit</sub>	Anmerkung	Priorität
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	<i>Caricetum elatae</i>	o	+	o		A
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	<i>Junco-Caricetum fuscae</i>	o	±	±	CN <sub>crit</sub> und BS <sub>crit</sub> Material nicht für LRT 7140 repräsentativ	B
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	<i>Peucedano-Caricetum lasiocarpae</i>	o	+	o	Vorkommen auf Parabraunerde-Pseudogley über Löss prüfen	A
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	<i>Sphagno-Caricetum canescentis</i>	o	o	-		B
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	<i>Caricetum chordorrhizae</i>	x	x	x		C
8150	Kieselhaltige Schutthalden	<i>Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum</i>	+	o	o		B
7210*	Kalkreiche Sümpfe mit <i>Cladium mariscus</i>	<i>Cladietum marisci</i>	x	x	x		A
7230	Kalkreiche Niedermoore	<i>Gesellschaften des Verbandes Caricion davallianae</i>	x	x	x		A
8150	Kieselhaltige Schutthalden	<i>Anarrhinum belledifolium-Gesellschaft</i>	+	o	o		B
8220	Silikatfelsen	<i>Woodsio ilvensis-Asplenietum septentrionalis</i>	-	o	-	Vorkommen auf Braunerde prüfen	B
8160*	Kalkhaltige Schutthalden	<i>Rumicetum scutati</i>	x	x	x		C
8210	Kalkfelsen	<i>Primula auricula-Hieracium humile-Gesellschaft</i>	x	x	x		C
9110	Hainsimsen-Buchenwälder	<i>Molinio-Fagetum</i>	+	o	o		C
9110	Hainsimsen-Buchenwälder	<i>Luzulo-Fagetum</i>	?	o	o	N <sub>crit</sub> im Vergleich zu LRT 9130 prüfen	B
9130	Waldmeister-Buchenwälder	<i>Galio odorati-Fagetum</i>	?	o	o	N <sub>crit</sub> im Vergleich zu LRT 9110 prüfen	B
9190	alte, bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen	<i>Lysimachio-Quercetum roboris</i>	o	+	o	Bodentypen prüfen	C
91E0*	Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Equisetum telmatejae-Fraxinetum</i>	x	x	x		C
91T0	Flechten-Kiefernwälder	<i>Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvaticae</i>	o	-	0	Bodentypen prüfen	C
9410	Montane bis alpine, bodensaure Fichtenwälder	<i>Galio rotundifolii-Abietetum</i>	+	o	-	Zuordnung zu LRT 9130 prüfen	B

Erläuterungen:

- |   |   |
|---|---|
| * prioritärer Lebensraumtyp   | (*) prioritär nur orchideenreiche Bestände (bei LRT 6210) |
| x noch keine Werte vorhanden  | o Wert plausibel  |
| ? Prüfung, im Vergleich mit ähnlichen Gesellschaften  | + Prüfung, ob Wert nach oben korrigiert werden sollte     |
| ± Prüfung, ob Wert nur für einen Teil der vom LRT eingenommenen Standorte verändert wird        | - Prüfung, ob Wert nach unten korrigiert werden sollte    |
| A hohe Priorität (Änderungen bei N <sub>crit</sub> , bei Moor-Gesellschaften oder fehlende LRT) | B mittlere Priorität (Einstufung im Einzelfall)           |
| C geringe Priorität (nicht berücksichtigte Pflanzengesellschaften)                              |   |

## 5.2 CLi-Datenbank auf Länder-Ebene

Entsprechend den obigen Ausführungen sollten die vorhandenen CLi in Zukunft stetig weiter verbessert und ergänzt werden. Dazu ist eine umfangreiche Datenerhebung und Auswertung erforderlich, die folgende Anforderungen erfüllt:

- (1) Parallele Erhebung aktueller und historischer Boden-Pflanzen-Paar Daten für Zwecke der Qualitätssicherung der Critical Limits
- (2) Rückgriff auf Primärliteratur soweit irgend möglich, um die dort möglicherweise enthaltenen Bodeninformationen zu nutzen
- (3) Rekonstruierte Bodenparameter aus mathematischen Herleitungen für Standorte mit Vegetationsaufnahmen ohne Bodenansprachen
- (4) Herkunft gemessener vs. berechneter Werte unterscheidbar
- (5) Zentrale Entwicklung, Modellpflege und Auswertung
- (6) Freie und vollständige Verfügbarkeit über das Internet mit Ortsbezug
- (7) Prioritätensetzung z.B. über ausgewählte Pflanzengesellschaften und Standorte
- (8) Zunächst testweise / pilothafte Entwicklung mit interessierten Ländern
- (9) Bei der „Regionalisierung“ muss beachtet werden, dass die Übertragbarkeit nur in bestimmten Grenzen möglich ist (eine Pflanzengesellschaft kann z.B. in Norddeutschland andere CLi haben als in Süddeutschland).
- (10) Validierung, Evaluierung und wissenschaftlicher Review-Prozess (Management der guten wissenschaftlichen Praxis)

## 6 Literatur

- ARGE Stickstoff (Arbeitsgemeinschaft Stickstoff der Ministerien für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM), Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR), Verkehr und Infrastruktur (MVI) sowie nachgeordneten Einrichtungen des Landes Baden-Württemberg; Koordinierung: LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) [Auftraggeber] (2013): Ermittlung standortspezifischer Critical Loads für Stickstoff - Vorankündigung einer Datenmappe.- Fachdokumentendienst Umweltbeobachtung, 2 Seiten, Karlsruhe
- BMVBS Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [Hrsg.] (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope (FE 84.0102/2009).-, insbesondere Kap. 8.4.2 Critical Limits (Schlutow et al.). Forschung, Straßenbau und Verkehrstechnik, Heft 1099, 362 Seiten, Bonn.
- Bobbink R. & J.-P. Hettelingh [Hrsg.] (2011): Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships.- RIVN report 680359002, 246 Seiten, Bilthoven, Niederlande.
- ICP M&M International Cooperative Programme Modelling & Mapping [Hrsg.] (2010): Manual on methodologies and criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. Printversion UBA-Texte 52/2004, updated version 2010.- [http://www.icpmapping.org/Mapping\\_Manual](http://www.icpmapping.org/Mapping_Manual)
- SSYMANK, A.; HAUKE, U.; RÜCKRIEM, C.; SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 53, Bonn-Bad Godesberg.
- UBA (2004): The BERN Model: Bioindication for Ecosystem Regeneration towards Natural conditions.- Autoren A. Schlutow, P. Huebener, UBA Texte 22/2004, 56 Seiten, Berlin.
- UNECE United Nations Economic Commission for Europe [Hrsg.] (2010): Empirical critical loads and dose-response relationships.- ECE/EB.AIR/WG.1/2010/14, 8 Seiten, <http://www.unece.org>, Genf.

## 7 Dokumentation vegetationspezifischer Critical Limits $N_{crit(plant)}$ , $CN_{crit(plant)}$ , $BcN_{crit}$ , $BcAI_{crit}$ , $BS_{crit}$

Vorbemerkung: Im Folgenden wird zunächst die Herleitung von  $N_{crit(plant)}$  erläutert, da dieser Parameter für alle  $CL_{site}$  wesentlich ist. Die in Kapitel 7.2.2 dargestellte pflanzensoziologische Literatur wurde nur für die Entscheidung genutzt, welche Pflanzenarten in einer Pflanzengesellschaft vorkommen. Dabei kommt nur eine für Gräser und Kräuter grobe Klassifikation gemäß Tabelle 3.2-2 zur Anwendung. Die Zuordnung konstante Pflanzenarten vs. Pflanzengesellschaften (hochstete und Charakterarten) ist in Blatt 5-06 dargestellt. Die recht komplizierte Ableitung von  $CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  über Boden-Pflanzenpaare wird lediglich für  $N_{i(plant)}$  und  $N_{crit(nut)}$  benötigt.

### 7.1 Herleitung von $N_{crit(plant)}$

Die kritische Konzentration von Stickstoff im Sickerwasser  $N_{crit(plant)}$  ist das Critical Limit in der Critical Loads-Modellierung, das am schwierigsten zu bestimmen ist und wofür kaum valide Referenzwerte vorliegen. Im Manual (ICP MODELLING & MAPPING 2010) Tab 5.7 ist die in Tabelle 3.2-2 dargestellte Referenzliste mit Werten aus Schweden und den Niederlanden veröffentlicht. Gleichzeitig wird in diesem Manual darauf hingewiesen, dass keine direkte Abhängigkeit von N-Auswaschungsrate und Vegetationswandel nachweisbar ist. Dennoch wurde in BMVBS (2013) zunächst die Liste dieser einzig verfügbaren veröffentlichten Angaben angewendet (erster Arbeitsschritt). Die darauf basierenden Ergebnisse der CL-Berechnung wurden anhand der empirischen CL nach BOBBINK u. HETTELINGH (2011) überprüft. Bei nicht begründbaren Abweichungen wurde  $N_{crit(plant)}$  angepasst (zweiter Arbeitsschritt). Eine Überprüfung erfolgte für die so hergeleiteten Werte für  $N_{crit(plant)}$  anhand des Verhältnisses von basischen Nährkationen zu Stickstoff-Ionen, das zur Vermeidung von Nährstoff-Ungleichgewichten eingehalten werden muss.

#### 7.1.1 Erster Arbeitsschritt: direkte Zuordnung von $N_{crit(plant)}$ nach Manual Tab. 5.7 (n=84)

In einem **ersten Arbeitsschritt** wurden nach den in Manual Tab 5.7 veröffentlichten Werten vorgegangen (Tabelle 3.2-2).

Im Manual des ICP MODELLING & MAPPING (2010) wird erläutert, dass die Werte aus den Niederlanden mit dem bodenchemischen Modell SMART berechnet seien. Die übrigen (schwedischen) Grenzkonzentrationen seien empirisch ermittelt worden (DE VRIES et al. 2007, S.86), indem der empirisch ermittelte Critical Load (vgl. BOBBINK et al. 2003) nach Abzug der Immobilisierungs-, Denitrifikations- und N-Aufnahmerate über die Erntemasse durch die standortspezifische Sickerwasserrate dividiert wurde.

Die empirisch ermittelten Werte in Schweden differieren von den modellierten Werten in den Niederlanden teilweise um das 10-fache.

Im Manual (ebenda) wird weiterhin darauf hingewiesen, dass laut DE VRIES et al. (2007, S.86, S.206) die schwedischen Werte nur für die nordischen Länder gelten. Und die niederländischen Werte sollten „mit Bedacht genutzt werden“, z. B. in Gebieten mit hohen Niederschlagsraten.

Bei 233 der 317 FFH-relevanten Pflanzengesellschaften ergab der Einsatz der Werte aus Tabelle 3.2-2 in die Critical Loads-Modellierung CL-Spannen, die nach oben oder nach unten aus den Spannen der entsprechenden empirischen Critical Loads herausragten. Das betraf durchweg alle Standortformen, auf denen die Gesellschaft typischerweise vorkommt. Für diese Gesellschaften wurde Arbeitsschritt 2 durchgeführt.

### **7.1.2 Zweiter Arbeitsschritt: Berechnung von $N_{crit(plant)}$ aus den empirischen CL (n=233)**

Aufgrund der vom ICP MODELLING & MAPPING (2010) empfohlenen Vorsicht bei der Anwendung der Werte aus dem Manual wurde in BMVBS (2013, Kap. 8) in einem zweiten Arbeitsschritt eine Plausibilitätskontrolle anhand des Vergleichs der modellierten CL-Ergebnisse mit den empirischen CL durchgeführt. Wenn sich bei Anwendung des  $N_{crit(plant)}$  nach Manual für alle Standortstypen mit einer Pflanzengesellschaft Critical Loads ergaben, deren Spanne deutlich nach oben oder unten von der Spanne der entsprechenden empirischen Critical Loads (BOBBINK u. HETTELINGH 2011) abwich, so wurde  $N_{crit(plant)}$  dahingehend angepasst, dass möglichst viele der Standortstypen mit derselben Pflanzengesellschaft innerhalb der Spanne der empirischen Critical Loads liegen. Diese Anpassung erfolgte analog zum Verfahren der Ermittlung der schwedischen  $N_{crit(plant)}$  aus dem Manual des ICP MODELLING & MAPPING (2010). Es wurden vom unteren empirischen CL-Spannenwert die Immobilisierungs-, Denitrifikations- und ggf. die N-Aufnahmerate über die Erntemasse abgezogen und das Ergebnis durch die klimaregionaltypische mittlere Sickerwasserrate dividiert.

Dieser Ansatz der Berechnung von Critical Limits aus den empirischen Critical Loads, die ja auf Beobachtungen und nicht auf Modellierungen beruhen, wurde bereits von DE VRIES et al. (2007) angewendet und beschrieben. Somit ist die Neuberechnung  $N_{crit(plant)}$  aus den empirischen CL methodenkonform zum Manual.

Dennoch liegen auch nach der so durchgeführten Anpassung der Critical Limits an die empirischen Werte für einige wenige Standort-Vegetationstypen die Critical Load außerhalb der  $CL_{empN}$ -Spanne. Für diese Abweichungen gab es jedoch jeweils plausible Erklärungen, die immer aus besonderen Standorteigenschaften abgeleitet werden konnten. Die jeweilige Erklärung wurde dem CL-Ergebnis in BMVBS (2013, Anhang I) beigefügt (vgl. auch Blatt 5-04 der Datenmappe).

Durch die Einbeziehung der empirischen CL als Korrekturfaktor bei der Bestimmung von  $N_{crit(plant)}$  wurde für die CL-Modellierung eine Verbindung zwischen der allgemeinen empirischen Wissensbasis und den Anforderungen einer standorttypspezifischen Modellierung hergestellt.

### **7.1.3 Vergleich von $N_{crit(plant)}$ nach Manual Tab 5.7 versus Anpassung anhand der empirischen CL**

Der Vergleich (Tabelle 7.1-1) ergibt, dass bei 65 Gesellschaften der  $N_{crit(plant)}$  angehoben wurde, damit sich der CL von unten an den unteren Spannenwert der empirischen CL annähert. In 168 Gesellschaften wurde der  $N_{crit(plant)}$  abgesenkt, damit der resultierende CL sich von oben an den

oberen Spannenwert der empirischen CL annähert. Bei 84 Gesellschaften entspricht der verwendete  $N_{crit(plant)}$  demjenigen aus der Veröffentlichung im Manual (Tabelle 3.2-2).

Da die Berechnungsmethodik für die  $N_{crit(plant)}$  die gleiche ist wie die Methodik zur Ermittlung der schwedischen  $N_{crit(plant)}$  aus dem Manual (Tabelle 3.2-2), besteht methodisch eine Übereinstimmung. Jedoch wurden die Werte für  $N_{crit(plant)}$ , die im Manual (Tabelle 3.2-2) nur wenige Differenzierungen der Vegetation und eine starke Verallgemeinerung beinhalten (z. B. alle Grasarten werden als gleich empfindlich ausgewiesen, Moose werden nicht erwähnt), methodenkonform für jede Gesellschaft konkretisiert und ergänzt.

**Tabelle 7.1-1: Vergleich von  $N_{crit(plant)}$  (nach Tab. 5.7 Manual) zu  $N_{crit(plant)}$  angepasst nach CLemp**

Erläuterung: Wenn die Differenz 0 beträgt, wurde  $N_{crit(plant)}$  unverändert entsprechend Tab. 5.7 des Manuals (ICP MODELLING & MAPPING 2010) beibehalten (85 von 317 Gesellschaften). Wenn die Differenz positiv ist, d. h.  $N_{crit(plant)}$  (angepasst nach CLemp) größer als  $N_{crit(plant)}$  (nach Tab. 5.7 Manual) bedeutet dies, dass der nach unten korrigierte  $N_{crit(plant)}$  (angepasst nach CLemp) verwendet wurde (169 Gesellschaften). Wenn die Differenz negativ ist, d. h.  $N_{crit(plant)}$  (angepasst nach CLemp) kleiner als  $N_{crit(plant)}$  (nach Tab. 5.7 Manual) bedeutet dies, dass der nach oben korrigierte  $N_{crit(plant)}$  (angepasst nach CLemp) verwendet wurde (65 Gesellschaften).

Pflanzengesellschaft	$N_{crit(plant)}$ nach Tab. 5.7 Manual [mg N l <sup>-1</sup> ]	$N_{crit(plant)}$ angepasst nach CLemp [mg N l <sup>-1</sup> ]	Differenz [mg N l <sup>-1</sup> ]
Aceri pseudoplatani-Fagetum BARTSCH et BARTSCH 1940	5,0	1,0	4,0
Aceri-Carpinetum KLIKA 1941	5,0	4,0	1,0
Adenostylo glabrae-Abietetum sylvatici MAYER 1969	1,0	0,4	0,6
Adenostylo glabrae-Piceetum MAYER 1969	1,0	0,4	0,6
Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	3,0	3,0	0,0
Agrostietum coarctatae KOBENDZA 1930 (= Agrostietum vinealis KOB. 1930)	0,4	4,0	-3,6
Agrostio-Quercetum PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	4,0	4,0	0,0
Agrostis tenuis-Gesellschaft	3,0	3,0	0,0
Airetum praecocis (SCHWICK. 1944) KRAUSCH 1968	3,0	3,0	0,0
Airo caryophylleae-Festucetum ovinae TX. 1955	0,4	1,0	-0,6
Alchemillo-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) SOUGN. 1963	3,0	3,0	0,0
Alchemillo-Arrhenatheretum SOUGN. 1963	3,0	3,0	0,0
Allio montani-Veronicetum vernaе OBERD. 1957 em. KORNECK 1975	0,4	1,0	-0,6
Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae (KNAPP 1944) KORNECK 1974	5,0	5,0	0,0
Alnetum incanae LÜDI 1921	1,0	1,0	0,0
Alyso alyssoidis-Sedetum albi OBERD. et MÜLLER in MÜLLER 1961	5,0	2,0	3,0
Anarrhinum belledifolium-Gesellschaft	5,0	1,0	4,0
Androsacetum helveticae LÜDI ex BR.-BL. 1926	3,0	1,0	2,0
Anemono sylvestris-Quercetum roboris OBERD. 1957	3,0	3,0	0,0
Anthyllido-Leontodontetum hyoseroides ZOLLER 1951	3,0	1,0	2,0
Aposerido-Fagetum OBERD. ex OBERD et al. 1967	3,0	3,0	0,0
Armerio-Agrostidetum tenuis HUECK 1931	3,0	1,0	2,0
Armerio-Festucetum ovinae KNAPP 1942	3,0	2,0	1,0
Armerio-Festucetum trachyphyllae (LIBB. 1933) R. KNAPP 1948 ex HOHENESTER 1960	3,0	1,0	2,0

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Arunco-Aceretum MOOR 1952	3,0	1,5	1,5
Arunco-Alnetum TX. 1957	5,0	1,5	3,5
Asperulo taurinae-Aceretum ELLENBERG et KLÖTZLI 1972	3,0	3,0	0,0
Asperulo taurinae-Tilietum TREPP 1947	3,0	2,0	1,0
Asperulo-Abieti-Fagetum (typ. Subass.) TH. MÜLLER 1966	3,0	1,5	1,5
Asplenietum septentrionali-adianti-nigri OBERD. 1938	3,0	1,2	1,8
Asplenietum serpentini (KNAPP 1942) GAUCKLER 1954	5,0	1,2	3,8
Asplenietum trichomano-rutae-murariae TX. 1937	5,0	1,0	4,0
Asplenio viridis-Cystopteridetum fragilis (KUHN 1939) OBERD. 1949	5,0	1,0	4,0
Asplenio-Caricetum brachystachyos RICHARD 1972 nom. inv.	3,0	1,0	2,0
Asplenio-Piceetum KOCH 1954	1,5	1,5	0,0
Astrantio-Trisetetum flavescens KNAPP 1952 (= Astrantia major-Trisetum flavescens-Gesellschaft)	3,0	0,2	2,8
Athamantho-Trisetetum distichophylli LIPPERT 1966	3,0	1,0	2,0
Athyrietum alpestris SCHMID 1923	3,0	2,0	1,0
Athyrio-Alnetum glutinosae TX. 1953	3,0	2,0	1,0
Aveno-Genistetum sagittalis OBERD. 1957	4,0	0,4	3,6
Bazzanio-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	1,0	0,4	0,6
Bazzanio-Piceetum (SCHMIDT et GAISBERG 36) BR.-BL. et SISSINGH in BR.-BL. et al. 1939	1,0	0,5	0,5
Betuletum carpaticae LOHMEYER et BOHN 1962	1,0	1,0	0,0
Betulo-Quercetum (GAUME 1924) TX. 1937	1,5	1,5	0,0
Biscutello-Asplenietum septentrionalis KORNECK 1974	5,0	1,2	3,8
Brachypodio pinnati-Cultopinetum HOFMANN 2002	3,0	3,0	0,0
Bromo tectorum-Phleetum arenarii KORNECK 1974	3,0	1,5	1,5
Bromo-Carpinetum (typ. Subass.) HOFM. 1968	3,0	2,0	1,0
Buxus sempervirens-Gesellschaft	5,0	1,5	3,5
Calamagrostietum villosae SCHMID 1923	1,0	1,0	0,0
Calamagrostio arundinaceae-Abieto-Fagetum (typ. Subass.) HARTM. et JAHN 1967	1,0	0,5	0,5
Calamagrostio variaae-Pinetum OBERD. 1957	3,0	2,0	1,0
Calamagrostio villosae-Piceetum (Barbilophozia-Subass.) TX. 1937	3,0	0,4	2,6
Calamagrostio villosae-Piceetum (typ. Subass.) VOLK 1939	0,4	0,4	0,0
Cardamino trifoliae-Fagetum OBERD. et MÜLLER 1984	3,0	3,0	0,0
Cardaminopsietum petraeae THORN 1958	3,0	1,0	2,0
Carex panicea-Nardus stricta-Gesellschaft	3,0	1,0	2,0
Caricetum diandrae JONAS 1932	3,0	0,5	2,5
Caricetum elatae (Comaro-Subass.) KOCH 1926	3,0	1,0	2,0
Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915	3,0	0,5	2,5
Caricetum mucronatae (HOLZNER et HÜBL 1977) SMETTAN 1981	3,0	1,0	2,0
Carici elongatae-(Betulo-)Alnetum glutinosae BODEUX 1955	3,0	0,5	2,5

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Carici humilis-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	3,0	2,0	1,0
Carici pendulae-Aceretum pseudoplatani OBERD. 1957	3,0	4,0	-1,0
Carici pilosae-Carpinetum NEUHÄUSL. et NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1964	3,0	1,0	2,0
Carici remotae-Fraxinetum W. KOCH 1926 ex FAB. 1936	3,0	3,0	0,0
Carici-Fagetum MOOR 1952 em. LOHM 1953	3,0	2,0	1,0
Carpino-Ulmetum minoris PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	3,0	5,0	-2,0
Centaureo montanae-Calamagrostietum arundinaceae J. et M. BARTSCH 1940	3,0	1,5	1,5
Cephalanthero-Fagetum TX. 1955	3,0	3,0	0,0
Cerastietum pumili OBERD. et MÜLLER in MÜLLER 1961	5,0	3,0	2,0
Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	0,2	0,2	0,0
Cicerbitetum alpinae BOLLETO 1921	3,0	0,4	2,6
Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae OBERD. et PHILIPPI ex. GÖRS 1974	3,0	2,0	1,0
Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937	0,4	0,5	-0,1
Cladonio-Pinetum sylvestris (typ. Subass.) PASS. 1956	0,4	1,5	-1,1
Cnidio dubii-Violetum pumilae (KORNECK 1962) BAL.-TUL. 1969	3,0	3,0	0,0
Cnidio venosi-Violetum persicifoliae SEGAL 1966 (= Violo-Cnidietum WALTH. ex PHIL. 1960)	3,0	3,0	0,0
Cnidio-Deschampsietum caespitosae HUNDT 1958 (incl. Allium angulosum-Ges.)	3,0	3,0	0,0
Convolvulo-Archangelicetum litoralis PASSARGE 1964	3,0	5,0	-2,0
Convolvulo-Epilobietum hirsuti HILB., HEINR. et NIEM. 1972	3,0	5,0	-2,0
Convolvulo-Eupatorietum cannabini (OBERD. et al. 1967) GÖRS 1974	5,0	5,0	0,0
Coronillo vaginalis-Pinetum sylvestris RICH. 1972	3,0	2,0	1,0
Corydallo cavae-Aceretum pseudoplatani MOOR 1938	3,0	1,5	1,5
Corynephero-Pinetum sylvestris (JURASZEK 1928) HOFMANN 1964	0,4	3,0	-2,6
Crepidetum terglouensis OBERD. 1950	3,0	1,0	2,0
Crepido-Festucetum commutatae LÜDI 1948	3,0	1,0	2,0
Crocynio-Asplenietum billotii G. SCHULZE et KORNECK 1971	5,0	1,2	3,8
Cryptogrammetum crispae JENNY-LIPS 1930	5,0	2,0	3,0
Cuscuto europaeae-Convolvuletum sepium TX. 1947 ex LOHM. 1953	3,0	5,0	-2,0
Cynancho-Tilietum platyphyllis WINTERHOFF 1963	5,0	4,0	1,0
Cystopteridetum montanae (HOEPFLINGER 1957) RICHARD 1972	5,0	1,0	4,0
Cytiso nigricantis-Pinetum sylvestris BR.-BL. 1932	3,0	2,0	1,0
Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	3,0	4,0	-1,0
Dauco-Arrhenatheretum (Bromus erectus-Subass.) BR.-BL. 1919	3,0	4,0	-1,0
Dauco-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) BR.-BL. 1919	3,0	4,0	-1,0
Dauco-Arrhenatheretum elatioris (typ. Subass.) BR.-BL. 1919	3,0	4,0	-1,0
Dentario bulbiferae-Abieto-Fagetum LOHM. 1962	3,0	0,6	2,4
Dentario enneaphylli-Fagetum OBERD. ex MATUSZKIEWICZ et MATUSZKIEWICZ 1960	3,0	1,0	2,0
Dentario heptaphyllidi-Fagetum (MOOR 1952) MÜLLER 1966	5,0	0,6	4,4

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Deschampsio flexuosae-Fagetum (Miliium-Subass.) PASS. 1956	1,5	1,5	0,0
Deschampsio flexuosae-Fagetum (typ. Subass.) PASS. 1956	1,5	1,5	0,0
Diantho arenarii-Festucetum ovinae TX. 1951	3,0	1,0	2,0
Diantho deltoides-Armerietum elongatae KRAUSCH 1959	3,0	1,0	2,0
Diantho gratianopolitani-Festucetum pallentis GAUCKLER 1938	3,0	3,0	0,0
Diantho-Molinietum coeruleae PASS. 1955	3,0	3,0	0,0
Diantho-Pinetum KRAUSCH 1962 = Koelerio glaucae-Pinetum sylvestris (STEF-FEN 1931) KRAUSCH 1932 em. SCHUB. 1995	3,0	5,0	-2,0
Dicrano-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	3,0	2,0	1,0
Dicrano-Cultopinetum HOFMANN 2002	3,0	5,0	-2,0
Dicrano-Fagetum PASS. et HOFM. 1965	3,0	1,5	1,5
Dicrano-Juniperetum communis BARKM. 1968 in WESTH. et DEN HELD 1969	3,0	2,0	1,0
Dicrano-Quercetum roboris BARKMAN 1975	1,0	1,0	0,0
Dorycnio-Pinetum OBERD. 1957	4,0	4,0	0,0
Drabo-Hieracietum humilis OBERDORFER (1970) 1977	3,0	1,0	2,0
Elymo-Agropyretum juncei BR.-BL. et DE LEEUW 1936 em. TX. 1957	3,0	3,0	0,0
Elymo-Ammophiletum arenariae (= Ammophiletum typicum) BR.-BL. et DE LEEUW 1936	3,0	3,0	0,0
Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae	3,0	3,0	0,0
Empetro hermaphroditi-Vaccinietum uliginosi BR.-BL. in BR.-BL. in JENNY 1926	0,4	0,6	-0,2
Empetro nigri-Pinetum sylvestris LIBB. et SISS. 1939	0,5	1,0	-0,5
Empetro-Ericetum tetralicis (TX. 1937) WESTHOFF et DE SMIDT 1975	4,0	1,0	3,0
Epilobio dodonaei-Scrophularietum caninae W. KOCH et BR.-BL. 1948	3,0	1,0	2,0
Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum (BÜKER 1942) OBERD. 1957	5,0	1,0	4,0
Ericetum carneaе RÜBEL 1911	4,0	0,2	3,8
Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995	4,0	0,4	3,6
Erico carneaе-Pinetum prostratae ZÖTTL 1951	3,0	1,0	2,0
Erico carneaе-Pinetum uncinatae BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	3,0	3,0	0,0
Erico-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	0,4	2,0	-1,6
Erico-Sphagnetum magellanici (OSVALD 1923) MOORE 1968	3,0	0,5	2,5
Eriophoro-Betuletum pubescentis HUECK 1925 em. PASARGE 1968	1,0	1,0	0,0
Eriophoro-Pinetum [HUECK 1925] HOFM. et PASS. 1968)	3,0	1,0	2,0
Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975	3,0	0,5	2,5
Euphorbio-Callunetum SCHUB. 1960 em. SCHUB. 1995	0,4	2,0	-1,6
Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae KLIKA 1931	3,0	3,0	0,0
Festuco rupiculae-Brachypodietum pinnati MAHN 1959	3,0	5,0	-2,0
Festuco valesiacaе-Stipetum capillatae MAHN 1959	3,0	5,0	-2,0
Festuco-Galietum veri BR.-BL. et DE LEEUW 1936 = Agrostio-Poetum humilis TX. et PRSG. 1951	3,0	2,5	0,5
Festuco-Genistetum sagittalis ISSLER 1927	3,0	0,6	2,4
Festuco-Pinetum sylvestris JURASZEK 1928	0,4	3,0	-2,6

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Festuco-Sperguletum vernalis PASS. 1960	0,4	1,0	-0,6
Filagini-Vulpietum OBERD. 1938	3,0	2,0	1,0
Filipendulo ulmariae-Geranium palustris W. KOCH 1926	5,0	5,0	0,0
Filipendulo-Alnetum LEMÉE 1937	3,0	2,0	1,0
Filipendulo-Alopecuretum pratensis HUNDT em. 1958	3,0	1,0	2,0
Fraxino-Aceretum pseudoplatani TX. 1937	5,0	3,0	2,0
Gageo saxatilis-Veronicetum dillenii (OBERD. 1957) KORNECK 1974	0,4	1,0	-0,6
Galeopsietum angustifoliae BÜKER 1942	5,0	1,0	4,0
Galio borealis-Molinietum W. KOCH 1926 em. PHILIPPI 1960	3,0	1,0	2,0
Galio odorati-Fagetum (Dryopteris-Subass.) SOUGN. et TILL 1959 em. DIERSCHKE 1989	3,0	1,0	2,0
Galio odorati-Fagetum (typ. Subass.) SOUGN. et TILL 1959 em. DIERSCHKE 1989	3,0	1,0	2,0
Galio rotundifolii-Abietetum WRABER 1959	3,0	1,5	1,5
Galio sylvatici-Carpinetum betuli OBERD. 1957	3,0	1,5	1,5
Galio-Alopecuretum pratensi HUNDT 1958	3,0	1,0	2,0
Genisto anglicae-Callunetum (Juniperus-Fazies) TX. 1937	3,0	1,5	1,5
Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	3,0	1,5	1,5
Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv.	3,0	1,5	1,5
Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938	3,0	1,0	2,0
Genisto pilosae-Stipetum stenophyllae KORNECK 1974	3,0	4,0	-1,0
Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	3,0	4,0	-1,0
Gentiano asclepiadae-Molinietum coeruleae OBERD. 1957 em. OBERD. et al. 1967 (= Allio suaveolentis-Molinietum GÖRS (in OBERD. 1979 n.n.) = Selino-Molinietum coeruleae KUHN 1937)	3,0	2,0	1,0
Gentiano pneumonanthes-Nardetum (PRSG. 1950) WESTH. 1969 nom. inv.	0,5	1,0	-0,5
Gentiano verna-Brometum erecti KUHN 1937	3,0	5,0	-2,0
Gentiano-Koelerietum pyramidatae KNAPP 1942 ex BORNKANN 1960	3,0	4,0	-1,0
Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens KNAPP ex OBERD. 1957	3,0	0,3	2,7
Geranio-Quercetum pubescentis (Buxus-Fazies) WAGNER 1941	3,0	2,0	1,0
Heliospermo-Cystopteridetum alpinae RICHARD 1972	5,0	1,0	4,0
Hieracio humilis-Potentilletum caulescentis BR.-BL. in MEIER et BR.-BL. 1934	3,0	1,0	2,0
Hieracio-Empetretum LIBBERT 1940 = Salici repentis-Empetretum FUKAREK 1961	0,4	1,5	-1,1
Holco mollis-Quercetum (robori-petraeae) LEMÉE 1937 corr. et em. OBERD. 1992 (= Fago-Quercetum petraea TX. 1955)	3,0	2,0	1,0
Hordelymo-Fagetum KUHN 1937 em. JAHN 1972	3,0	3,0	0,0
Ilici-Fagetum BR.-BL. 1967	3,0	1,0	2,0
Irido-Alnetum glutinosae DOING 1962	3,0	2,0	1,0
Juncetum squarrosum NORDH. 1922	3,0	0,4	2,6
Junco acutiflori-Molinietum coeruleae PRSG. ap. TX. et PRSG. 1953 (= Cirsio dissecti-Molinietum SISS. et DE VRIES 1942)	3,0	1,0	2,0
Junco-Caricetum fuscae TX. 1952	3,0	1,0	2,0

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Junipero sabiniae-Laricetum (WAGNER 1979) MAYER 1984	3,0	0,3	2,7
Junipero-Arctostaphyletum BR.-BL. ex HAFFTER in BR.-BL. et al. 1939	0,5	1,0	-0,5
Jurineo cyanoidis-Koelerietum glaucae VOLK 1931	3,0	3,0	0,0
Koelerio pyramidatae-Juniperetum communis RAUSCHERT 1969	3,0	3,0	0,0
Koelerio vallesianae-Xerobrometum KORNECK 1967	0,4	5,0	-4,6
Laricetum deciduae BOJKO 1931	3,0	0,5	2,5
Larici-Piceetum (BR.-BL. et al. 1954) ELLENBERG et KLÖTZLI 1972 = Homogyno alpinae-Piceetum ZUKRIGL 1973	0,5	0,5	0,0
Larici-Pinetum cembrae ELLENBERG 1963	0,4	1,5	-1,1
Lathyro palustris-Gratioletum BALATOVA-TULACKOVA 1966	3,0	3,0	0,0
Ledo-Pinetum sylvestris (HUECK 1929) TX. 1955	3,0	1,0	2,0
Ledo-Sphagnetum magellanici SUKOPP 1959	0,5	0,5	0,0
Leontodontetum montani JENNY-LIPS 1930 (= Saxifraga biflora-Gesellschaft)	5,0	1,0	4,0
Leucobryo-Pinetum sylvestris (typ. Subass.) MATUSZ. 1962	0,4	3,0	-2,6
Lonicero alpigenae-Abieti-Fagetum OBERDORFER 1957	5,0	1,0	4,0
Lunario-Aceretum pseudoplatani RICHARD ex SCHLÜTER in GRÜNEBERG et SCHLÜTER 1957	5,0	3,0	2,0
Luzulo albidiae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937	3,0	2,0	1,0
Luzulo nemorosae-Piceetum (SCHMIDT et GAISBERG 1936) BR.-BL. et SISINGH in BR.-BL. et al. 1939 = Luzulo-Abietetum (typ. Subass.) OBERD. 1957	1,0	1,0	0,0
Luzulo pilosae-Fagetum MATUSZKIEWICZ 1973 = Maianthemo-Fagetum PASS. 1959 em. SCHUB. 1995	3,0	1,5	1,5
Luzulo-Abieto-Fagetum (typ. Subass.) HARTM. et JAHN 1967	1,5	1,5	0,0
Luzulo-Fagetum (Carex brizoides-Subass.) MEUSEL 1937	3,0	1,5	1,5
Lycopodio alpini-Nardetum PRSG. 1953 (incl. Pulsatillo-Nardetum TX. 1937)	3,0	0,4	2,6
Lysimachio-Quercetum roboris PASSARGE 1968	3,0	2,0	1,0
Melampyro-Carpinetum PASS. 1957 em. 1968	3,0	3,0	0,0
Melampyro-Quercetum roboris (Deschampsia flexuosa-Subass.) (TX. 1930) PASSARGE 1968	3,0	1,5	1,5
Meo-Festucetum rubrae BARTSCH 1940 = Centaureo-Meetum athamantici nom.cons. TX. 1937	3,0	0,3	2,7
Mercuriali-Fagetum (Melico-Subass.) (HARTMANN 1953) HOFMANN 1968	3,0	2,0	1,0
Minuartietum rupestris TREPP. 1978	3,0	1,0	2,0
Moehringio-Gymnocarpietum robertiana (JENNY-LIPS 1930) LIPPERT 1966	5,0	2,5	2,5
Molinietum coeruleae W. KOCH 1926	3,0	3,0	0,0
Molinio-Fagetum SCAM. 1959	1,0	0,6	0,4
Molinio-Quercetum roboris (TX. 1937) SCAMONI et PASSARGE 1959	1,5	1,5	0,0
Narduretum lachenalii KORNECK 1975	0,4	1,0	-0,6
Oenanthro lachenalii-Molinietum PHIL. 1960	3,0	3,0	0,0
Onobrychido-Brometum erecti TH. MÜLLER 1968 (=Mesobrometum erecti BR.-BL. ap. SCHERRER 1925)	3,0	4,0	-1,0
Oxyrietum digynae (LÜDI 1921) BR.-BL. 1926	3,0	1,0	2,0
Parnassio palustris-Molinietum coeruleae (LIBB. 1928) PASS. 1964	3,0	3,0	0,0

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Pastinaco-Arrhenatheretum elatioris (Alopecurus-Subass.) KNAPP 1954	3,0	3,0	0,0
Pastinaco-Arrhenatheretum elatioris (typ. Subass.) KNAPP 1954	3,0	3,0	0,0
Petasitetum paradoxo BEGER 1922	3,0	1,0	2,0
Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937	3,0	1,0	2,0
Peucedano-Pinetum MATUSZKIEWICZ 1962 = Pyrolo-Pinetum sylvestris (LIBBERT 1933) E. SCHMID 1936	3,0	5,0	-2,0
Peucedano-Quercetum roboris PASS. 1956	3,0	3,0	0,0
Phalarido arundinaceae-Petasiteum hybridi SCHWICK. 1933	5,0	5,0	0,0
Pinus mugii-Rhododendretum hirsuti BR.-BL. 1939 = Rhododendro-Rhododendretum hirsuti AICHINGER 1933 BR.-BL. et SISSINGH in BR.-BL. et al. 1939	0,5	0,2	0,3
Pleurozio-Betuletum pubescentis HUECK 1925 em. PASARGE 1968	1,0	1,0	0,0
Pleurozio-Pinetum sylvestris KLEIST 1929	0,5	1,0	-0,5
Polygalo amarae-Seslerietum varia WINTERHOFF 1962	3,0	3,0	0,0
Polygalo-Nardetum (PRSG. 1953) OBERD. 1957	3,0	1,0	2,0
Polygono vivipari-Genistetum sagittalis (KUHN 1937) MÜLLER 1978	0,5	0,5	0,0
Polypodio-Empetretum WESTH. in DEN HARTOG 1951	0,4	1,5	-1,1
Polystichetum lonchitis (OBERD. 1957) BEGUIN 1972	5,0	1,0	4,0
Poo badensis-Allietum montani GAUCKLER 1957	0,4	1,0	-0,6
Poo nemoralis-Tilietum cordatae FIRBAS et SIGMOND 1928	3,0	3,0	0,0
Poo-Trisetetum flavescentis KNAPP 1951	3,0	3,0	0,0
Potentillo-Deschampsietum mediae OBERD. 1957	3,0	3,0	0,0
Potentillo-Elymetum arenariae TX. 1966	3,0	3,0	0,0
Potentillo-Stipetum capillatae LIBBERT 1933	3,0	3,0	0,0
Primulo veris-Carpinetum NEUHÄUSL et NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1964	3,0	2,0	1,0
Pruno-Fraxinetum OBERD. 1953	3,0	2,0	1,0
Pulsatillo pratensis-Phleetum phleoidis PASS. 1959	3,0	2,0	1,0
Pulsatillo-Caricetum humilis GAUCKLER 1938	3,0	3,0	0,0
Pyrolo-Abietetum OBERD. 1957	3,0	1,5	1,5
Pyrolo-Salicetum WESTH. in BARENDREGT 1982	0,4	1,0	-0,6
Querco roboris-Pinetum sylvestris MATUSZKIEWICZ 1956	0,5	3,0	-2,5
Querco-Ulmetum minoris ISSLER 1953	5,0	4,0	1,0
Ranunculo auricomi-Deschampsietum cespitosae SCAM. 1955	3,0	3,0	0,0
Rhododendretum ferruginei RÜBEL 1911	0,5	0,2	0,3
Rhododendretum hirsuti LÜDI 1921	3,0	0,5	2,5
Rhynchosporium albae OSV. 1923 em. W. KOCH 1926	5,0	1,0	4,0
Ribo sylvestris-Fraxinetum LEMÉE 1937 corr. PASSARGE 1958	5,0	3,0	2,0
Roso pimpinellifoliae-Salicetum arenariae TX. 1952	3,0	3,0	0,0
Roso-Juniperetum TX. 1964	3,0	3,0	0,0
Salicetum albae ISSLER 1926	3,0	4,0	-1,0
Salicetum fragilis PASS. 1957	3,0	3,0	0,0

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Salicetum purpureae WENDELB.-ZELINKA 1952	3,0	3,0	0,0
Salici arenariae-Hippophaetum rhamnoides BR.-BL. et DE LEEUW 1936	5,0	3,0	2,0
Saxifraga sponhemica-Gesellschaft	5,0	1,0	4,0
Saxifraga tridactylitis-Poetum compressae (KREH 1945) GEHU et LERIQ 1957	3,0	3,0	0,0
Sclerantho-Sempervivetum arachnoidei BR.-BL. (1949) 1955	0,4	2,0	-1,6
Scolopendrio-Fraxinetum SCHWICKERATH 1938	5,0	2,0	3,0
Sedo-Poetum badensis MAHN 1965	3,0	2,0	1,0
Sempervivetum soboloferi KORNECK 1957	3,0	3,0	0,0
Senecionetum fluviatilis (ZAHLH. 1979) TH. MÜLLER 1983	3,0	5,0	-2,0
Seslerio variaae-Fagetum KNAPP 1948	3,0	1,0	2,0
Seslerio-Cultopinetum SCHUBERT 1972	3,0	3,0	0,0
Seslerio-Mesobrometum KUHN 1937	3,0	3,0	0,0
Seslerio-Xerobrometum OBERD. 1957 = Bromo-Seslerietum (KUHN 1937) OBERD 1957	3,0	3,0	0,0
Sileno conicae-Cerastietum semidecandri KORNECK 1974	3,0	2,0	1,0
Sileno otitis-Koelerietum gracilis KORNECK 1974	3,0	3,0	0,0
Sileno rupestris-Asplenietum septentrionalis OBERD. 1957	3,0	2,0	1,0
Sileno rupestris-Sedetum annui OBERD. 1957	5,0	1,0	4,0
Soldanello montanae-Piceetum VOLK in BR.-BL. et al. 1939	5,0	0,4	4,6
Soncho palustris-Archangelicetum litoralis TX. 1937 (= Angelico-Sonchetum palustre TX. 1937)	3,0	5,0	-2,0
Sorbo ariae-Aceretum pseudoplatani Moor 1952	3,0	1,0	2,0
Spergulo-Coryneporetum canescentis (TX. 1928) LIBB. 1933	3,0	1,5	1,5
Sphagno compacti-Trichophoretum germanici (OBERD. 1938) BARTSCH 1940 em. DIERSSEN 1975	3,0	1,0	2,0
Sphagno girgensohnii-Piceetum KUOCH 1954	3,0	1,0	2,0
Sphagno-Alnetum glutinosae LEMÉE 1937	3,0	1,0	2,0
Sphagno-Betuletum pubescentis DOING 1962	1,0	1,0	0,0
Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964	3,0	0,4	2,6
Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931	3,0	0,4	2,6
Stellario holosteaee-Carpinetum betuli (Stachys-Subass.) OBERD. 1957	3,0	3,0	0,0
Stellario holosteaee-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	3,0	1,0	2,0
Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957	5,0	2,0	3,0
Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	3,0	5,0	-2,0
Teucro-Festucetum cinerae MAHN 1965	3,0	2,0	1,0
Teucro-Seslerietum VOLK 1937	3,0	3,0	0,0
Thalictrum flavum-Gesellschaft	3,0	5,0	-2,0
Thlaspietum rotundifolii BR.-BL. 1926	5,0	1,0	4,0
Thymo-Festucetum ovinae TX. 1937	3,0	2,0	1,0
Tilio-Carpinetum TRACZYK 1962	3,0	4,0	-1,0
Trifolio-Festucetum rubrae OBERD. 1957	3,0	0,5	2,5

<b>Pflanzengesellschaft</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> nach Tab. 5.7 Manual [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>N<sub>crit(plant)</sub> angepasst nach CLemp [mg N l<sup>-1</sup>]</b>	<b>Differenz [mg N l<sup>-1</sup>]</b>
Trifolio-Festucetum violaceae BR.-BL. 1926	3,0	0,3	2,7
Trinio-Caricetum humilis VOLK in BR.-BL. et MOOR 1938	3,0	0,5	2,5
Trisetum spicati OBERD. 1959	3,0	0,5	2,5
Trollio-Molinietum Guinochet 1955	3,0	2,0	1,0
Ulmo glabrae-Aceretum pseudoplatani BERGER 1922	5,0	1,0	4,0
Vaccinio myrtilli-Callunetum BÜK. 1942	0,5	1,0	-0,5
Vaccinio myrtilli-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	1,0	1,0	0,0
Vaccinio myrtilli-Cultopinetum HOFMANN 2002	0,4	3,0	-2,6
Vaccinio myrtilli-Fagetum (typ. Subass.) PASS. 1965	1,5	1,5	0,0
Vaccinio myrtilli-Piceetum TX. 1955	1,0	1,0	0,0
Vaccinio myrtilli-Pinetum montanae MORTON 1927	0,5	0,3	0,2
Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvaticae PASS. 1956	0,5	1,0	-0,5
Vaccinio uliginosae-Pinetum rotundatae OBERD. 1934	0,5	1,0	-0,5
Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis LIBB. 1933	0,5	1,5	-1,0
Vaccinio uliginosi-Pinetum mugi KÄSTNER et FLÖSSNER 1933	0,5	1,0	-0,5
Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris KLEIST 1929 em. MATUSZ. 1962	0,5	1,0	-0,5
Vaccinio vitis-idaee-Pinetum sylvestris MAYER et HOFFMANN 1969	1,0	3,0	-2,0
Vaccinio vitis-idaea-Quercetum OBERD. (1957) 1992	0,5	1,5	-1,0
Vaccinio-Abietetum OBERD. 1957 (incl.Molinio-Piceetum [REINH. 1939] GROßER 1964)	0,5	0,4	0,1
Vaccinium uliginosum-Gesellschaft	3,0	0,5	2,5
Valeriano montanae-Dryopteridetum villarii AICHINGER 1933 (= Doronicum grandiflorum-Arabis alpina-Gesellschaft)	3,0	1,0	2,0
Valeriano-Filipenduletum SISSINGH in WESTHOFF et al. 1946 (incl. Filipendula ulmaria-Ges.)	5,0	5,0	0,0
Veronico longifoliae-Euphorbietum palustris KORNECK 1963	3,0	5,0	-2,0
Veronico longifoliae-Scutellarietum hastifoliae WALTHER 1955	3,0	5,0	-2,0
Vicio cassubicae-Cultopinetum HOFMANN 2002	3,0	5,0	-2,0
Vincetoxietum hirundinariae KAISER 1926	3,0	1,0	2,0
Violo caninae-Corynephorum canescentis WESTH. in WESTH. et al. 1946	0,4	1,5	-1,1
Violo caninae-Nardetum strictae (ISSL. 1927) OBERD. 1957	0,5	0,5	0,0
Violo-Molinietum PASS. 1955	3,0	1,0	2,0
Viscario-Avenetum pratensis OBERD. 1949	3,0	3,0	0,0
Woodsio ilvensis-Asplenietum septentrionalis TX. 1937	3,0	2,0	1,0
Xerobrometum erecti BR.-BL. 1915 em. 1931	3,0	5,0	-2,0
		<b>Anteil</b>	<b>Anzahl</b>
< 0,0		20%	65
=		26%	84
> 0,0		53%	169

## 7.1.4 Beispiele für die Ermittlung von $N_{crit}$

### 7.1.4.1 Ermittlung von $N_{crit(plant)}$ nach Tabelle 3.2-2

Die Pflanzengesellschaft *Cetrario-Loiseleurietum* BR.-BL. et al. 1939 wird diagnostiziert anhand des hochsteten Vorkommens der Arten *Cladonia arbuscula*, *Cladonia rangiferina*, *Empetrum nigrum*, *Helictotrichon versicolor*, *Loiseleuria procumbens*, *Luzula lutea*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Thamnolia vermicularis*, *Vaccinium gaultherioides*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea* sowie anhand der Charakterarten *Alectoria ochroleuca*, *Cladonia uncialis*, *Hieracium alpinum* (Grabherr u. Mucina 1993 Teil II S. 450).

Sie enthält demnach mehrere Flechtenarten und bekommt im 1. Arbeitsschritt entsprechend Manual (Tabelle 3.2-2) einen  $N_{crit(plant)}$  von  $0,2 \text{ mg N l}^{-1}$  zugewiesen.

Die  $CL_{nut(N)}$ , die sich nach der SMB-Methode (vgl. BMVBS 2013, Kap. 8) für die 2 Bodenformen und 3 Klimaregionaltypen, in denen sie meistens vorkommt, ergeben, liegen innerhalb der Spanne der empirischen CL für den EUNIS-Code F2.2A von  $5-15 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (Tabelle 7.1-2).

**Tabelle 7.1-2: Critical Loads bei Einsatz von  $N_{crit(plant)}$  entsprechend ICP Tab 5.7**

LRT	Wärme-Stufe	Klima-feuchte-Stufe	Boden-typ	Aus-gangssub-strat	Gesellschafts-Name	Nutzung	$N_{crit(plant)}$ nach Manual	$CL_{nutN}$	Empirical CL min (unterer Span-nenwert)	Empirical CL max (oberer Span-nenwert)
							$\text{kg N m}^{-3}$	$\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$		
4060 Alpine und boreale Heiden	sommerkalt-winterkalt	sehr hohe Luftfeuchte	Ranker	Silikatge-steine	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	keine Pflege/Nutzung	0,0002	15,2	5	15
4060 Alpine und boreale Heiden	sommerkalt-winterkalt	sehr hohe Luftfeuchte	Fahlerde	Silikatge-steine	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	keine Pflege/Nutzung	0,0002	14,4	5	15
4060 Alpine und boreale Heiden	sommerkühl-winterkalt	sehr hohe Luftfeuchte	Ranker	Silikatge-steine	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	keine Pflege/Nutzung	0,0002	8,7	5	15
4060 Alpine und boreale Heiden	sommerkühl-winterkalt	sehr hohe Luftfeuchte	Fahlerde	Silikatge-steine	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	keine Pflege/Nutzung	0,0002	8,1	5	15
4060 Alpine und boreale Heiden	sommerkühl-winterkalt	hohe Luftfeuchte	Ranker	Silikatge-steine	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	keine Pflege/Nutzung	0,0002	7,1	5	15
4060 Alpine und boreale Heiden	sommerkühl-winterkalt	hohe Luftfeuchte	Fahlerde	Silikatge-steine	Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	keine Pflege/Nutzung	0,0002	6,7	5	15

### 7.1.4.2 Ermittlung von $N_{crit(plant)}$ durch Neuberechnung aus empirischen CL

Die Flechtenarten *Cladonia foliacea* und *Cladonia mitis* sind hochstete Begleiter (aber nicht Charakterarten im syntaxonomischen Sinn) in der Gesellschaft *Violo caninae-Corynephorretum canescantis*. Laut Manual Tab 5.7 wäre ein  $[N_{crit(plant)}]$  von  $0,2$  bis  $0,4 \text{ mg l}^{-1}$  zuzuordnen. Der sich ergebene CL (Tabelle 7.1-3) liegt weit unter der empirischen CL-Spanne für „Coastal stable dune grasslands (grey dunes)“, deren Spanne mit „quite reliable“ eingestuft wurde (BOBBINK u. HET-TELINGH 2011).

**Tabelle 7.1-3: Gegenüberstellung der Critical Loads bei Einsatz von  $N_{crit(plant)}$  nach Tabelle 3.2-2 sowie bei Einsatz der aus empirischen Critical Loads berechneten  $N_{crit(plant)}$**

LRT	Wärme-Stufe	Klima-feuchte-Stufe	Boden-den-typ	Ausgangs-substrat	Gesellschafts-Name	Nut-zung	$N_{crit(plant)}$ nach Manual	CLnutN bei $N_{crit}$ wie links	$N_{crit(plant)}$ Nach emp. CL	CLnutN bei $N_{crit}$ wie links	Empirical CL min (unterer Spannwert)	Empirical CLmax (oberer Spannwert)
							mg l <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>	kg m <sup>3</sup>	kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>		
2330 Dünen mit offenen Grasflächen mit Corynephorus und Agrostis	sommer-warm-winter-kühl	sehr hohe Luft-feuchte	Braun erde-Pod-sol	Sande und mächtige Sand-Deck-schichten	<i>Viola caninae</i> - <i>Corynephorum canescens</i> WESTH. in WESTH. et al. 1946	keine Pflege/Nut-zung	0,0004	3,8	0,0015	7,2	8	15
2330 Dünen mit offenen Grasflächen mit Corynephorus und Agrostis	sommer-warm-winter-kühl	sehr hohe Luft-feuchte	Rego-sol/Lo-cker-syro-sem	Sande und mächtige Sand-Deck-schichten	<i>Viola caninae</i> - <i>Corynephorum canescens</i> WESTH. in WESTH. et al. 1946	keine Pflege/Nut-zung	0,0004	3,7	0,0015	7,2	8	15

Für diese Pflanzengesellschaft wurde daher der  $N_{crit(plant)}$  auf 1,5 mg N l<sup>-1</sup> festgesetzt.

## 7.2 Herleitung von $CN_{crit(plant)}$ und $BS_{crit}$ - Pflanzengesellschaften und Stetigkeitstabellen

### 7.2.1 Auswahl der charakteristischen Pflanzengesellschaften und Standorttypen

Die Auswahl der charakteristischen Pflanzengesellschaften, d. h. der "Referenz-Pflanzengesellschaften" der FFH-Lebensraumtypen Deutschlands erfolgte anhand des BfN-Handbuchs zur Umsetzung der FFH-RL (SSYMANK et al. 1998). Neben den dort genannten Pflanzengesellschaften wurden einige wenige Subassoziationen oder in den Rang von Assoziationen erhobene, früher als Subassoziationen beschriebene Gesellschaften ergänzt. Dies war erforderlich, um eine eindeutige Zuordnung einer Pflanzengesellschaft zu einem abiotischen Standorttyp vornehmen zu können. Dem aktuellen Trend zur Zusammenführung früherer, feiner differenzierter Gesellschaften zu weiter gefassten Einheiten wurde nicht gefolgt. Das hätte nicht der Zielsetzung entsprochen, eine möglichst eindeutige Zuordnung von regional spezifischen Gesellschaftsausprägungen zu Standorttypen zu erhalten.

### 7.2.2 Verwendete Stetigkeitstabellen und Übersicht der Begleitinformationen

Es wurden immer nur die Stetigkeitstabellen für eine (Sub-)Assoziation aus einer Region ausgewertet. Dadurch wurde vermieden, dass Vegetationsaufnahmen aggregiert werden, die zwar unter dem gleichen Gesellschaftsnamen und gleicher Autorenschaft veröffentlicht wurden, aber jeweils deutlich verschiedene charakteristische Artenkombinationen in verschiedenen Regionen enthalten. Tabelle 3.2-3 gibt einen Überblick über die Datengrundlagen.

Für Deutschland wurden aus 32 Standardwerken der Pflanzensoziologie die dort dokumentierten Stetigkeitstabellen ausgewertet, die insgesamt auf 20.467 Vegetationsaufnahmen beruhen. Diese große Anzahl an ausgewerteten Vegetationsaufnahmen ermöglicht eine Ausweisung der Stetigkeit und Gesellschaftstreue von Arten in Pflanzengesellschaften, die eine Pflanzengesellschaft bestimmen. Die Vegetationsaufnahmen und Stetigkeitstabellen entstammen folgenden Autoren: ANDERS et al. 2002, ELLENBERG 1996, HÄRTLE et al. 2004, HARTMANN und JAHN 1967, HOFMANN 1969a,

HUNDT 1964, ISSLER 1942, KLAPP 1965, MAHN 1959,1965, MATUSZKIEWICZ 1958, 1962, OBERDORFER 1957, 1992-1998, PASSARGE 1964, PASSARGE und HOFMANN 1968, , PREISING 1953, PREISING et al. 1990a,b u. 1997, SCHMIDT et al. 2002, SCHUBERT 1960, 1991, TÜXEN 1937, 1958, TÜXEN und WESTHOFF 1963, WILLNER 2002, WOLFRAM 1996. Teilweise waren die angegebenen Fundorte ortskonkret, wurden zum Teil aber auch als Fundlandschaften beschrieben, z.B. „nördlicher Schwarzwald“ oder „Rheintal bei Karlsruhe“. Sie verteilen sich auf ganz Deutschland mit Schwerpunkten in überwiegend bewaldeten, von Grasland oder Mooren geprägten Regionen.

Aus den Stetigkeitstabellen der Pflanzengesellschaften wurden die hochsteten, standorttreuen Arten zugeordnet, wenn sie in dieser Gesellschaft mit einer Stetigkeit von über 70 % aller Aufnahmen vorkamen. Aufgenommen wurden ebenfalls die Charakter- und Trennarten. Für die Ermittlung der Critical Limits wurden nur die hochsteten Arten mit einer Stetigkeit von über 70 % und die Charakterarten mit einer Stetigkeit von >40% verwendet (vgl. Blatt 5-06 in BMVBS 2013).

Nicht alle ausgewerteten Quellen enthalten quantifizierte Stetigkeitsangaben. POTT (1992) sowie SCHUBERT et al. (1995) zählen die Charakterarten und hochsteten Begleiter ohne eine Stetigkeitstabelle auf. Diese Angaben wurden genutzt, weil für die entsprechenden 11 Gesellschaften keine Stetigkeitstabellen zu ermitteln waren. Die in GRABHERR und MUCINA (1993) sowie MUCINA et al. (1993) genannten Charakterarten und hochsteten Begleiter (z. T. ohne Stetigkeitstabelle) sind in den österreichischen Alpen erhoben worden, es werden dort aber auch weitere Fundorte bzw. –landschaften in Deutschland benannt.

Im Tabelle 7.2-1 wird für alle FFH-relevanten Gesellschaften angegeben, wie im Einzelfall verfahren wurde. Für die Einschätzung der Validität der Stetigkeit einer Art in einer Gesellschaft ist die Anzahl der Aufnahmen je Gesellschaft als ausschlaggebendes Kriterium gewertet worden.

**Tabelle 7.2-1: Anzahl von ausgewerteten Vegetationsaufnahmen in Stetigkeitstabellen und Angaben zum Boden der Pflanzengesellschaften in den Begleittexten, Bewertung der Validität**

Spalte [4] Bewertung auf Vorschlag von SSYMANK (mündl. 2011):

**Kriterien für die Vegetationsdaten\***

Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle verfügbar  
 < 6 historische Aufnahmen für die Pflanzengesellschaft  
 6-10 historische Aufnahmen für die Gesellschaft  
 ≥ 10 historische Aufnahmen für die Gesellschaft

**Bewertung**

fachgutachterliche Schätzung  
 fachgutachterliche Schätzung  
 ausreichend validiert  
 gut validiert

Spalte [5] <sup>12</sup>

**Kriterien für Bodendaten**

Beschreibung von Bodeneigenschaften oder Trophie- und Säure-Basen-Status nach 1965  
 Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1965  
 Angabe der Bodenform vor 1965  
 Angaben zu Nährkraft und Humusform und Bodenform vor 1960  
 Angabe der Bodenform mit Messwerten an Standorten mit der Pflanzengesellschaft

**Bewertung**

fachgutachterliche Schätzung  
 fachgutachterliche Schätzung  
 fachgutachterliche Schätzung  
 ausreichend validiert  
 gut validiert

<sup>12</sup> Die Validität in Tabelle 7.2-1 bezieht sich nicht auf die abgeleiteten CLI, sondern auf die in Kapitel 7.3 beschriebenen Spannen (nicht dargestellt).

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Aceri pseudoplatani-Fagetum BARTSCH et BARTSCH 1940	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. III/7	14	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Aceri-Carpinetum KLIKA 1941	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 9f	23	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Adenostylo glabrae-Abietetum sylvatici MAYER 1969	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 339/2B	33	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Adenostylo glabrae-Piceetum MAYER 1969	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 271/12a	24	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	70	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Agrostietum coarctatae KOBENDZA 1930 (= Agrostietum vinealis KOB. 1930)	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 262	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Agrostio-Quercetum PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 30b	12	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Agrostis tenuis-Gesellschaft	Passarge (1964) Tab. 82f	14	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Airetum praecocis (SCHWICK. 1944) KRAUSCH 1968	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/1	76	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Airo caryophylleae-Festucetum ovinae TX. 1955	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 78/2b/1	14	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Alchemillo-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) SOUGN. 1963	Klapp (1965) Tab. 52II (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/2)	406	gut validiert	pH/BS, Bodenform vor 1960	gut validiert
Alchemillo-Arrhenatheretum (typ. Subass.) SOUGN. 1963	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/2 (auch Klapp (1965) Tab. 52I)	218	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Allio montani-Veronicetum vernaе OBERD 1957 em. KORNECK 1975	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 83/11	6	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae (KNAPP 1944) KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 94/1c/2	14	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Alnetum incanae LÜDI 1921	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 303/1Ad (auch Tüxen (1937) S.	402	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

<sup>13</sup> Quellenangaben gelten hier nur für die Vegetationsaufnahmen; die Quellen für die Bodenansprachen sind im Begleittext zu den Stetigkeitstabellen enthalten.

<sup>14</sup> Die Anzahl der Vegetationsaufnahmen stimmte in einigen Fällen nicht mit den Angaben in der Literatur überein. Unstimmigkeiten resultieren u.a. daraus, dass unterschiedliche Gesellschaftsnamen von verschiedenen Autoren synonym verwendet werden und/oder bei mehrfach ausgewerteten Gesellschaftsnamen nur eine Fundstelle zitiert wurde.

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
	151)				
Alyso alyssoidis-Sedetum albi OBERD. et MÜLLER in MÜLLER 1961	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 85/14b	44	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Anarrhinum belledifolium-Gesellschaft	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 14/22	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Androsacetum helveticae LÜDI ex BR.-BL. 1926	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 1/1	12	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Anemono sylvestris-Quercetum roboris OBERD. 1957	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 25f (auch Hartmann u. Jahn (1967) Tab. XII/36)	9	ausreichend validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Anthyllido-Leontodontetum hyoseroides ZOLLER 1951	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 11/10a	8	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Aposerido-Fagetum OBERD. ex OBERD. et al. 1967	Horvat, Glavac, Ellenberg (1974) Tab. 46/5-7	29	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Armerio-Agrostidetum tenuis HUECK 1931	Passarge (1964) Tab. 82g	16	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Armerio-Festucetum ovinae KNAPP 1942	Passarge (1964) Tab. 82c-e	44	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Armerio-Festucetum trachyphyllae (LIBB. 1933) R. KNAPP 1948 ex HOHENESTER 1960	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/12a	78	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Arunco-Aceretum MOOR 1952	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 118 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 133 u. Tab. 19/11)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 151 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Arunco-Alnetum TX. 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 305/5B (auch Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 39h; Schmidt (2002) 8.1.2, Tab. 2/7/3.1)	177	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Asperulo taurinae-Aceretum ELLENBERG et KLÖTZLI 1972	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 120	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Asperulo taurinae-Tilietum TREPP 1947	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 126 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 131 u. Tab. 19/6)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 15 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Asperulo-Abieti-Fagetum (typ. Subass.) TH. MÜLLER 1966	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. IVb/3	75	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Asplenietum septentrionali-adianti-nigri OBERD. 1938	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 5/14	23	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Asplenietum serpentinae (KNAPP 1942) GAUCKLER 1954	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 6/16	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Asplenietum trichomanorutae-murariae TX. 1937	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 3/7a (auch Tüxen (1937) S. 13)	39	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Asplenio viridis-Cystopteridetum fragilis (KUHNS 1939) OBERD. 1949	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 1/8 bzw. Tab. 4/8a-8c	54	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Asplenio-Caricetum brachystachyos RICHARD 1972 nom. inv.	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 1/10 bzw. Tab. 4/10	6	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Asplenio-Piceetum KOCH 1954	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 272/13B	17	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Astrantio-Trisetetum flavescens KNAPP 52 (= Astrantia major-Trisetetum flavescens-Gesellschaft)	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/5	33	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Athamanto-Trisetetum distichophylli LIPPERT 1966	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 11/8	110	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Athyrietum alpestris SCHMID 1923	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 487	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Athyrio-Alnetum glutinosae TX. 1953	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 4d (auch Schmidt (2002) 11.1.3, Tab. 2/8/4)	42	gut validiert	C/N, pH, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Aveno-Genistetum sagittalis OBERD. 1957	Passarge (1964) Tab. 88e-f	4	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Bazzanio-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 106	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Bazzanio-Piceetum (SCHMIDT et GAISBERG 1936) BR.-BL. et SISSINGH in BR.-BL. et al. 1939	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 269/10Ab	197	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Betuletum carpaticae LOHMEYER et BOHN 1962	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. II/56	20	gut validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Betulo-Quercetum (GAUME 1924) TX. 1937	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 291/2b1 (auch Tüxen (1937) S. 129)	70	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Biscutello-Asplenietum septentrionalis KORNECK 1974	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 5/12	15	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Brachypodio pinnati-Cultopinetum HOFMANN 2002	Anders et al. (2002) Tab. 3-30	20	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Bromo tectorum-Phleetum arenarii KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 80/6a, 6b	114	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Bromo-Carpinetum (typ. Subass.) HOFM. 1968	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 21g	4	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Buxus sempervirens-Gesellschaft	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. XII/30	6	ausreichend validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung
Calamagrostietum villosae SCHMID 1923	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 486	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Calamagrostio arundinaceae-Abieto-Fagetum (typ. Subass.) HARTM. et JAHN 1967	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIa/4	10	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform u. a. vor 1960	gut validiert
Calamagrostio variaepinetum OBERD. 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 259/4	48	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Calamagrostio villosae-Piceetum (Barbilophozia-Subass.) TX. 1937	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. II/15	36	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Calamagrostio villosae-Piceetum (typ. Subass.) VOLK 1939	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. II/20	205	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Cardamino trifoliaefagetum OBERD. et MÜLLER 1984	Willner (2002) Tab. 6/28	200	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cardaminopsietum petraeae THORN 1958	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 1/5 bzw. Tab. 2/5	61	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Carex panicea-Nardus stricta-Gesellschaft	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/6	17	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Caricetum diandrae JONAS 1932	Passarge (1964) Tab. 72a,b (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 66/4a)	55	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Caricetum elatae (Comaro-Subass.) KOCH 1926	Passarge (1964) Tab. 20b,d (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 36/1d)	79	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 67/8f	22	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Caricetum mucronatae (HOLZNER et HÜBL	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 410	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
1977) SMETTAN 1981			von Charakter- und höchsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Basen-Status nach 1965	
Carici elongatae-(Betulo-)Alnetum glutinosae BODEUX 1955	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 4f (auch Schmidt (2002) 11.3, Tab. 2/8/1; Tüxen (1937) S. 136)	68	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Carici humilis-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 249 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 172 u. Tab. 29/4 )	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und höchsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 36 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Carici pendulae-Aceretum pseudoplatani OBERD. 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.322/10B (auch Schmidt (2002) 13.2, Tab. 2/10/2)	322	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Carici pilosae-Carpinetum NEUHÄUSL et NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1964	Knollová et Chytrý (2004) Tab. 1, CpC	123	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Carici remotae-Fraxinetum W. KOCH 1926 ex FAB. 1936	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 7h (auch Schmidt (2002) 8.3.2, Tab. 2/7/1.1; Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 304/4a; Tüxen (1937) S. 149)	41	gut validiert	C/N, pH, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Carici-Fagetum MOOR 1952 em. LOHM 1953	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIIb/41	9	ausreichend validiert	pH/BS, C/N, KAK u. a., Bodenform vor 1960	gut validiert
Carlino acaulis-Caricetum sempervirentis LUTZ 1947	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 111/3b	49	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Carpino-Ulmetum minoris PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 9c (auch Schmidt (2002) 13.4, Tab. 2/10/4)	20	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Centaureo montanae-Calamagrostietum arundinaceae J. et M. BARTSCH 1940	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 490	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und höchsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Cephalanthero-Fagetum TX. 1955	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIIa 30	7	ausreichend validiert	pH/BS, C/N, KAK u. a., Bodenform vor 1960	gut validiert
Cerastietum pumili OBERD. et MÜLLER in MÜLLER 1961	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 85/13d	12	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cetrario-Loiseleurietum BR.-BL. et al. 1939	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 450	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und höchsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Cicerbitetum alpinae BOLLETO 1921	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 471	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
			von Charakter- und höchsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Basen-Status nach 1965	
Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae OBERD. et PHILIPPI ex. GÖRS 1974	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 229/18a	123	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937	Passarge (1964) Tab. 91a,b	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Cladonio-Pinetum sylvestris (typ. Subass.) PASS. 1956	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 36a (auch Matuczkiwicz (1962) Tab. 1/1, Runge (1994) S. 247)	267	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Cnidio dubii-Violetum pumilae (KORNECK 1962) BAL.-TUL. 1969	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 334	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und höchsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Cnidio venosi-Violetum persicifoliae SEGAL 1966 (= Violocnidietum WALTH. ex PHIL. 1960)	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 220/21	182	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cnidio-Deschampsietum caespitosae HUNDT 1958 (incl. Allium angulosum-Ges.)	Passarge (1964) Tab. 64g-h	21	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Convolvulo-Archangelicetum litoralis PASSARGE 1964	Passarge (1964) Tab. 44c-e	20	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Convolvulo-Epilobietum hirsuti HILB., HEINR. et NIEM. 1972	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 169/6	25	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1964	fachgutachterliche Schätzung
Convolvulo-Eupatorietum cannabini (OBERD. et al. 1967) GÖRS 1974	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 169/5	30	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1961	fachgutachterliche Schätzung
Coronillo vaginalis-Pinetum sylvestris RICH. 1972	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 259/5	41	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Corydallo cavae-Aceretum pseudoplatani MOOR 1938	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 109 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 134 u. Tab. 19/13)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (keine Angabe der Aufnahmen-Anzahl)	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Corynephoropinetum sylvestris (JURASZEK 1928) HOFMANN 1964	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37a,b	21	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Crepidetum terglouensis OBERD. 1950	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 10/4	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Crepidofestucetum commutatae LÜDI 1948	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 117/6a	166	gut validiert	pH/BS, Bodenform vor 1960	gut validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Crocynio-Asplenietum billotii G. SCHULZE et KORNECK 1971	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 5/15	55	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cryptogrammetum crispae JENNY-LIPS 1930	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 9/1	1	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cuscuto europaeae-Convolvuletum sepium TX. 1947 ex LOHM. 1953	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 169/3	66	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1962	fachgutachterliche Schätzung
Cynancho-Tilietum platyphyllis WINTERHOFF 1963	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIIc/11 (auch Schmidt (2002) 13.3, Tab. 2/10/3 ; Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 319/6C; )	105	gut validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung
Cystopteridetum montanae (HOEPFLINGER 1957) RICHARD 1972	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 11/12	2	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Cytiso nigricantis-Pinetum sylvestris BR.-BL. 1932	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 259/6C (auch Runge (1994) S. 237)	14	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	12	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Dauco-Arrhenatheretum (Bromus erectus-Subass.) BR.-BL. 1919	Klapp (1965) Tab. 52l (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 236/1c)	118	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Dauco-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) BR.-BL. 1919	Klapp (1965) Tab. 52ll (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 236/1f)	279	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Dauco-Arrhenatheretum elatoris (typ. Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66e-i (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 235/1a, Tüxen (1937) S. 105)	247	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Dentario bulbiferae-Abieto-Fagetum LOHM. 1962	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. IVa/24-26 (auch Härtle et al 2004 Tab. 16/14)	31	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Dentario enneaphylli-Fagetum OBERD. ex MATUSZKIEWICZ et MATUSZKIEWICZ 1960	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. IVa/11	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Dentario heptaphyllidi-Fagetum (MOOR 1952) MÜLLER 1966	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIIb/1-4	102	gut validiert	pH/BS, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Deschampsio flexuosae-Fagetum (Miliium-Subass.) PASS. 1956	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 18a (auch Runge (1994) S. 273)	225	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Deschampsio flexuosae-Fagetum (typ.	Passarge u. Hofmann (1968) Tab.	498	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Subass.) PASS. 1956	17b (auch Schmidt (2002) 2.4, Tab. 2/1/1; Runge (1994) S. 273; Willner (2002) Tab. 6/40)				
Diantho arenarii-Festucetum ovinae TX. 1951	Pott (1992) S. 248	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Diantho deltoides-Armerietum elongatae KRAUSCH 1959	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/12b	16	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Diantho gratianopolitani-Festucetum pallentis GAUCKLER 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 89/18a/1)	92	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Diantho-Molinietum coeruleae PASS. 1955	Passarge (1964) Tab. 61c-i	110	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Diantho-Pinetum KRAUSCH 1962 = Koelerio glaucae-Pinetum sylvestris (STEFFEN 1931) KRAUSCH 1932 em. SCHUB. 1995	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37d	4	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Dicrano-Cultopiceetum SCHUBERT 1972	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 106	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Dicrano-Cultopinetum HOFMANN 2002	Anders et al. (2002) Tab. 3-38	97	gut validiert	pH/BS, C/N vor 1960	gut validiert
Dicrano-Fagetum PASS. et HOFM. 1965	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 28	25	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Dicrano-Juniperetum communis BARKM. 1968 in WESTH. et DEN HELD 1969	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 113	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Dicrano-Quercetum roboris BARKMAN 1975	Passarge u. Hofmann (1968) S. 170	2	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Dorycnio-Pinetum OBERD. 1957	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 253 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 171 u. Tab. 29/1)	k. A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 245 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Drabo-Hieracietum humilis OBERD. (1970) 1977	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 2/4b	28	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Elymo-Ammophiletum arenariae (=Ammophiletum typi-	Passarge (1964) Tab. 77c	18	gut validiert	pH, Humusform, Bodenform 1980	gut validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
cum) BR.-BL. et DE LEEUW 1936					
Elymo-Ammophiletum festucetosum arenariae	Passarge (1964) Tab. 77d (auch Tüxen (1937) S. 15)	28	gut validiert	pH, Humusform, Bodenform 1980	gut validiert
Empetro hermaphroditivacciniatum uliginosi BR.-BL. in BR.-BL. in JENNY 1926	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 454 (auch Tüxen (1937) S. 122)	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor und nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Empetro nigri-Pinetum sylvestris LIBB. et SISS. 1939	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 36g (auch Matuszkiewicz (1962) Tab. 1/8-10; Runge (1994) S. 247)	61	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Empetro-Ericetum tetralicis (TX. 1937) WESTHOFF et DE SMIDT 1975	Pott (1992) S. 195	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	pH, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Epilobio dodonaei-Scrophularietum caninae W. KOCH et BR.-BL. 1948	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 12/15	12	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum (BÜKER 1942) OBERD. 1957	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 14/21	7	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Ericetum carneaerÜBEL 1911	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 435	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995	Tüxen (1937) S. 110	40	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Erico carneaepinetum prostratae ZÖTTL 1951	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 264 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 211 u. Tab. 44/1-2)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 43 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Erico carneaepinetum uncinatae BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 268 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 213 u. Tab. 44/9)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 12 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Erico-Pinetum sylvestris BR.-BL. in BR.-BL. et al. 1939	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 257/2Bd (auch Runge (1994) S. 238)	20	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Erico-Sphagnetum magellanici (OSVALD)	Passarge (1964) Tab. 75e-f (auch	379	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-	ausreichend

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
1923) MOORE 1968	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 75/2c-d; Tüxen (1937) S. 113)			Basen-Status vor 1965	validiert
Eriophoro-Betuletum pubescentis HUECK 1925 em. PASSARGE 1968	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 33c (auch Schmidt (2002) 12.1, Tab. 2/9/1)	65	gut validiert	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Eriophoro-Pinetum [HUECK 1925] HOFM. et PASS. 1968)	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 35d	28	gut validiert	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1961	gut validiert
Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERÛEN 1975	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 67/9a	36	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Euphorbio-Callunetum SCHUB. 1960 em. SCHUB. 1995	Schubert (1960) Tab. 21/IV	15	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Festuco psammophilae-Koelerietum glaucae KLIKA 1931	Passarge (1964) Tab. 83e,f	12	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Festuco rupiculae-Brachypodietum pinnati MAHN 1959	Passarge (1964) Tab. 86 f	10	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK u. a., Bodenform vor 1960	gut validiert
Festuco valesiacae-Stipetum capillatae MAHN 1959	Mahn (1965) Tab. 18/3	12	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform u. a. vor 1960	gut validiert
Festuco-Galietum veri BR.-BL. et DE LEEUW 1936 = Agrostio-Poetum humilis TX. et PRSG. 1951	Wolfram (1996) Tab. 13/1-55	55	gut validiert	pH, Humusform, Bodenform 1980	gut validiert
Festuco-Genistetum sagittalis ISSLER 1927	Passarge (1964) Tab. 88a-c	30	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Festuco-Pinetum sylvestris JURASZEK 1928	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37c	19	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Festuco-Sperguletum vernalis PASS. 1960	Passarge (1964) Tab. 78e,f	13	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Filagini-Vulpietum OBERD. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/3a	135	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Filipendulo ulmariae-Geranium palustris W. KOCH 1926	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 220/2 (auch Tüxen (1937) S. 79)	103	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Filipendulo-Alnetum LEMÉE 1937	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 5g (auch Schmidt (2002) 8.2, Tab. 2/7/2)	43	gut validiert	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Filipendulo-Alopecuretum pratensis HUNDT em. 1958	Passarge (1964) Tab. 65d	16	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Fraxino-Aceretum pseudoplatani TX. 1937	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.321/9A (auch Tüxen (1937) S. 146)	52	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Gageo saxatilis-Veronicetum dillenii (OBERD. 1957) KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 84/12/2	105	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Galeopsietum angustifoliae BÜKER 1942	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 13/20	52	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Galio borealis-Molinietum W. KOCH 1926 em. PHILIPPI 1960	Pott (1992) S. 237	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Galio odorati-Fagetum (Dryopteris-Subass.) SOUGN. et TILL 1959 em. DIERSCHKE 1989	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 15f (auch Schmidt (2002) 1.1.1, Tab. 2/1/3.1; Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 331/6; Tüxen (1937) S. 142)	72	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Galio odorati-Fagetum (typ. Subass.) SOUGN. et TILL 1959 em. DIERSCHKE 1989	Passarge u. Hofm.(1968)Tab.15 a(Härtle et al. 2004Tab.16/2-13;Schmidt(2002)1.1.1,Tab.2/1/3.1; Oberd.(1992)Teil IV, Tab. 331/2;Willner(2002) Tab 6/9-11)	1276	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Galio rotundifolii-Abietetum WRABER 1959	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 339/1B	191	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Galio sylvatici-Carpinetum betuli OBERD. 1957	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. IXa/20	17	gut validiert	pH/BS, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Galio-Alopecuretum pratensi HUNDT 1958	Passarge (1964) Tab. 65a,b	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Genisto anglicae-Callunetum (Juniperus-Fazies) TX. 1937	Tüxen (1937) S. 65	18	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	Passarge (1964) Tab. 90a-c	124	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. Inv.	Passarge (1964) Tab. 91h	14	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 121/12c (auch Tüxen (1937) S. 117)	66	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Genisto pilosae-Stipetum stenophyllae KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 93/2	15	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/10a	20	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Gentiano asclepiadae-Molinietum coeruleae OBERD. 1957 em. OBERD et al. 1967 (=	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 227/17c	90	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Allio suaveolentis-Molinietum GÖRS (in OBERD. 1979 n.n.) = Selino-Molinietum coeruleae KUHN 1937)					
Gentiano pneumonanthes-Nardetum (PRSG. 1950) WESTH. 1969 nom. inv.	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 115/5	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Gentiano vernaebrometum erecti KUHN 1937	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 98/5b	14	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Gentiano-Koelerietum pyramidatae KNAPP 1942 ex BORNKANN 1960	Passarge (1964) Tab. 85b (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 101/7d/1)	13	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Geranio sylvaticitrisetum flavescens KNAPP ex OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/4 (auch Tüxen (1937) S. 109)	96	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Geranio-Quercetum pubescentis (Buxus-Fazies) WAGNER 1941	Jakucs (1961) Tab. VIII	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1965	fachgutachterliche Schätzung
Heliospermocystopteridetum alpinae RICHARD 1972	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 4/9	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Hieracio humilispotentilletum caulescentis BR.-BL. in MEIER et BR.-BL. 1934	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 1/2	17	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Hieracio-Empetretum LIBBERT 1940 = Salicirepentis-Empetretum FUKAREK 1961	Passarge (1964) Tab. 90g	7	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1963	ausreichend validiert
Holco mollis-Quercetum (robori-petraeae) LEMÉE 1937 corr. et em. OBERD. 1992 (= Fago-Quercetum petraea TX. 1955)	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 287/1	204	gut validiert	pH/BS, C/N u. a., Bodenform vor 1960	gut validiert
Hordelymo-Fagetum KUHN 1937 em. JAHN 1972	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 12e (auch Tüxen (1937) S. 140; Oberdorfer (1992) Teil IV Tab. 323/3)	1040	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Ilici-Fagetum BR.-BL. 1967	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 295/2	114	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Irido-Alnetum glutinosae DOING 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 4b (auch Schmidt (2002) 11.1.2, Tab. 2/8/3.3)	50	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Juncetum squarrosum NORDH. 1922	Oberdorfer (1993) Teil II Tab. 119/11	57	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Junco acutiflorimolinietum coeruleae PRSG. Ap. TX. Et PRSG. 1953 (= Cirsio	Passarge (1964) Tab. 63d-h	32	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
dissecti-Molinietum SISS. Et DE VRIES 1942)					
Junco-Caricetum fuscae TX. 1952	Passarge (1964) Tab. 72c-h	27	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Junipero sabinae- Laricetum (WAGNER 1979) MAYER 1984	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 240	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleit- arten, keine Stetig- keitstabelle)	Beschreibung von Bodenei- genschaften, Trophie-, Säure- Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Junipero- Arctostaphyletum BR.- BL. ex HAFFTER in BR.-BL. et al. 1939	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 460	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleit- arten, keine Stetig- keitstabelle)	Beschreibung von Bodenei- genschaften, Trophie-, Säure- Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Jurineo cyanoidis- Koelerietum glaucae VOLK 1931	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 82/8b/1	9	ausreichend vali- diert	Beschreibung von Bodenei- genschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Koelerio pyramidatae- Juniperetum communis RAUSCHERT 1969	Tüxen (1937) S. 63	7	ausreichend vali- diert	Beschreibung von Bodenei- genschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Koelerio vallesianae- Xerobrometum KOR- NECK 1967	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 105/13a	62	gut validiert	Beschreibung von Bodenei- genschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Laricetum deciduae BOJKO 1931	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 272 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 214 u. Tab. 44/11)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleit- arten, keine Stetig- keitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 137 Aufnah- men)	Beschreibung von Bodenei- genschaften, Trophie-, Säure- Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Larici-Piceetum (BR.- BL. et al. 1954) EL- LENBERG et KLÖTZLI 1972 = Homogyno alpinae-Piceetum ZU- KRIGL 1973	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 270/11a (auch Runge (1994) S. 244)	21	gut validiert	Beschreibung von Bodenei- genschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Larici-Pinetum cembrae ELLENBERG 1963	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 273/14a (auch Runge (1994) S. 243)	103	gut validiert	Beschreibung von Bodenei- genschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Lathyro palustris- Gratioletum BALA- TOVA-TULACKOVA 1966	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 333	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleit- arten, keine Stetig- keitstabelle)	Beschreibung von Bodenei- genschaften, Trophie-, Säure- Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Ledo-Pinetum sylvestris (HUECK 1929) TX. 1955	Passarge u. Hof- mann (1968) Tab. 35e-f	6	ausreichend vali- diert	pH/BS, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Ledo-Sphagnetum magellanici SUKOPP 1959	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 170	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleit- arten, keine Stetig- keitstabelle)	Beschreibung von Bodenei- genschaften, Trophie-, Säure- Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Leontodontetum mon- tani JENNY-LIPS 1930 (= Saxifraga biflora-	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 10/5	11	gut validiert	Beschreibung von Bodenei- genschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Gesellschaft)					
Leucobryo-Pinetum sylvestris (typ. Subass.) MATUSZ. 1962	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. XIII/4-5 (Matusz.(1962) Tab. 1/5+6,Schmidt (2002) 7.1.1,Tab. 2/6/1.1; Oberd. (1992) Teil IV, Tab. 261/1gB)Runge(1994)S246	149	gut validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung
Lonicero alpigenae-Abieti-Fagetum (Allium ursinum-Subass.) OBERDORFER 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.337/3	10	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Lonicero alpigenae-Abieti-Fagetum OBERDORFER 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 335/1Aa (auch Willner (2002) Tab. 6/27)	225	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Lunario-Aceretum pseudoplatani RICHARD ex SCHLÜTER in GRÜNBERG et SCHLÜTER 1957	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 115	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Luzulo albidiae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 325/3 (auch Tüxen (1937) S. 144)	99	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Luzulo nemorosae-Piceetum (SCHMIDT et GAISBERG 1936) BR.-BL. et SISSINGH in BR.-BL. et al. 1939 = Luzulo-Abietetum (typ. Subass.) OBERD. 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 267/8Bb	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Luzulo pilosae-Fagetum MATUSZKIEWICZ 1973 = Maianthemofagetum PASS. 1959 em. SCHUB. 1995	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 27b	52	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Luzulo-Abieto-Fagetum (typ. Subass.) HARTM. et JAHN 1967	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIa/14	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	pH, KAK u. a. , Bodenform vor 1960	gut validiert
Luzulo-Fagetum (Carex brizoides-Subass.) MEUSEL 1937	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 325/5	14	gut validiert	pH, KAK u. a., Bodenform vor 1960	gut validiert
Lycopodio alpini-Nardetum PRSG. 1953 (incl. Pulsatillo-Nardetum TX. 1937)	Oberdorfer (1993) Teil II Tab. 119/11	57	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Lysimachio-Quercetum roboris PASSARGE 1968	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 32a+b	29	gut validiert	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Melampyro-Carpinetum PASS. 1957 em. 1968	Pass. u. Hofmann 1968 Tab. 23 e,f	15	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Melampyro-Quercetum roboris (Deschampsia flexuosa-Subass.) (TX. 1930) PASSARGE 1968	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 29b	12	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Meo-Festucetum rubrae	Oberdorfer (1993)	7	ausreichend vali-	pH/BS, C/N, Bodenform vor	gut validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
BARTSCH 1940 = Centaureo-Meetum athamantici nom. cons. TX. 1937	Teil III, Tab. 238/4b/2		diert	1960	
Mercuriali-Fagetum (Melico-Subass.) (HARTMANN 1953) HOFMANN 1968	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 12b-c	10	gut validiert	pH/BS, Bodenform vor 1960	gut validiert
Minuartietum rupestris TREPP. 1978	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 307	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Moehringio-Gymnocarpietum robertiana (JENNY-LIPS 1930) LIPPERT 1966	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 13/17	54	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Molinietum coeruleae W. KOCH 1926	Passarge (1964) Tab. 61a-b	6	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Molinio-Fagetum SCAM. 1959	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 26b	11	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Molinio-Quercetum roboris (TX. 1937) SCAMONI et PASSARGE 1959	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 32d-e (auch Schmidt (2002) 5.2.1, Tab. 2/4/2.4; Tüxen (1937) S. 128 unten)	75	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Narduretum lachenalii KORNECK 1975	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/4	35	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Oenantho lachenalii-Molinietum PHIL. 1960	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 220/20	41	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Onobrychido-Brometum erecti TH. MÜLLER 1968 (= Mesobrometum erecti BR.-BL. ap. SCHERRER 1925)	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 97/4a/2 (auch Klapp (1965) Tab. 93II; Tüxen (1937) S. 70)	120	gut validiert	pH/BS, Bodenform vor 1960	gut validiert
Oxyrietum digynae (LÜDI 1921) BR.-BL. 1926	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 9/2	2	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Parnassio palustris-Molinietum coeruleae (LIBB. 1928) PASS. 1964	Passarge (1964) Tab. 62 (auch Tüxen (1937) S. 84)	13	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Pastinaco-Arrhenatheretum elatioris (Alopecurus-Subass.) KNAPP 1954	Passarge (1964) Tab. 66a	22	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Pastinaco-Arrhenatheretum elatioris (typ. Subass.) KNAPP 1954	Passarge (1964) Tab. 66c	21	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Petasitetum paradoxii BEGER 1922	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 11/7	33	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 64/3 bzw. Tab. 66/3a-3c	91	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Peucedano-Pinetum MATUSZKIEWICZ 1962 = Pyrolo-Pinetum sylvestris (LIBBERT 1933) E. SCHMID 1936	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 253a (auch Runge (1994) S.248)	78	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Peucedano-Quercetum roboris PASS. 1956	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 25c	4	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Phalarido arundinaceae-Petasiteum hybridum SCHWICK. 1933	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 169/8	166	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Pinus mugii-Rhododendretum hirsutum BR.-BL. 1939 = Rhododendretum hirsutum (AICHINGER 1933) BR.-BL. et SISSINGH in BR.-BL. et al. 1939	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 256/1a (auch Runge (1994) S. 239)	105	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Pleurozio-Betuletum pubescentis HUECK 1925 em. PASSARGE 1968	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 34e (auch Schmidt (2002) 12.1, Tab. 2/9/1)	36	gut validiert	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Pleurozio-Pinetum sylvestris KLEIST 1929	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 35h	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Polygalo amarae-Seslerietum varia WINTERHOFF 1962	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 282	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Polygalo-Nardetum (PRSG. 1953) OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 117/9a-e (auch Ellenberg (1996) S. 723 Tab. 123/1)	159	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Polygono viviparigenitatum sagittalis (KUHN 1937) MÜLLER 1978	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 115/4	21	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Polypodio-Empetretum WESTH. in DEN HARTOG 1951	Passarge (1964) Tab. 90	7	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1964	ausreichend validiert
Polystichetum lonchitis (OBERD. 1957) BEGUIN 1972	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 301	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Poo badensis-Allietum montani GAUCKLER 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 85/15	25	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Poo nemoralis-Tilietum cordatae FIRBAS et SIGMOND 1928	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIIIc/1-3	25	gut validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	13	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Potentillo-Deschampsietum mediae OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 216/13	14	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Potentillo-Stipetum capillatae LIBBERT 1933	Passarge (1964) Tab. 84a-c	9	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Primulo veris-Carpinetum NEUHÄUSL et NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1964	Knollová et Chytrý (2004) Tab. 1, PvC	26	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Pruno-Fraxinetum OBERD. 1953	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 5d (auch Schmidt (2002) 8.2, Tab. 2/7/2; Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 307/7Ba)	111	gut validiert	C/N, pH/BS, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Pulsatillo pratensis-Phleetum phleoidis PASS. 1959	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 107/15a	60	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Pulsatillo-Caricetum humilis GAUCKLER 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 109/17c	44	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Pyrolo-Abietetum OBERD. 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 339/2A	91	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Pyrolo-Salicetum WESTH. in BARENDREGT 1982	Oostra (2006) Tab. 2.1/8 (auch Tüxen (1937) S. 125)	9	ausreichend validiert	Standortbeschreibung vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Quercu roboris-Pinetum sylvestris MATUSZKIEWICZ 1956	Ellenberg (1996) S. 296 Tab. 47/6	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Standortbeschreibung nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Quercu-Ulmetum minoris ISSLER 1953	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 308/8Ab (auch Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 8e-f; Schmidt (2002) 9.1, Tab. 2/7/4)	191	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Ranunculo auricomideschampsietum cespitosae SCAM. 1955	Passarge (1964) Tab. 64a-f	31	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Rhododendretum ferruginei RÜBEL 1911	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 273/15a (auch Runge (1994) S. 240)	17	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Rhododendretum hirsuti LÜDI 1921	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 436	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Rhynchosporium albae OSV. 1923 em. W. KOCH 1926	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 64/2 bzw. Tab. 65/2a-e	155	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
	(auch Tüxen (1937) S. 60)				
Ribo sylvestris-Fraxinetum LEMÉE 1937 corr. PASSARGE 1958	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 302/6	129	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Roso pimpinellifoliae-Salicetum arenariae TX. 1952	Pott 92 S. 337	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Roso-Juniperetum TX. 1964	Tüxen (1937) S. 66	4	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Salicetum albae ISSLER 1926	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 241/6, 247/6a-6l (auch Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 39b; Schmidt (2002) 10.2; Tüxen (1937) S. 135)	253	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Salicetum fragilis PASS. 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV Tab. 241/5	21	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Salicetum purpureae WENDELB.-ZELINKA 1952	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 241/3, 244/3a-3d	17	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Salici arenariae-Hippophaetum rhamnoides BR.-BL. et DE LEEUW 1936	Tüxen (1937) S. 124)	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Saxifraga sponhemica-Gesellschaft	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 5/13	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Saxifraga tridactylitis-Poetum compressae (KREH 1945) GEHU et LERIQ 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 85/16	15	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Sclerantho-Sempervivetum arachnoidei BR.-BL. (1949) 1955	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 509	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Scolopendrio-Fraxinetum SCHWICKERATH 1938	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 113 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 133 u. Tab. 19/10)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 229 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Sedo-Poetum badensis MAHN 1965	Mahn (1965) Tab. 9	6	ausreichend validiert	pH/BS, C/N KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Sempervivetum soboliferi KORNECK 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 85/17	17	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Seneccionetum fluviatilis (ZÄHLH. 1979) TH. MÜLLER 1983	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 169/2	47	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1963	fachgutachterliche Schätzung
Seslerio variaefagetum KNAPP 1948	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 342/1B (auch Willner (2002) Tab. 6/4)	120	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Seslerio-Cultopinetum SCHUBERT 1972	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 107	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Seslerio-Mesobrometum OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 98/6a	76	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Seslerio-Xerobrometum OBERD. 1957 = Bromo-Seslerietum (KUHN 1937) OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 104/12c	10	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Sileno conicae-Cerastietum semidecandri KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 80/7a-7c	54	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Sileno otitis-Koelerietum gracilis KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 109/16a	36	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Sileno rupestris-Asplenietum septentrionalis OBERD. 1957	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 264	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Sileno rupestris-Sedetum annui OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 83/10	7	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Soldanello montanae-Piceetum VOLK in BR.-BL. et al. 1939	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. II/48	7	ausreichend validiert	pH/BS KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Soncho palustris-Archangelicetum litoralis TX. 1937 (= Angelico-Sonchetum palustre TX. 1937)	Passarge (1964) Tab. 44a-b (auch Tüxen (1937) S. 78)	10	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Sorbo ariae-Aceretum pseudoplatani MOOR 1952	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 320/7C	11	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Spergulo-Corynephorretum canescens (TX. 1928) LIBB. 1933	Passarge (1964) Tab. 78a-d (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 79/5b/1)	130	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Sphagno compacti-Trichophoretum germanici (OBERD. 1938) BARTSCH 1940 em. DIERSSEN 1975	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 75/1b (auch Tüxen (1937) S. 116)	18	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Sphagno girgensohnii-Piceetum KUOCH 1954	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. II/36 (auch Tüxen (1937) S. 123)	36	gut validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung
Sphagno-Alnetum glutinosae LEMÉE 1937	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 4f	43	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
Sphagno-Betuletum pubescentis DOING 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 34c+d (auch Schmidt (2002) 12.1, Tab. 2/9/1)	35	gut validiert	pH/BS, C/N, Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	gut validiert
Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 67/8b	51	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931	Passarge (1964) Tab. 71e-f (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 66/3a-3c)	145	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Stellario holostea-Carpinetum betuli (Stachys-Subass.) OBERD. 1957	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. VIII/8 (auch Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 20f; Schmidt (2002) 3.1.1, Tab. 2/3/2.1; Tüxen (1937) S. 160)	148	gut validiert	pH/BS, C/N, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Stellario holostea-Carpinetum betuli (typ. Subass.) OBERD. 1957	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. IXa/23-24 (auch Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 22a; Schmidt (2002) 3.1.1, Tab. 2/3/2.1; Runge (1994) S. 282; Tüx. (37)153)	1191	gut validiert	pH,BS, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Stellario nemorum-Alnetum glutinosae LOHMEYER 1957	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 305/5A (auch Schmidt (2002) 8.1.1, Tab. 2/7/3.2)	109	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	8	ausreichend validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Teucrio-Seslerietum VOLK 1937	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 106/14a/3	20	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Thalictrum flavum-Gesellschaft	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 220/5	16	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Thlaspietum rotundifolii BR.-BL. 1926	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 10/3	68	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Thymo-Festucetum ovinae TX. 1937	Passarge (1964) Tab. 82a,b	6	ausreichend validiert	pH/BS, C/N, KAK u. a., Bodenform vor 1960	gut validiert
Tilio-Carpinetum TRACZYK 1962	Knollová et Chytrý (2004) Tab. 1, TC (auch Runge (1994) S. 283)	76	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1960	fachgutachterliche Schätzung
Trifolio-Festucetum rubrae OBERD. 1957	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3b	6	ausreichend validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Trifolio-Festucetum violaceae BR.-BL. 1926	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/7	18	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Trinio-Caricetum humilis VOLK in BR.-BL. et MOOR 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 102/9a	61	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Trisetum spicati	Grabherr u. Mucina	k.A.	fachgutachterliche	Beschreibung von Bodenei-	fachgutachterli-

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
OBERD. 1959	(1993) Teil II S. 305		Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	igenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	che Schätzung
Trollio-Molinietum GUINOCHET 1955	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 227/17b	41	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Ulmo glabrae-Aceretum pseudoplatani BERGER 1922	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. III/10+11 (auch Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.321/9A)	52	gut validiert	pH/BS, KAK, Bodenform vor 1960	gut validiert
Vaccinio myrtillicallunetum BÜK. 1942	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 121/13a	60	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Vaccinio myrtillicultopiceetum SCHUBERT 1972	Schubert, Hilbig, Klotz (1995) S. 106	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Vaccinio myrtillicultopinetum HOFMANN 2002	Anders et al. (2002) Tab. 3-27	196	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Vaccinio myrtillicultopinetum (typ. Subass.) PASS. 1965	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 27h	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Vaccinio myrtillicultopinetum TX. 1955	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. II/20	205	gut validiert	pH/BS, Bodenform vor 1960	gut validiert
Vaccinio myrtillicultopinetum montanae MORTON 1927	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 265 (auch Willner u. Grabherr (2007) Teil 1 S. 211 u. Tab. 44/3)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle, jedoch nachträgliche Validierung anhand von 168 Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Vaccinio myrtillicultopinetum sylvaticae PASS. 1956	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 36e (auch Matuszkiewicz (1962) Tab. 1/2; Schmidt (2002) 7.1.1, Tab. 2/6/1.1)	317	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Vaccinio uliginosae-pinetum rotundatae OBERD. 1934	Horvat, Glavac, Ellenberg (1974) Tab. 58/1-2 (auch Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 245/4a)	120	gut validiert	C/N, pH/BS, Beschreibung von Bodeneigenschaften vor 1965	gut validiert
Vaccinio uliginosae-pinetum pubescentis LIBB. 1933	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 263/3Aa (auch Tüxen (1937) S. 126)	38	gut validiert	C/N, pH/BS, Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	gut validiert
Vaccinio uliginosae-pinetum mugii KÄSTNER et FLÖSSNER 1933	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. Ib/39-54 (auch Schmidt (2002) 12.3, Tab. 2/9/3; Oberdorfer	74	gut validiert	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
	(1992) Teil IV, Tab. 264/5)				
Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris KLEIST 1929 em. MATUSZ. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 35e (auch Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.264/4Aa; Runge (1994) S. 250)	500	gut validiert	Nährkraft, Humusform und Bodenform vor 1960	ausreichend validiert
Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum sylvestris MAYER et HOFFMANN 1969	Mucina et al. (1993) Teil III, S. 301	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	pH/BS, Bodenform vor 1960	gut validiert
Vaccinio vitis-idaea-Quercetum OBERD. (1957) 1992	Hartmann u. Jahn (1967) Tab. XIII/10	5	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Bodenform vor 1965	fachgutachterliche Schätzung
Vaccinio-Abietetum OBERD. 1957 (incl.Molinio-Piceetum [REINH. 1939] GROSSER 1964)	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab. 265/6Ab (auch Schmidt (2002) 6.2, Tab. 2/5/2; Runge (1994) S. 245)	105	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Vaccinium uliginosum-Gesellschaft	Passarge (1964) Tab. 75e-f (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 75/2c-d; Tüxen (1937) S. 113)	379	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Valeriano montanae-Dryopteridetum villarii AICHINGER 1933 (= Doronicum grandiflorum-Arabis alpina-Gesellschaft)	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 11/9	3	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Valeriano-Filipenduletum SIS-SINGH in WESTHOFF et al. 1946 (incl. Filipendula ulmaria-Ges.)	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 222/3c	50	gut validiert	pH/BS, C/N, Bodenform vor 1960	gut validiert
Veronico longifoliae-Euphorbietum palustris KORNECK 1963	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 220/4a	23	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Veronico longifoliae-Scutellarietum hastifoliae WALTHER 1955	Passarge (1964) Tab. 55h	3	fachgutachterliche Schätzung (Stetigkeitstabelle enthält zu wenig Aufnahmen)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Vicio cassubicae-Cultopinetum HOFMANN 2002	Hofmann (1969) S. 406 (auch Hofmann (1991) S. 60)	k.A.	fachgutachterliche Schätzung (Angabe von Charakter- und hochsteten Begleitarten, keine Stetigkeitstabelle)	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status nach 1965	fachgutachterliche Schätzung
Vincetoxietum hirundinariae KAISER 1926	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 13/19	35	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Violo caninae-Corynephoretum canescentis WESTH. in WESTH. et al. 1946	Passarge (1964) Tab. 79a,b	23	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965, pH 1980	ausreichend validiert
Violo caninae-Nardetum	Oberdorfer (1993)	21	gut validiert	Beschreibung von Bodenei-	fachgutachterli-

Gesellschafts-Name [Spalte 1]	Quelle [2] <sup>13</sup>	Aufnahmen [3] <sup>14</sup>	Validität anhand Vegetationsaufnahmen [4]	Angaben zum Boden [5]	Validität anhand Boden-Angaben [6]
strictae (ISSL. 1927) OBERD. 1957	Teil II, Tab. 115/4			igenschaften vor und nach 1960	che Schätzung
Violo-Molinietum PASS. 1955	Passarge (1964) Tab. 63a	30	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften, Trophie-, Säure-Basen-Status vor 1965	ausreichend validiert
Viscario-Avenetum pratensis OBERD. 1949	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 105/13b	71	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Woodsio ilvensis-Asplenietum septentrionalis TX. 1937	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 5/11 (auch Tüxen (1937) S. 13)	22	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung
Xerobrometum erecti BR.-BL. 1915 em. 1931	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 117/7	74	gut validiert	Beschreibung von Bodeneigenschaften vor und nach 1960	fachgutachterliche Schätzung

### 7.3 Herleitung von $CN_{crit(plant)}$ und $BS_{crit}$ - Ökologische Nischen für Pflanzengesellschaften

In diesem Kapitel wird zunächst die Ermittlung der ökologischen Nische, d. h. der Spanne eines bodenchemischen Parameters (hier CN und BS) beschrieben, in der die Pflanzengesellschaft existieren kann (nicht dargestellt). Aus der ökologischen Nische der jeweiligen Pflanzengesellschaft wird dann das entsprechende Critical Limit für CN und BS, also ein konkreter Wert für  $CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  abgeleitet, wie in Kap. 7.4 beschrieben<sup>15</sup>. Für die Pflanzenarten wurden die jeweiligen Spannen der Gesellschaften übernommen. Die gesamte Nischenspanne einer Art wird aus der Vereinigungsmenge der Nischenspannen der Pflanzengesellschaften gebildet, in denen sie höchstet oder als Charakterart vorkommt (s. Kap. 7.4).

#### 7.3.1 Daten zur Ermittlung der für Pflanzengesellschaften typischen C/N-Spannen im Boden

Die Ermittlung von Wertespannen für die Bodenparameter im Referenzzustand, d. h. bei einem Nährstoffgleichgewicht in Abhängigkeit vom Wasser- und Energiehaushalt des Standorts, erfolgte in Auswertung der Begleittexte zu den Stetigkeitstabellen in der o. g. Fachliteratur (Kapitel 7.1) iterativ über mehrere Arbeitsschritte. Vorrangig wurden, wenn vorhanden, Ökogramme genutzt, in denen direkte Zuordnungen von naturnahen Pflanzengesellschaften zu C/N-Spannen enthalten sind (erster Arbeitsschritt). Für Gesellschaften, für die keine Ökogramme in der Literatur vorhanden waren, wurden Angaben zu Humusform(en) an den Fundorten genutzt (zweiter Arbeitsschritt). Wo auch diese Angaben nicht gegeben waren, wurden Ableitungen aus Literaturangaben zur Bodenform an den Fundorten der Gesellschaft getroffen (dritter Arbeitsschritt). In seiner Gesamtheit wird dieses Vorgehen nachfolgend beschrieben. Da oft in den Begleittexten sowohl Angaben zum

<sup>15</sup> Die Prozedere, mit dem für jede der 317 FFH-relevanten Pflanzengesellschaften die Wertebildung erfolgte, wird im Folgenden anhand von Beispielen veranschaulicht. Die Berechnungen und Zwischenergebnisse wurden nicht dokumentiert.

Trophiestatus, zur Nährkraft wie auch zur Bodenform und entsprechenden Bodeneigenschaften gemacht wurden, sind in den Arbeitsschritten Doppelzählungen der betreffenden Gesellschaften enthalten.

### 7.3.1.1 Erster Arbeitsschritt: direkte Zuordnung der Pflanzengesellschaft zu C/N-Spannen anhand von Ökogrammen (n=25)

Für Moor-, Feucht- und extensiv genutzte artenreiche Frischwiesen-Gesellschaften sowie für Gebüsche und Wälder auf Moorstandorten wurden die Spannen für CN aus den Ökogrammen von SUCCOW u. JOOSTEN (2001, S. 168-171, Tab. 4-8, 4-12 u. 4-16) entsprechend dem folgenden Klassifizierungsrahmen (Abbildung 7.3-1) übernommen.

Trophie- und Säure-Basen-Stufe					
oligotroph-sauer (pH < 4,8)		mesotroph-sauer (pH < 4,8)		mesotroph-subneutral (pH 4,8–6,4)	
sehr arm Nc < 2,5 C/N > 40	arm Nc 2,5–3,0 C/N 33–40	ziemlich arm Nc 3,0–3,8 C/N 26–33	mittel Nc 3,8–4,9 C/N 20–26	ziemlich arm Nc 3,0–3,8 C/N 26–33	mittel Nc 3,8–4,9 C/N 20–26

Forstsetzung:

mesotroph-kalkhaltig (pH > 6,4)		eutroph-subneutral-kalkhaltig (pH > 4,8)		polytroph-subneutral-kalkhaltig (pH > 4,8)	
ziemlich arm Nc 3,0–3,8 C/N 26–33	mittel Nc 3,8–4,9 C/N 20–26	kräftig Nc 4,9–7,7 C/N 13–20	reich Nc 7,7–10 C/N 10–13	sehr reich Nc 10–13 C/N 7–10	extrem reich Nc > 13 C/N < 7

Abbildung 7.3-1: C/N- und pH-Klassifizierungssystem der Ökogramme für Moor-, Feucht- und extensiv genutzte artenreiche Frischwiesen-Gesellschaften sowie für Gebüsche und Wälder auf Moorstandorten (SUCCOW u. JOOSTEN 2001)

Da Succow (1974, 1988) die Zuordnung von Pflanzengesellschaften zu C/N-Spannen aus eigenen umfangreichen Messungen abgeleitet und die Pflanzengesellschaften mit Stetigkeitstabellen belegt hat, ist dies die valideste Datengrundlage<sup>16</sup>.

### 7.3.1.2 Zweiter Arbeitsschritt: Rückschluss aus der Humusform und/oder Nährkraftstufe in den Begleittexten von Stetigkeitstabellen (n = 114)

Wenn für eine direkte Zuordnung der C/N-Spannen keine entsprechenden Ökogramme mit nachvollziehbaren Vegetationsanalysen zur Verfügung standen, wurde das folgende Schema aus der Forstlichen Standortskartierung nach Kopp (in KONOPATZKI und KIRCHNER 1997, KOPP 2004), (Abbildung 7.3-2) mit einigen notwendigen Anpassungen (siehe nachfolgender Text) angewendet.

<sup>16</sup> Hochmoore wurden in Mitteleuropa seit dem 18. Jahrhundert entwässert und kultiviert. Solche Standorte weisen einen nutzungs- und wasserhaushaltsbedingt anthropogen veränderten N-Haushalt auf. Dies ist bei der Interpretation historisch gemessener C/N-Verhältnisse zu beachten. Darüber hinaus weisen die C/N-Verhältnisse auch in intakten Hochmooren einen ausgeprägten Tiefengradienten auf. Für die Mooroberfläche sind Werte von 60 bis 80 typisch. In den tieferen, weitgehend unbelebten Torfschichten sinkt das C/N-Verhältnis auf 40 bis 30. Für die Modellierung des CL von intakten Hochmooren sind die Bedingungen in den oberen 10 cm des Moorkörpers entscheidend. Das Thema muss bei der CL-Ermittlung noch präzisiert werden.

So konnten die Angaben zu(r) Humusform(en) in den Begleittexten der Stetigkeitstabellen von Wald-Gesellschaften den entsprechenden C/N-Spannen aus Tabelle 7.3-1 zugeordnet werden.

**Tabelle 1:** Grobmerkmal der Nährkraftstufen der deutschlandweiten natürlichen Ökotoptypen.

Nährkraftstufe Symbol	Bezeichnung	Bodenmerkmale				Vegetationsmerkmale (ohne Differenzierung nach Feuchteansprüchen)
		Humusform unter natur- nahen Best.	Nt v Ct in vegetationswirksamer Bodentiefe	C/N	Sätt. <sup>1</sup> u. pH	
3 (3)	Arm	Rohhumus	bis 3,4	>29,4	gering	Vorherrschaft säurefester und Stickstoffarmut anzeigender Arten und Artengruppen wie Blaubeere $\geq 3$ , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> -Gruppe, <i>Molinia caerulea</i> -Gruppe, <i>Eriophorum</i> -Gruppe sowie Kiefer und Fichte
4 (4)	Ziemlich arm (Schwach)	rohhumus- artiger Moder	3,2 ...4,4	31,2 ...22,7	ziemlich gering	mit Vorherrschaft säurefester und Stickstoffarmut ertragender Arten wie bei Arm, aber mit Beimischung von Arten der Stufe Mittel
5 (5)	Mittel	Moder	4,2 ...5,6	23,8 ...17,8	mäßig	Bodenvegetation ohne Vorherrschaft säurefester und Stickstoffarmut ertragender Arten und Artengruppen, aber mit Artengruppen, die vom reichen Flügel her gegen zieml. arm Trennarten sind, wie <i>Poa nemoralis</i> -, <i>Veronica chamaedrys</i> -, <i>Dryopteris filix-mas</i> - und <i>Deschampsia cespitosa</i> -Gruppe sowie Baumarten mit mittlerem Nährstoffanspruch
6 (6)	Ziemlich Reich (Kräftig)	Mullartiger Moder (F Mull)	5,4 ...7,0	18,5 ...14,2	ziemlich hoch	Bodenvegetation mit Trennarten gegen Mittel wie <i>Gallium odoratum</i> -, <i>Brachypodium sylvaticum</i> -, <i>Carex silvatica</i> -, <i>Festuca gigantea</i> -, <i>Circaea lutetiana</i> -, <i>Cirsium oleraceum</i> -Gruppe sowie Baumarten mit ziemlich hohem Nährstoffanspruch
77	Reich- silikatisch	Mull (L-Mull)	>6,8	<14,7	hoch	Bodenvegetation mit anspruchsvollen Artengruppen, wie <i>Paris quadrifolia</i> -, <i>Pulmonaria</i> -, <i>Adoxa moschatellina</i> -, <i>Veronica hederifolia</i> -Gruppe sowie mit Edellaubbäumen in der Baumvegetation
78	Reich- karbonatisch	desgl.	"	"	sehr hoch	wie zuvor

<sup>1</sup> Die Wertespannen hängen von der Bestimmungsmethode ab. Nach der Methode Kappen-Adrian z.B. sind die Spannen in % Basensätt.: gering  $\leq 10$ , zieml. gering 10...18, mittel  $> 18$ ...30, zieml. hoch  $> 30$ ...46, hoch  $> 46$ ...66, sehr hoch  $> 66$ .

**Abbildung 7.3-2:** C/N, pH- und BS-Spannen der Humusformen und Nährkraftstufen im harmonisch ausgewogenen Referenz-Zustand (aus KONOPATZKI und KIRCHNER 1997, KOPP 2004)

Folgende Ergänzungen wurden vorgenommen:

- Für Tangelhumus über Kalk wurden entsprechend Bodenkundlicher Kartieranleitung KA5 (AG Boden 2005, S. 308) C/N-Spannen von 20-30 (vgl. auch JENSSEN et al. 2012, Anhang 3, S. 8). und
- für Tangelhumus über Silikat wurden C/N-Spannen von 26-36 angesetzt (vgl. auch JENSSEN et al. 2012, Anhang 3, S. 8).
- Für Magerrohhumus auf Sand-Rankern wurden C/N-Spannen von 35-40 angesetzt (vgl. auch JENSSEN et al. 2012, Anhang 3, S. 8).

Folgende Aktualisierung wurde vorgenommen:

- Die untere Spannen-Grenze für Rohhumus wird auf 26 festgelegt. Begründung: Die hochsteten und Charakterarten der Gesellschaften, auf deren Standorten als typische Humusform Rohhumus angegeben wird, kommen i.d.R. auch auf Standorten mit rohhumusartigem Moder vor. Dies wird auch belegt durch die entsprechenden besseren Humusformen bei gleichem Bodenprofil in der BÜK 1000-Datenbank. Ein weiterer Beleg ergibt sich aus dem deutschen Waldbodenbericht 1996 (WOLFF u. RIECK 1997, Band 1, S. 31). Wie aus der dortigen Abbildung 15 hervorgeht, ist das C/N-Verhältnis in Rohhumusaufgaben in Auswertung der 1. Bodenzustandserhebung (BZE) deutschlandweit aktuell bei 95% aller Messungen (n=247)  $< 30$ . Der Mittelwert liegt bei 26. Die Auswertung der 2. BZE hat in Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern keine Änderung dieser Wertespannen ergeben trotz rückläufiger N-Einträge und wieder hergestellter harmonischer Nährstoffverhältnisse (BURSE et al. 2011).

Zusammengefasst ergeben sich folgende Wertespanssen für C/N nach den Humusformen (Tabelle 7.3-1):

**Tabelle 7.3-1: Klassifizierungsrahmen für die Zuordnung von C/N-Spannen anhand der Humusform (nach KOPP 2004, SUCCOW u. JOOSTEN 2001, angepasst)**

Nährkraftstufe	Humusform	Referenz_C/N_von	Referenz_C/N_bis
A	Magerrohhumus	35	40
A	Rohhumus	26	36
Z	rohhumusartiger Moder	22	26
M	typ. Moder	17	24
K	mullartiger Moder	14	19
R	Mull	11	15
RC	Kalkmull	8	14
AC-KC	Tangel	19	36
Z-R	Anmoor	10	26
R	Mulm	8	12
M-R	Fenmulm	10	20
M-R	Erdfen	13	20
Z-K	Fen	15	24
A-M	Fenried	17	30
A	Ried	30	40
A	Hochmoortorf	40	60

Da diese Zuordnung nur für Laub- und Misch-Wälder sowie Moore der planaren bis montanen Höhestufe gilt, wurden noch folgende Korrekturen durchgeführt:

- Bei reinen Nadelwaldgesellschaften der oberen Gebirgslagen wurde die Humusform um eine Stufe schlechter angesetzt.
- Bei Trockenrasengesellschaften auf Böden mittlerer und kräftiger Nährkraft wurde die Humusform um eine Stufe besser angesetzt.
- Bei Heidegesellschaften wird die Humusform um eine Stufe schlechter angesetzt.

In den Fällen, in denen im Begleittext zur Stetigkeitstabelle Angaben zur Nährkraft der typischen Standorte gemacht werden (z.B. in PASSARGE 1964, PASSARGE und HOFMANN 1968), wurde die Zuordnung zu C/N-Spannen direkt anhand der angepassten Klassifizierung von KOPP (2004) und SUCCOW u. JOOSTEN (2001) vorgenommen (Tabelle 7.3-1).

Bei Feuchthochstauden-, sonstigen Frisch- und Feuchtwiesengesellschaften sowie Moor- und Auwäldern, die nicht in SUCCOW (1974) und/oder SUCCOW u. JOOSTEN (2001) enthalten waren, jedoch Angaben zum Zersetzungsgrad des Torfes bzw. zum Torfgehalt enthalten waren, wurde die Zuordnung nach Tabelle 7.3-1 durchgeführt.

### 7.3.1.3 Dritter Arbeitsschritt: Rückschluss der Humusform und/oder Nährkraft aus der Bodenform (n = 222)

Wenn keine Ökogramme zur Verfügung standen und keine expliziten Angaben zu einer oder mehreren Humusformen bzw. Nährkraftstufen gemacht wurden, auf denen die beschriebene Gesellschaft typischerweise vorkommt, konnte nur indirekt ein Rückschluss erfolgen (fachgutachterliche Schätzung). Aus der Angabe der Bodenform bzw. aus der entsprechenden Beschreibung von Bodeneigenschaften im Begleittext wird zunächst versucht, die typische Humusform dieser Bodenform zu identifizieren. Dies erfolgte auf der Basis der nutzungsdifferenzierten Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 (nutzungsdifferenzierte BÜK) (BGR 2008), wo den Referenzprofilen der Leitbodenformen die jeweils typische Humusform beigelegt ist (Kapitel 7.10).

In den Fällen, in denen die Angabe einer Bodenform bzw. eines Bodentyps nicht mit einem Referenz-Profil einer BÜK-Legendeneinheit (weitgehend) übereinstimmt, dem eine nutzungsabhängige Humusform zugeordnet ist, wurde aus der angegebenen Bodenform die Nährkraftstufe nach dem Schema von KOPP (2004) ermittelt (Abbildung 7.3-3). Zur besseren Nachvollziehbarkeit wurde dieses Schema übertragen auf die Bodeneinheiten der BÜK 1000 (Kapitel 7.11). Die Bezeichnungen der Bodenform(en) in den Begleittexten zur Stetigkeitstabelle einer Pflanzengesellschaft wurden mit den Legenden-Beschreibungen der Boden-Einheiten der BÜK 1000 abgeglichen.

**Tabelle 7.3-2: Typische Humusform der Referenzprofile der Bodenübersichtskarte 1:1000000 (BGR 2008)**

BÜK-Nr.	Nutzung	Klimagebiet	REFERENZPROFIL	HUMUSFORM
1	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	MO
1	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-PP	MRR
3	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	MCn	MU
4	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	MNb	MO
5	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	MNf	MU
8	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MU
8	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GGn	MU
8	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	Mu
8	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GG-AB	MUO
8	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GG-AB	MUO
8	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GG-AB	MUO
8	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	GG-AB	MUO
9	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GMn	MU
9	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GMn	MU
9	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	ABn	MUT
9	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	ABn	MUT
10	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MOM
10	Grünland	Gemäßigtes Gebirgsklima	GGn	MOM
10	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	MOM
10	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	ABn	MUO

BÜK-Nr.	Nutzung	Klimagebiet	REFERENZPROFIL	HUMUSFORM
10	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GG-PP	MRA
10	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	ABn	MUO
11	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GGn	MOM
11	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MOM
11	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	MOM
11	Grünland	Gemäßigtes Gebirgsklima	GGn	MOM
11	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	BBn	MOA
11	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	PPn	MRR
11	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MOA
11	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MOA
12	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GMn	MOM
12	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GMn	MOM
12	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GGn	MOF
12	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	MOF
13	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	AZn	MUT
14	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	LLn	MU
14	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	LLn	MRA
14	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	LLn	MRA
15	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	LL-SS	MU
15	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BB-LL	MOA
15	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB-LL	MOA
16	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	MOM
16	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MOM
16	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MOA
16	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	pBBn	MOA
17	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GG-PP	MO
17	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GMn	MO
17	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	PPe	MO
17	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	PPe	MO
17	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GG-PP	MR
18	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MU
18	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MRR
19	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SS-LL	MOM
19	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SS-LL	MOM
19	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SS-BB	MOM
19	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-LF	MUT
20	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-LF	MOM

BÜK-Nr.	Nutzung	Klimagebiet	REFERENZPROFIL	HUMUSFORM
21	Grünland	Gemäßigtes Gebirgsklima	SS-LL	MU
21	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-LL	MU
21	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	BBn	MOR
21	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MOR
22	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GG-SS	MO
22	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GG-SS	MO
22	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MUO
22	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SSn	MOM
22	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SSn	MUO
23	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SS-GG	MU
23	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-PP	MOR
24	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	LL-SS	MOR
25	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SS-PP	MOM
25	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	PP-SS	MRR
26	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-GG	MOM
26	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BB-GG	MOM
26	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BB-SS	MOA
26	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-LF	MUT
27	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GMn	MO
27	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	LLd-BB	MO
27	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	LLd-BB	MO
28	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SS-BB	MO
28	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SS-BB	MO
28	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BB-LF	MOM
28	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB-LF	MOM
28	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-LF	MOM
29	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SSn	MO
29	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SSn	MO
29	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SSn	MOR
29	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SSn	MOR
30	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	LL-SS	MU
30	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-LL	MOA
31	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GG-PP	MO
31	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GG-PP	MO
31	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GG-PP	MO
31	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	pBBn	ROA
31	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	ROA
31	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	ROA
32	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BB-GG	MO

BÜK-Nr.	Nutzung	Klimagebiet	REFERENZPROFIL	HUMUSFORM
32	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-GG	MO
32	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	ROA
32	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BBn	ROA
33	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GG-PP	MO
33	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	PPn	MOA
33	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	PPn	MOA
34	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	PPn	MRA
34	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	PPn	MRA
35	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MU
35	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB-RZ	MUT
37	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	RRn	MUO
38	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-TT	MUO
40	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MU
40	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	LLn	MOM
42	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MU
42	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SSn	MU
42	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MUO
42	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	LLn	MOR
42	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MOM
43	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MRA
44	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	GGn	MU
44	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SS-BB	MRR
44	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-BB	MRR
45	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MOM
46	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	GGn	MOM
46	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	GGn	MOM
46	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SSn	MOM
46	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SSn	MOM
47	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MOM
48	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MU
48	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	LL-SS	MOA
48	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SSn	MOM
48	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	LL-SS	MOA
49	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	RRn	MU
49	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	RRn	MU
49	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	CFn	MUO

BÜK-Nr.	Nutzung	Klimagebiet	REFERENZPROFIL	HUMUSFORM
49	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	CFn	MUO
50	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB-CF	MUO
51	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB-DD	MU
51	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BB-DD	MUO
51	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB-DD	MUO
51	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BB-DD	MUO
52	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SS-DD	MU
52	Grünland	Gemäßigtes Gebirgsklima	SS-DD	MU
52	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-DD	MU
52	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	LL-SS	MOM
52	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	pBBn	MOA
52	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MOA
53	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-LL	MOM
53	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SS-LL	MOM
53	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MUO
53	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MUO
55	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	pBBn	MRR
55	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MRR
56	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MRR
56	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MRR
57	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SSn	MOM
57	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	pBBn	MRR
58	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-BB	MOM
58	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MOR
59	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS-BB	MOM
59	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches Klima	SS-BB	MOM
59	Grünland	Gemäßigtes subkontinentales Klima	SS-BB	MOM
59	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	pBBn	MOA
59	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MUO
60	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MOM
60	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MOM
61	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MOM
61	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MOA
61	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	pBBn	ROR

BÜK-Nr.	Nutzung	Klimagebiet	REFERENZPROFIL	HUMUSFORM
62	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MOM
62	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MOR
63	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	PP-SS	MO
63	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MRA
63	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches Klima	BBn	MRA
63	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MRA
64	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MO
64	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pSSn	MRR
64	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	pBBn	ROA
65	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MOM
65	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	pBBn	MOM
65	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	pBBn	MOM
66	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SSn	MOM
66	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BBn	MUO
66	Wälder	Gemäßigtes subkontinentales Klima	BBn	MUO
67	Grünland	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	SS/VW	MOM
67	Wälder	Gemäßigtes subozeanisches bis gemäßigtes subkontinentales Klima, teilweise Gebirgsklima	BB/VV	MUO
68	Grünland	Gemäßigtes Gebirgsklima	GGn	MU
68	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	tRRn	TA
69	Wälder	Gemäßigtes Gebirgsklima	RRn	TA

**Tabelle 7.3-3: Typische Bodenformen Deutschlands aus BÜK 1000 (BGR 2008), ihre Nährkraftstufe und Säure-Basen-Status**

Bodentyp	Bodenausgangs-Substrat	Nährkraftstufe	Säure-Basen-Status	BÜK Nr
Podsol	Sandsteine	A	basenarm	63
Ranker	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	A	basenarm	71
Hochmoor	Torf	A	basenarm	7
Gley-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	A	basenarm	17
Regosol/Lockersyrosem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	A	basenarm	34
Podsol-Regosol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	Z	basenarm	1
Braunerde-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	Z	basenarm	31
Eisenhumus-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	Z	basenarm	33
Podsol-Braunerde	Saure Magmatite und Metamorphite	Z	basenarm	57
podsolige Braunerde	Sandsteine	Z	basenarm	61
Podsol-Braunerde	Terrassen- und Schotterablagerungen	Z	mittelbasisch	16
Podsol-Braunerde	Tonsubstrate	Z	mittelbasisch	60

Bodentyp	Bodenausgangs-Substrat	Nährkraft- stufe	Säure-Basen- Status	BÜK Nr
Braunerde	Saure Magmatite und Metamorphite	Z	mittelbasisch	55
Podsol-Fahlerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	M	mittelbasisch	25
Bänder-Parabraunerde	Geschiebemergel/-lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand-Deckschichten	M	mittelbasisch	26
Pararendzina	Geschiebemergel/-lehme/Löss	M	mittelbasisch	27
Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	M	mittelbasisch	32
Braunerde	Sandlöss/Löss und Lössderivate	M	mittelbasisch	45
Braunerde	Löss/ Saure Magmatite und Metamorphite/Sandstein	M	mittelbasisch	56
Braunerde	Tonsubstrate	M	mittelbasisch	59
podsolige Braunerde	Löss/Sandsteine	M	mittelbasisch	62
Fahlerde	Silikatsubstrate	K	mittelbasisch	(44/45)
Gley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	M	mittelbasisch	12
Pseudogley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	M	mittelbasisch	22
Podsolierte Pseudogley-Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	M	mittelbasisch	28
Podsol-Pseudogley	Sandsteine	M	mittelbasisch	64
Braunerde	Fersiallitische und ferrallitische Paläoböden	M	basenreich	67
Ranker	Silikatsubstrate	M	basenreich	68
Regosol/Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	ZC	basenreich	(1/68)
Pseudogley	Geschiebemergel/-lehme	M	basenreich	23
Pseudogley-Braunerde	Tonsubstrate	M	basenreich	58
Pseudogley	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	MC	kalkreich	66
Parabraunerde	Silikatsubstrate	K	mittelbasisch	44
Fahlerde	Sandlöße	K	mittelbasisch	46
Fahlerde	Löss und Lössderivate	K	basenreich	42
Niedermoor/Moorgley	Torf	K	mittelbasisch	6
Auenregosol	Auensedimente	K	mittelbasisch	10
Braunerde-Pseudogley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	K	mittelbasisch	29
Parabraunerde-Pseudogley	Löss und Lössderivate	K	mittelbasisch	43
Pseudogley	Löss und Lössderivate	K	mittelbasisch	48
Parabraunerde	Geschiebemergel/-lehme	K	basenreich	19
Parabraunerde	Terrassen- und Schotterablagerungen	R	basenreich	14
Parabraunerde	Löss und Lössderivate	R	basenreich	18
Gley-Parabraunerde	Sandlöße/Terrassen- und Schotterablagerungen	R	mittelbasisch	15
Regosol	anthropogen veränderte Flächen	R	mittelbasisch	70
Parabraunerde-Tschernosem	Geschiebemergel/-lehme	R	basenreich	20
Kalk-Braunerde	Geschiebemergel/-lehme	R	basenreich	30
Tschernosem	Löss und Lössderivate/Geschiebemergel/-lehme	R	basenreich	36
Braunerde-Kalktschernosem	Löss und Lössderivate/ Mergel- und Kalkstein	RC	kalkreich	37
Tschernosem	Löss/Tonsubstrate	R	basenreich	38
Parabraunerde-Tschernosem	Löss und Lössderivate	R	basenreich	40
Parabraunerde	Sandlöße/Löss	R	basenreich	41

Bodentyp	Bodenausgangs-Substrat	Nährkraft- stufe	Säure-Basen- Status	BÜK Nr
Braunerde	Löss und Lössderivate/Basische Magmatite und Metamorphite	K	basenreich	47
Pelosol- Braunerde/Pelosol- Pseudogley	Tonsubstrate	K	basenreich	51
Braunerde	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)/ Tonsubstrate	K	basenreich	52
Braunerde	Basische Magmatite und Metamorphite	K	basenreich	53
Braunerde	Bimstuff	K	basenreich	54
Braunerde-Rendzina	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	KC	kalkreich	65
Syrosem	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	KC	kalkreich	69
Kleimarsch	Wattboden	R	basenreich	4
Kleimarsch	Wattboden	R	basenreich	5
Auengley-Vega	Auensedimente	R	basenreich	8
Gley-Tschernosem	Auensedimente	R	basenreich	9
Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	R	basenreich	11
Pseudogley-Tschernosem	Geschiebemergel/-lehme	R	basenreich	24
Kalk-Niedermoor	Torf	KC	kalkreich	(6/24)
Kalk-Pararendzina	Terrassen- und Schotterablagerungen	KC	kalkreich	13
Kalk-Parabraunerde	Geschiebemergel/-lehme	RC	kalkreich	21
Kalk-Pararendzina	Löss und Lössderivate/Carbonatsubstrat	RC	kalkreich	35
Tschernosem	Löss und Lössderivate	RC	kalkreich	39
Kalk-Rendzina	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	KC	kalkreich	49
Terra fusca	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)	KC	kalkreich	50
Kalk-Watt	Wattboden	RC	kalkreich	2
Kalk-Marsch	Wattboden	RC	kalkreich	3
Gley	Auensedimente	RC	kalkreich	(8/13)
Kalk-Auengley-Vega	Auensedimente	RC	kalkreich	(9/13)
Kalk-Auengley- Auenbraunerde	Auensedimente	RC	kalkreich	(11/13)

Aus der Zuordnung von Bodenformen zu Nährkraftstufen wurde die Zuordnung zu C/N-Spannen anhand Tabelle 7.3-4 möglich.

Grund- und Stauwasserform	Nährkraftstufe 78 Reich-karbonatisch	77 Reich-silikatisch	6 Ziemlich reich (Kräftig)	5 Mittel	4 Ziemlich arm	3 Arm
ohne	Formen wie bei mittelfrisch, semihydromorph aber selten					
ohne oder höchstens halbezeitig beeinflusst	Kalklehm-Rends.	Lehm-Fahlerde	Tieflehm-Fahlerde	Sand-Bänderbraunerde	Sand-Braunerde	humusärmere Sand-Podsole
ohne oder höchstens kurzzeitig nah	kl-Staugleyrends.	Lehm-Staugleyfahlerde	Tieflehm-Staugleyfahlerde	Sand-Grundgleybraunerde	humusärmere Sand-Grundgleypodsole	
wie darüber	wie darüber					
langzeitig grundwasserbeeinflusst			Sand-Grundgleybraunerde		Sand-Grundgleypodsole	
kurzzeitig stauwasserbeh.		Lehm-Graustaugley	Tieflehm-Graustaugley			
kurzzeitig gering überflutet	kol-Vega "-Gleyvega	Klocklehm-Vega "-Gleyvega				
desgl. und kurzzeitig grundwasserbeeinflusst	kol/s-Vega "-Amphigleyvega	Deckklocklehm-Vega "-Amphigleyvega				
langzeitig grundwasserbeeinflusst	kos-Vega "-Grundgleyvega	Klocksand-Vega "-Grundgleyvega				
halbezeitig stauwasserbeh.		Lehm-Graustaugley	Tieflehm-Graustaugley			
langzeitig grundwasserernah			Sand-Grundgleybraunerde		Sand-Grundgleypodsole	
			Sand-Graugrundgley			
langzeitig grundwasserernah		Deckhalbtorf-Mulm über Sand		Deckvolltorf-Mulm über Sand		
		Halbtorf-Mulm		Volltorf-Mulm		
kurzzeitig zieml. gering überflutet	kol-Grundgley	Klocklehm-Graugley				
desgl. u. langzeitig grundwasserernah	kol/s Grauamphigl.	Deckklocklehm-Grauamphigley				
	kos-Graugrundgl.	Klocksand-Graugrundgley				
langzeitig stauwasserbeherrscht		Lehm-Humusstaugley	Tieflehm-Humusstaugley			
		Lehm-Anmoorstaugley		Lehm-Moorstaugley		
langzeitig grundwasserbeherrscht		Sand-Humusgrundgley		Sand-Anmoorgrundgley	Sand-Moorgrundgley	
langzeitig stauwasserbeh.		Deckhalbtorf-Erdfen über Lehm		Deckvolltorf-Erdfen über Lehm		
langzeitig grundwasserbeherrscht	kih/s-Erdfen	Deckhalbtorf-Erdfen über Sand		Deckvolltorf-Erdfen über Sand		
		Halbtorf-Erdfen		Volltorf-Erdfen		
kurzzeitig mäßig überflutet	kol-Humusgley	Klocklehm-Humusgley				
desgl. und grundwasserbeherrscht	kol/s-HA	Deckklocklehm-Humusamphigley				
	kol/s-AA	Deckklocklehm-Anmooramphigley				
	kos-HG	Klocksand-Humusgrundgley				
	kos-AG	Klocksand-Anmoorgrundgley				

Substratstufe (farbliche Feldunterlegung)

	11 sandig	}	auf Locker-substrat
	21 lehmig		
	3 tonig		
	01 organisch		

Abbildung 7.3-3: Zuordnung von Bodenformen zu Nährkraftstufen (aus KOPP 2004)

In der Abbildung 7.3-3 sind z. T. nicht (mehr) deutschlandweit gebräuchliche Bezeichnungen für Bodenformen enthalten. Deshalb wurde die Klassenzuordnung der Bodenformen auf die Bodeneinheiten der BÜK 1000 übertragen (Kapitel 7.11).

Zusammengefasst ergeben sich folgende Wertespanssen für C/N nach den Nährkraftstufen (Tabelle 7.3-4):

**Tabelle 7.3-4: Klassifizierungsrahmen für die Zuordnung von C/N-Spannen anhand der Nährkraftstufe (nach KOPP 2004, angepasst)**

Nährkraftstufe Code	Nährkraftstufe verbal	C/N von	C/N bis
		-	-
RC	reich, carbonathaltig	8	14
R	reich	11	15
K	kräftig	14	19
M	mittel	17	24
Z	ziemlich arm	22	26
A	arm	26	36

#### 7.3.1.4 Händische Anpassungen

Eine unmittelbare Zuordnung von Referenzmesswerten des C/N-Verhältnisses war aus Datenerhebungen an Fundorten naturnaher Pflanzengesellschaften für 51 Pflanzengesellschaften möglich. Diese Anzahl an veröffentlichten Messwerten reichte nicht aus, um daraus ökologische Nischen ableiten zu können. Die Messwerte wurden jedoch zur Validierung der nach Arbeitsschritt 1 bis 3 ermittelten Spannen für die entsprechenden 51 Pflanzengesellschaften verwendet (vgl. Tabelle 7.2-1, Spalte [5]). Aus folgenden Quellen konnten Angaben zu gemessenen C/N-Verhältnissen entnommen werden (die Scans der relevanten Auszüge liegen auf CD vor). Dabei wurde insbesondere auf solche Quellen zurückgegriffen, die vor ca. 1965 aufgenommen wurden.

- HARTMANN und JAHN (1967): C/N-Messwerte für Waldgesellschaften von 1931 bis 1959;
- MAHN (1959): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen mit C/N-Messwerten in Felsfluren, Trocken- und Halbrockenrasen
- SCHUBERT (1960): Standortuntersuchungen zwergstrauchreicher azidiphiler Pflanzengesellschaften mit C/N-Messwerten

Die Auswertung erfolgte durch tiefenstufengewichtete Mittelung über den Oh/Of-Horizont (soweit vorhanden) und die Tiefenstufe 0-10 cm des Mineral-Oberbodens. Aus mehreren C/N-Werten für die gleiche Pflanzengesellschaft wurden Wertespanssen gebildet (keine Mittelwerte!).

Ein weiterer Schritt der Validierung erfolgte durch Vergleich mit Zuordnungen von Pflanzengesellschaften zu bereits klassifizierten C/N-Spannen anhand folgender Quellen, denen ihrerseits eine statistisch repräsentative Anzahl (nicht veröffentlichter) Messdaten sowie Listen der charakteristischen Arten der Gesellschaft zugrunde liegen:

- KONOPATZKY und KIRSCHNER (1997): Wald-Standorte in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Tiefland von Sachsen und Sachsen-Anhalt (Aufnahmen von 1959 bis 1982 „Altweiserprogramm“);
- HOFMANN (1969b): Forstamt Eberswalde Erhebung von Bodenparametern an Wald-Standorten mit Vegetationsaufnahmen (1952 Erstaufnahme; 1962-1964 Wiederholungsaufnahme);

- ELLENBERG (1996), Tab. 65, Tab. 74, S. 754

Eine Validierung der Humusformen, Bodenformen bzw. der Angaben zur Nährkraft, wie sie aus den Begleittexten der Stetigkeitstabellen entnommen worden waren, erfolgte anhand folgender Quellen, die zwar umfassende und konkrete Angaben zu den genannten Bodeneigenschaften enthalten, aber keine Stetigkeitstabellen. Sie benennen jedoch die Charakterarten und höchsteten Begleiter, so dass die eindeutige Übereinstimmung hinsichtlich der charakteristischen Arten der Pflanzengesellschaften überprüft werden konnte. Anhand dieser Quellen wurden die Angaben aus den Begleittexten zu den Stetigkeitstabellen ggf. auch präzisiert und ergänzt.

- WALENTOWSKI et al. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns für die süddeutschen Waldgesellschaften mit Angaben zu den typischen Bodentypen und – substrate, zur Nährkraft und zum Säure-Basen-Status.
- KLAPP (1965): statistische Angaben zu Bodenformen und anderen Bodeneigenschaften für die Grünlandgesellschaften West-, Mittel- und Süddeutschlands.

Weitere Standardwerke der Geobotanik wurden zur Validierung der Zuordnung von Humusformen, Bodenformen und Nährkraftstufen zu Pflanzengesellschaften herangezogen (POTT 1992, ELLENBERG 1996, HÄRDLE 1995a, MUCINA et al. 1993, PREISING 1953, PREISING et al 1990a, 1990b, 1997, SCHUBERT et al. 1995). Auch in diesen Quellen sind neben den bevorzugten Bodeneigenschaften auch die charakteristischen Arten der Pflanzengesellschaften genannt.

Folgende jüngere Messdaten dienten der Validierung der Spannen der ökologischen Nischen der Pflanzengesellschaften. Aus der dynamischen Entwicklung der Vegetation, wie sie aus folgenden Datensammlungen hervorgeht, ließen sich die Übergangsbereiche zwischen den Pflanzengesellschaften im Zusammenhang mit dem Wandel der C/N-Verhältnisse validieren:

- Level-II-Datenbank des ICP FOREST 2011: 72 ausgewählte Wald-Standorte in Deutschland (Aufnahmen 1990, 1993, 1995, 1998, 2001, 2004);
- 441 Wald-Standorte in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Tiefland von Sachsen und Sachsen-Anhalt (Wiederholung 1982 und 1991/92) (KONOPATZKY und KIRSCHNER 1997);
- Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992-1997). (RABEN et al. 2000);
- Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (RABEN ET AL. 2004 – 2. überarb. Auflage);
- Vegetationsvergleich sächsischer Fichtenwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU) oberhalb 700 m ü. NN (BAUMANN et al. 2002);
- Vegetationsvergleich sächsischer Laubwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU). (CONRAD et al. 2002);
- Waldbodenzustandsbericht für Thüringen – Auswertung der BZE II und Vergleich zur BZE I. (BURSE et al. 2011);
- BZE-Datenfonds 1992-1994: 68 Wald-Standorte in Sachsen (WOLFF und RIEK 1997);
- Datenspeicher Waldfond des Forstamtes Eberswalde (2000): 5.410 Wald-Standorte mit Informationen zu Bodenparametern und zur Vegetation.
- Datenspeicher Waldfond Thüringen 1970-1980 (Forstliche Standortkartierung 1:10000): Standortkartierung mit Informationen zur Vegetation an Wald-Standorten.

Anhand dieser Quellen wurden die Angaben aus den Begleittexten zu den Stetigkeitstabellen ggf. auch präzisiert und ergänzt.

### 7.3.2 Daten zur Ermittlung der für Pflanzengesellschaften typischen BS- Spannen im Boden

Die Ermittlung von Wertespannen für die Basensättigung im Referenzzustand erfolgte in Auswertung der Begleittexte zu den Stetigkeitstabellen in der Fachliteratur (Kap. 7.1) iterativ über mehrere Arbeitsschritte. Wenn vorhanden, wurden vorrangig die originalen Angaben zum Säure-Basen-Status genutzt (erster Arbeitsschritt). Für Gesellschaften, für die keine Angaben zum Säure-Basen-Status in den Begleittexten der Stetigkeitstabellen vorhanden waren, wurden Angaben zur Nährkraft der Standorte genutzt (zweiter Arbeitsschritt). Wo auch diese Angaben nicht gegeben waren, wurden in einem dritten Arbeitsschritt Rückschlüsse zur Nährkraft und hieraus zum Säure-Basen-Status nach Literaturangaben zur Bodenform an den Fundorten der Gesellschaft getroffen. Dieses iterative Vorgehen wird nachfolgend beschrieben. Da teilweise in den Begleittexten sowohl Angaben zur Bodenform als auch zum Säure-Basen-Status und/oder zur Nährkraft gemacht wurden sind Doppelzählungen der betreffenden Gesellschaften enthalten.

#### 7.3.2.1 Erster Arbeitsschritt: Erhebung des Säure-Basen-Status aus den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (n =71)

In den Fällen, in denen eine Angabe zum Säure-Basen-Status des durchwurzelteten Bodens im Begleittext enthalten war, wurde die verbale Bezeichnung des Säure-Basen-Status wie folgt den Spannen von BS (Tabelle 7.3-5) zugeordnet:

**Tabelle 7.3-5: Säure-Basen-Status Klassifikation (vgl. hierzu abweichende Klassifikation nach AG BODEN 2005, S. 371)**

Bezeichnung	pH (H <sub>2</sub> O) Min	pH (H <sub>2</sub> O) Max	BS [%] Min	BS [%] Max	BS [%] Min	BS [%] Max
			Kappen-Adrian		NH <sub>4</sub> Cl	
basenarm	3,2	<3,8	7	<17	10	<30
mittelbasisch	3,8	<4,8	15	<30	25	<60
basenreich	4,8	<6	26	<66	50	<92
kalkreich	6	>6	67	100	93	100

#### 7.3.2.2 Zweiter Arbeitsschritt: Erhebung der Nährkraftstufe aus den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (n =41)

In den Fällen, in denen im Begleittext zur Stetigkeitstabelle Angaben zur Nährkraftstufe der typischen Standorte gemacht werden (z.B. in PASSARGE 1964, PASSARGE und HOFMANN 1968), wurde die Zuordnung zu BS-Spannen direkt anhand der Klassifizierung von KOPP (2004) vorgenommen (s. Abbildung 7.3-2), diese jedoch ergänzt und angepasst (s. Tabelle 7.3-6).

Folgende Wertespannen für BS nach Nährkraftstufen (Tabelle 7.3-6) wurde angewendet:

**Tabelle 7.3-6: Klassifizierungsrahmen für die Zuordnung von BS-Spannen anhand der Nährkraftstufe (nach KOPP 2004, angepasst)**

Nährkraftstufe Code	Nährkraftstufe verbal	BS(Kappen-Adrian) von	BS(Kappen-Adrian) bis
		%	%
ZC, MC, KC, RC	carbonathaltig	67	100
R	reich	45	66
K	kräftig	26	50
M	mittel	15	30
Z	ziemlich arm	10	17
A	arm	7	11

Als Korrektur für reine Nadelwaldgesellschaften wurden die BS-Spannen um 5% herabgesetzt.

### 7.3.2.3 Dritter Arbeitsschritt: Rückschluss der Nährkraft aus der Bodenform (n = 116)

In den Fällen, in denen keine Angaben zum Säure-Basen-Status oder zur Nährkraftstufe der Standorte gemacht wurden, auf denen die beschriebene Gesellschaft typischerweise vorkommt, musste aus der Angabe der Bodenform bzw. aus der entsprechenden Beschreibung der Bodeneigenschaften im Begleittext zunächst auf die typische Nährkraftstufe geschlossen werden. Dies erfolgte anhand der Zuordnung der benannten Bodenformen zu Legeneinheiten der BÜK 1000 nach Tabelle 7.3-3 auf Basis der Abbildung 7.3-3. Den so ermittelten Nährkraftstufen wurde entsprechend Tabelle 7.3-4 die BS-Spanne zugeordnet.

### 7.3.2.4 Händische Anpassungen

Eine unmittelbare Zuordnung von Referenzmesswerten der Basensättigung bzw. des pH-Wertes war aus den historischen Daten für 51 Pflanzengesellschaften möglich. Diese Anzahl an veröffentlichten Messwerten reichte nicht aus, um daraus ökologische Nischen ableiten zu können. Die Messwerte wurden jedoch zur Validierung der nach Arbeitsschritt 1 bis 3 ermittelten Spannen für die entsprechenden 51 Pflanzengesellschaften verwendet. Aus folgenden Quellen konnten Angaben zu gemessenen BS- und/oder pH-Werten entnommen werden (die Scans der relevanten Auszüge liegen auf beigefügter CD vor). Dabei wurde insbesondere auf solche zurückgegriffen, die vor ca. 1965 aufgenommen wurden.

- HARTMANN und JAHN (1967): pH-Messwerte für Waldgesellschaften von 1931 bis 1959;
- MAHN (1959): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen mit pH-Messwerten in Felsfluren, Trocken- und Halbrockenrasen
- SCHUBERT (1960): Standortuntersuchungen zwergstrauchreicher azidiphiler Pflanzengesellschaften mit pH-Messwerten
- KLAPP (1965): Grünland-Standorte in West-, Mittel- und Süddeutschland vor 1960 mit V-Werten und pH-Werten
- WOLFRAM (1996): Vegetationsgesellschaften der Dünen und Watten an der Nordsee, mit pH-Messwerten
- KRIEGER (1937): Standortuntersuchungen flechtenreicher Magerrasen und Wälder mit pH-Wert-Messungen.
- VOLK (1937): Aufnahmen von Kalktrockenrasengesellschaften mit pH-Wert-Messungen.

Die Auswertung erfolgte durch tiefenstufengewichtete Mittelung über die Humushorizonte (soweit vorhanden) und alle durchwurzelten Tiefenstufen des Mineral-Oberbodens. Dabei richtet sich die Durchwurzelungstiefe nach der potenziellen Hauptwurzellänge der Vegetation (in Wäldern nach den Baumarten) unter Berücksichtigung der Durchwurzelbarkeit des Bodens, die geringer sein kann (z. B. bei flachgründigen Böden über Fels, hoch anstehendem reduziertem Grundwasserhorizont) und deshalb ggf. die Hauptwurzellänge verkürzt. Aus mehreren BS- oder pH-Werten für die gleiche Pflanzengesellschaft wurden Wertespanssen gebildet (nicht dargestellt).

Dabei wurden nur V-Werte (nach Kappen-Adrian oder Mehlich) als Basensättigungswerte aufgenommen, da nur diese eine signifikante Korrelation zum Vorkommen von Arten aufweisen. Ersatzweise wurde auch der V-Wert (vgl. AG BODEN 2005, S. 371) aus dem pH-Wert ( $\text{CaCl}_2$ ) nach folgender empirischen Formel abgeleitet:

$$V\text{-Wert} = 0,1503 \text{ pH}^{3,2148}.$$

Waren nur  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ -Werte angegeben, so wurde dieser umgerechnet in den  $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$ -Wert durch Subtraktion von 0,5 (KA 5 – AG Boden 2005, S. 367).

Wenn Messwerte von Kapazitätsparametern der einzelnen Ionen angegeben waren, wurde der Anteil der basischen Kationen an der  $\text{KAK}_{\text{pot}}$  direkt berechnet. Der V-Wert wurde aber auch aus dem  $V_{\text{bKat}}$  (= BS nach Meiwes oder Behm) bzw. aus der AKe abgeschätzt.

Mittlerweile liegt aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt eine Vergleichsstudie<sup>17</sup> zu Basensättigungswerten der Methode „Kappen-Adrian“ und der heute mehr bei Waldböden angewandten  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -Extraktion vor. Herr Dr. K.-J. MEIWES (schriftl. Mitteilung vom 24.3.2012) stellte hierzu Daten zur Verfügung. Daraus ergab sich die Möglichkeit zur Umrechnung wie folgt:

$$BS(\text{Kappen-Adrian}) = 0,5 * BS(\text{NH}_4\text{Cl}) + 2 \quad \text{für } BS(\text{NH}_4\text{Cl}) \leq 80$$

$$BS(\text{Kappen-Adrian}) = 0,3657 * BS(\text{NH}_4\text{Cl}) + 64,312 \quad \text{für } BS(\text{NH}_4\text{Cl}) > 80$$

Eine Validierung erfolgte weiterhin auch durch den Vergleich mit Zuordnungen von Pflanzengesellschaften zu bereits klassifizierten BS- und/oder pH-Spannen anhand folgender Quellen, denen ihrerseits eine statistisch repräsentative Anzahl (nicht veröffentlichter) Messdaten sowie Listen der charakteristischen Arten der Pflanzengesellschaften zugrunde liegen:

- KONOPATZKY und KIRSCHNER (1997): Wald-Standorte in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Tiefland von Sachsen und Sachsen-Anhalt (Aufnahmen von 1959 bis 1982 „Altweiserprogramm“);
- WALENTOWSKI et al. 2004: Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns für die süddeutschen Waldgesellschaften mit Angaben zu den typischen Tiefenverläufen der Basensättigung
- HOFMANN (1969): Forstamt Eberswalde Erhebung von Bodenparametern an Wald-Standorten mit Vegetationsaufnahmen (1952 Erstaufnahme; 1962-1964 Wiederholungsaufnahme);

---

<sup>17</sup> Die Vergleichsstudie hatte den Charakter einer Machbarkeitsstudie. Die generelle Übertragbarkeit dieser Beziehungen ist noch an einer umfassenderen Datengrundlage zu prüfen. Die Möglichkeiten und Grenzen dieser Umrechnung werden derzeit bei der Überarbeitung des Handbuchs Forstliche Analytik dargelegt und diskutiert.

- SUCCOW (1974): Standortuntersuchungen mineralbodenwasserbeeinflusster wachsender Moorvegetation Mitteleuropas unter Ausklammerung des Gebirgsraumes.
- ELLENBERG (1996), Tab. 65, Tab. 74
- SUCCOW U. JOOSTEN (2001): pH-Werterahmen der Ökogramme für Moor-, Feucht- und extensiv genutzte artenreiche Frischwiesen-Gesellschaften sowie für Gebüsche und Wälder auf Moorstandorten
- VOLK (1937): Klimaparameter und Bodenprofile an 26 Aufnahmestandorten von Kalktrockenrausengesellschaften

Folgende jüngere Messdaten dienten der Validierung der Spannen der ökologischen Nischen der Pflanzengesellschaften. Aus der dynamischen Entwicklung der Vegetation, wie sie aus folgenden Datensammlungen hervorgeht, ließen sich die Übergangsbereiche zwischen den Pflanzengesellschaften im Zusammenhang mit dem Wandel von Standortparametern validieren:

- Level-II-Datenbank des ICP Forest 2011: 72 ausgewählte Wald-Standorte in Deutschland (Aufnahmen 1990, 1993, 1995, 1998, 2001, 2004);
- 441 Wald-Standorte in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Tiefland von Sachsen und Sachsen-Anhalt (Wiederholung 1982 und 1991/92) (KONOPATZKY und KIRSCHNER 1997);
- Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992-1997). (RABEN et al. 2000);
- Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (RABEN ET AL. 2004 – 2. überarb. Auflage);
- Vegetationsvergleich sächsischer Fichtenwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU) oberhalb 700 m ü. NN (BAUMANN et al. 2002);
- Vegetationsvergleich sächsischer Laubwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU). (CONRAD et al. 2002);
- Waldbodenzustandsbericht für Thüringen – Auswertung der BZE II und Vergleich zur BZE I. (BURSE et al. 2011);
- BZE-Datenfonds 1992-1994: 68 Wald-Standorte in Sachsen (WOLFF und RIEK 1997);
- Datenspeicher Waldfond des Forstamtes Eberswalde (2000): 5.410 Wald-Standorte mit Informationen zu Bodenparametern und zur Vegetation;
- Datenspeicher Waldfond Thüringen 1970-1980 (Forstliche Standortkartierung 1:10000): Standortkartierung mit Informationen zur Vegetation an Wald-Standorten.

Eine Validierung der Bodenformen bzw. der Angaben zur Nährkraft, wie sie aus den Begleittexten der Stetigkeitstabellen entnommen worden waren, erfolgte anhand weiterer Quellen (POTT 1992, ELLENBERG 1996, HÄRDTLE 1995a, MUCINA et al. 1993, PREISING 1953, PREISING et al. 1990a, 1990b, 1997, SCHUBERT et al. 1995), die zwar umfassende und konkrete Angaben zu den genannten Bodeneigenschaften enthalten, aber keine Stetigkeitstabellen. Sie benennen jedoch die Charakterarten und hochsteten Begleiter, so dass die eindeutige Übereinstimmung hinsichtlich der charakteristischen Arten der Pflanzengesellschaften überprüft werden konnte. Anhand dieser Quellen wurden die Angaben aus den Begleittexten zu den Stetigkeitstabellen ggf. auch präzisiert und ergänzt.

### 7.3.3 Beispiele für die Zuordnung von C/N und pH/BS zu Pflanzengesellschaften

#### 7.3.3.1 Zuordnung der C/N-Spannen anhand von Ökogrammen von Pflanzengesellschaften (vgl. Kap. 7.3.1.1)

Beispiel 1 zeigt die direkte Herleitung der ökologischen Nische für das C/N-Verhältnis aus den Ökogrammen von SUCCOW u. JOOSTEN (2001) Abbildung 7.3-4.

<i>eutroph-sauer bis kalkhaltig</i> (pH > 3 – 8)	
<i>kräftig</i> Nc > 4,9 – 7,7 C/N > 13-20	<i>reich</i> Nc > 7,7 – 10 C/N 10-13
<i>Frauenfarn-Erlen-Wald</i>	<i>Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald</i>

Abbildung 7.3-4: C/N- und pH-Werterahmen der Ökogramme für die Gesellschaften des LRT 91E0 (SUCCOW u. JOOSTEN 2001, S. 163)

#### 7.3.3.2 Zuordnung von C/N-Spannen aus der Humusform zu Pflanzengesellschaften

Beispiel 2 zeigt, wie aus der originalen Angabe der Humusformen (Mull bis mullartiger Moder) im Begleittext zur Stetigkeitstabelle einer Pflanzengesellschaft (Abbildung 7.3-5) in Verbindung mit Tabelle 7.3-1 die C/N-Spanne 11-21 hergeleitet wurde.

Gleichzeitig konnte diese Herleitung über die ebenfalls angegebene Nährkraftstufe (K=kräftig) anhand von Abbildung 7.3-2. abgesichert werden.

<p>1. Ass.: Stellario-Carpinetum (Tx. 30) Oberd. 57 em. (Syn. Querceto-Carpinetum stellarietosum Tx. 30) Sternmieren-Stieleichen-Hainbuchenwälder (s. Tab. 22 a–d)</p> <p>Auf kräftigen grundwasserbeeinflussten Böden in Talgebieten und am Rande der Niederungen stocken Stieleichen-Hainbuchenwälder mit stärkerem Anteil frischeholder Arten der <i>Milium</i>- und <i>Deschampsia caespitosa</i>-Gruppe, zu deren Gunsten die Gräser der <i>Dactylis</i>- und <i>Poa nemoralis</i>-Gruppe zurücktreten. Kleinblättrige niederwüchsige Kräuter prägen das Bild der Bodenvegetation. Ihre gutwüchsigen Bestände, in denen die Hainbuche nur noch selten die obere Baumschicht erreicht und Buche die wichtigste Mischholzart ist, begegnen uns auf grundfrischen bis feuchten kräftigen Sanden (NK 2) vom Typ der Braunerde über Gley bzw. des Braunerdegleys. Die Humusform ist Mull bis mullartiger Moder. Trophie- und Wasserhaushaltunterschiede kommen in der Untergliederung zum Ausdruck. – So grenzen sich eine <i>Festuca gigantea</i>-Unterges.</p>
--

Abbildung 7.3-5: Textauszug aus PASSARGE u. HOFMANN (1968, S. 136) mit Angabe der Humusformen (Mull bis mullartiger Moder), der Nährkraftstufe (K) und der Bodenform (Braunerde über Gley, Braunerdegley aus Sand)

#### 7.3.3.3 Zuordnung von C/N- und BS-Spannen aus der Nährkraftstufe zu Pflanzengesellschaften

Beispiel 3 zeigt, wie aus der Angabe der Nährkraftstufe (Z= ziemlich arm) im Begleittext zur Stetigkeitstabelle einer Pflanzengesellschaft (Abbildung 7.3-6) in Verbindung mit Tabelle 7.3-4 die C/N-Spanne (22-26) sowie aus Tabelle 7.3-6 die BS-Spanne (10-17%) hergeleitet wurde.

Gleichzeitig konnte diese Herleitung über die ebenfalls angegebenen Bodenformen (**Podsolgley aus Sand** entspricht der Bezeichnung Sand-Grundgleypodsol) anhand von Abbildung 7.3-3 abgesichert werden.

1. Regionalverband: *Molinio-Quercion roboris*  
 1. Ass.: *Molinio-Quercetum roboris* (Tx. 37) Scam. et Pass. 59  
 (Syn. *Querceto-robori-Betuletum molinietosum* Tx. 37)  
 Pfeifengras-Birken-Stieleichenwälder  
 (s. Tab. 32 d–h)

Auf feuchten Mineralböden bildet die Stieleiche den Grundbestand mit Moor- und Sandbirke als Mischhölzern. Der Unterwuchs entspricht den bereits geschilderten Verhältnissen. — Ihre Standorte sind grundfeuchte Sande, z. T. mit wachstumsfördernden Schichten im Untergrund (NZ 2), deren Profile meist dem Bodentyp des Podsolgley mit kombiniertem B/G-Horizont entsprechen. — Was-

Abbildung 7.3-6: Textauszug aus PASSARGE u. HOFMANN (1968, S. 185) mit Angabe der Nährkraftstufe (Z) und der Bodenform (Podsolgley aus Sand)

### 7.3.3.4 Zuordnung von C/N-Spannen über die Herleitung der Humusform aus der BÜK 1000 (s. Kap.7.2.1.3)

Im Beispiel 4 ermöglichte die Angabe der Bodenformen (Abbildung 7.3-7) eine Zuordnung zu den vergleichbaren Bodenformen der BÜK 1000, nämlich zu den Einheiten 16, 55, 60 und 61. Anhand von Kapitel 7.10 lässt sich nun in den analogen Bodeneinheiten der BÜK 1000 für Grünland (nur für BÜK-Einheiten 16, 60 und 61 angegeben) die Humusformen Moder und Mullartiger Moder zuordnen. Daraus ergibt sich in Anwendung der Abbildung 7.3-2 die C/N-Spanne 14-24.

9. Ass.: *Polygalo-Nardetum Oberd. 57 em.*  
 (*Hypericum maculatum*-*Polygala vulgaris*-Ass. Prsg. 53, *Galio-Festucetum Oberd. 57*, *Nardetum montanum Oberd. 50*)  
 Kreuzblumen-Borstgras-Gesellschaft (Tab. 117, 9)

Das *Polygalo-Nardetum* ist gegenüber den *Genista sagittalis*-Gesellschaften vor allem negativ charakterisiert. Es ist ärmer an basen- und wärmeliebenden Arten und ersetzt z. B. im westlichen Teil des hier behandelten Gebietes das *Festuco-Genistetum sagittalis* auf den ärmeren Sandböden der Rheinfläche oder auf den ähnlich armen und zugleich kühlen Granit- und Buntsandstein-Verwitterungsböden des Nordschwarzwaldes oder des Odenwaldes. Im Schwäbisch-Fränkischen Wald oder bei Regensburg kommt es neben den *Genista sagittalis*-Gesellschaften auf den weniger trockenen und weniger warmen Standorten vor. Im Bayerischen Wald bildet es außerhalb des Arealis von *Genista sagittalis* mit größerer Ausbildungsbreite ausschließlich alle bodensauren Magerrasen der kollinen und montanen Stufe.

Abbildung 7.3-7: Textauszug aus OBERDORFER (1993, Teil II, S. 231) mit Angabe der Bodenformen (Sandböden, Granit- und Buntsandstein-Verwitterungsböden)

### 7.3.3.5 Zuordnung von pH- und BS-Spannen aus Angaben zum Säure-Basen-Status in den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (s. Kap. 7.2.2.1)

Im Beispiel 5 ließ sich der Säure-Basen-Status aus der Angabe „Kalksande“ (Abbildung 7.3-8) als basenreich identifizieren und somit die entsprechende BS-Spanne anhand Tabelle 7.3-5 (26-67%) zuordnen.

1. Ass.: *Allio-Stipetum capillatae* (Knapp 44) Korneck 74  
 (*Astragalo-Stipetum mogontiacense* Knapp 44, *Trinio-Stipetum Oberd. 57*, *Erysimi-Stipetum Oberd. 57*, *Festuco sulcatae-Stipetum Gauoid. 57*)  
 Kopflauch-Pfriemengras-Flur (Tab. 93)

Besonders reich differenziert sind die relativ ausgedehnten Bestände auf Kalksanden des Mainzer Trockengebietes, deren Aufgliederung deshalb in Tab. 94 und

Abbildung 7.3-8: Textauszug aus OBERDORFER (1993, Teil II, S. 103) mit Angabe der Bodenform (Kalksand)

### 7.3.3.6 Zuordnung von BS-Spannen aus Angaben zur Bodenform in den Begleittexten der Stetigkeitstabellen (s. Kap. 7.2.2.1)

Im Beispiel 6 beinhaltet der Originaltext (Abbildung 7.3-9) Angaben zum Bodentyp, zu den Bodenarten und zum Ausgangsgestein (=Bodenform) an mehreren Fundorten der Gesellschaft. Mit der analogen Zuordnung zu den (teilweise veralteten) Bezeichnungen der Bodenformen in Abbildung

7.3-3 (Lehm-Humusstaugley, Tieflehm-Humusstaugley, Sand-Humusgrundgley) ist die Ermittlung der Nährkraftstufe(n) „Mittel“ bis „Reich-karbonatisch“ möglich. Aus Tabelle 7.3-6 ergibt sich dann die (sehr weite) ökologische Nische für BS von 18 bis 100%.

<p>Typischer Bacheschenwald. Carici remotae-Fraxinetum typicum</p> <p>Nordwestlicher Thüringer Wald</p> <p>4. Gemeindewald Brotterode, Abt. 117/118, Unterhang des Seimberges. Lage: 565 m ü.NN, muldiger, quelliger, stark nach W geneigter Unterhang, von Rinnsalen durchzogen. Grundgestein: Gleichkörniger Granitit mit stückweisen Durchbrüchen von dichten Melaphyr- und Granitporphyrbändern. Bestand: Altholz von Esche, Roterle, Bergahorn und Buche mit einzelnen Ulmen. Juli 1936.</p> <p>Nördliche Frankenalb</p> <p>5. FA Schesslitz, Geisfeld, I, Abt. 8c, Ottobrunnen. Lage: 475 m ü.NN, Bachgrund in 5° nach NO geneigtem Gelände. Grundgestein: Alluvion und Schwemmkalkgeröll über Ornatenton. Profil: A<sub>1</sub> 0-20 h L mit viel Kalkgeröll vom Schwammkalk und größeren Blöcken, G ab 20-30 Schwemmkalkmergel (tL) mit viel körnigem Grus, kleinen Steinen und Geröll aller Grössen. Grundwasser in 30 cm Tiefe. Bodentyp: Basenreicher Grundwassergley. Bestand: Altholz von sehr wüchsiger Esche und Buche, beide über I.Ekl., 0,8 geschl. 26.8.1956.</p> <p>Fichtelgebirge</p> <p>6. FA Weidenberg, Lippertswiese, V, Abt. 9a. Lage: 615 m ü.NN, 8° geneigter Hangabsatz aus Aufschüttung unterhalb eines Steilhanges, von kleinen Rinnsalen durchsickert. Grundgestein: Phyllit. Bodentyp: Stark hangwasserdurchsickerter typischer Pseudogley. Bestand: 50j. Fichte I.-I.5. Ekl. mit Buche. 28.6.1956.</p> <p>7. FA Weidenberg, Zaunkammer, V, Abt. 3b, Lage: 640 m ü.NN, Bachlauf in fast ebenem, schwach nach O geneigtem quelligem Hangabsatz. Grundgestein: Phyllit. Bodentyp: Typischer Gley auf h steinig-schiefrigem l S - s L. Bestand: 80-85j. Buche mit Fichte und Tanne I.Ekl. 28.8.1956.</p>
--

**Abbildung 7.3-9: Textauszug aus HARTMANN u. JAHN (1967, Band I, S. 266f) mit Angabe der Bodenformen (Quellgley auf Granit, basenreicher Grundwassergley auf Schwemmkalkmergel (toniger Lehm), typischer Pseudogley auf Phyllit (lehmgiger Sand bis sandiger Lehm))**

### 7.3.3.7 Validierung von C/N- und BS-Spannen aus Messdaten (vgl. Kap.7.2.1.4 und Kap. 7.2.2.4)

Das Beispiel 7 zeigt, dass aus der Zuordnung der Nährkraftstufe (ziemlich arm bis mittel) auf der Basis der im Begleittext (Abbildung 7.3-10) angegebenen Bodenform zu den Bodenformen in („basenarme Braunerden aus mittlerem Buntsandstein“ entspricht Sand-Braunerde), verifiziert anhand der Zuordnung zu den Leitbodenformen der Bodeneinheiten der BÜK 1000 (nach Kapitel 7.11 entspricht die Bodenform den BÜK-Einheiten 61 und 23) in Verbindung mit Tabelle 7.3-4 eine C/N-Spanne von 17 bis 26 resultiert.

<p>40. Weserbergland. Typischer Hainsimsen-Buchenwald. Luzulo-Fagetum typicum. 7 Aufnahmen (Tab. 15, Nr. 33-39 u.a.) von F.K. Hartmann mscr. 1948. 415-700 m ü.NN. Fast ebene bis mässig geneigte Lagen, häufig flache Oberhänge und Kuppen; tief- bis mittelgründige, meist frische basenarme Braunerden Mittlerem Buntsandstein.</p>
--

**Abbildung 7.3-10: Textauszug aus HARTMANN u. JAHN (1967, Band I, S. 436) mit Angaben zur Bodenform an den Fundorten der Gesellschaft Luzulo albidiae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937**

Die Validierung anhand der Messdaten aus einem Jahr vor 1948 (Abbildung 7.3-11) zeigt aber auch, dass die Gesellschaft immer noch typisch ausgeprägt ist bei einem C/N-Verhältnis von rund 15. Demzufolge wurde die ursprünglich aus der Bodenform abgeleitete untere Spanngrenze händisch von ursprünglich 17 auf 15 nach unten korrigiert. Aus den gemessenen tiefenstufengewichteten Mittelwerten des pH(H<sub>2</sub>O)-Wertes ergibt sich eine Basensättigung (Kappen-Adrian) von 10-15% (vgl. Kap. 7.3.2.4). Diese gemessenen Werte liegen innerhalb der Spanne, die sich aus der Nährkraft ergibt und bestätigen damit diese Spanne als gut validiert.

Nr. der Aufnahme	Horizont	Entnahmetiefe cm	Austauschazidität ccm 0,1 n NaOH	pH in H <sub>2</sub> O	KCl-Lösung	C/N-Verhältnis
33	A <sub>0</sub> 2)	-	52,5	4,9	3,1	-
	A <sub>1</sub>	0 - 5	72,1	3,8	3,1	16,1
	(B)	28 - 40	33,1	4,6	4,0	-
	C <sub>1</sub> o. T.	75 - 85 (90)	52,4	4,3	3,8	-
34	A <sub>0</sub> 2)	-	62,9	4,0	3,2	18,6
	A <sub>1</sub>	0 - 5	39,6	4,8	3,7	14,8
	(B)	28 - 40	62,9	4,4	3,7	-
36	A <sub>1</sub>	0 - 5	51,5	3,8	3,2	16,9
	(B)	25 - 40	38,4	4,3	4,0	-
	C <sub>1</sub>	110 - 115	60,8	4,2	3,9	-
38	A <sub>0</sub> 2)	-	52,4	4,0	3,2	-
	A <sub>1</sub>	0 - 5	53,6	3,6	3,0	-
	(B)	27 - 40	21,7	4,5	4,1	-
	C <sub>1</sub>	85 - 95	44,0	4,5	4,0	-
39	A <sub>0</sub> 2)	-	14,2	4,0	3,1	17,4
	A <sub>1</sub>	0 - 5	57,4	3,6	3,0	17,3
	(B)	29 - 40	19,8	4,4	4,2	-
	C <sub>1</sub>	75 - 85	45,5	4,3	3,8	-

Abbildung 7.3-11: Textauszug aus HARTMANN u. JAHN (1967, Band I, S. 323f) mit Messdaten des pH-Wertes und des C/N-Verhältnisses an mehreren Fundorten der Gesellschaft Luzulo albidae-Fagetum (typ. Subass.) MEUSEL 1937

## 7.4 Herleitung von $CN_{crit(plant)}$ und $BS_{crit}$ – Berechnung der Werte für Pflanzenarten

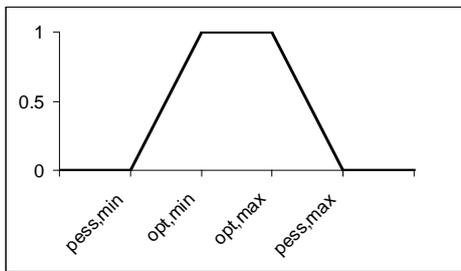
### 7.4.1 Modellansatz

Die gesamten Nischenspannen der Pflanzengesellschaften ergeben sich aus der Vereinigung der Wertemengen, wenn für eine Gesellschaft mehrere typische Humusformen, Nährkraftstufen, Säure-Basen-Stufen oder Bodenformen angegeben sind.

Die gesamte Nischenspanne einer Art wird aus der Vereinigungsmenge der Nischenspannen der Pflanzengesellschaften gebildet, in denen sie höchstens oder als Charakterart vorkommt.

Zur Bestimmung von Critical Limits ist jedoch die ökologische Nische einer Art in Abhängigkeit von den Standortparametern zu charakterisieren, also ihre Existenzmöglichkeit als eine Funktion der Standortparameter zu bestimmen. Idealerweise wären dazu Gleichgewichtspunkte des dynamischen Konkurrenzverhaltens zu ermitteln. Allerdings fehlt zumeist das genaue Wissen über das Konkurrenzverhalten der Arten untereinander. Durch die große Anzahl pflanzensoziologischer Aufnahmen sind allerdings viele realisierte stabile Gleichgewichte von Konkurrenzbeziehungen bekannt, da eine natürliche oder naturnahe Pflanzengesellschaft ein solches homöostatisches Gleichgewicht darstellt. Unter dieser Voraussetzung können die Nischen der höchstetsten Arten und der Charakterarten in einer Pflanzengesellschaft als dynamische standortabhängige Funktion wie folgt beschrieben werden:

Es wird eine Trapezfunktion der unscharfen Logik als Standard-Funktionsform angenommen, da keine exakteren Aussagen über die Form der Möglichkeitsverteilung gemacht werden können (TRAEGER, 1993). Dann hat die eindimensionale Lösung der Möglichkeitsverteilungsfunktion in ihrer allgemeinen Darstellung die durch Optima und Pessima beschriebene Form:



Das Quadrupel  $(x_{pess,min}, x_{opt,min}, x_{opt,max}, x_{pess,max})$  parametrisiert die ökologische Nische einer Pflanzenart und wird im Folgendem auch durch  $N_{Art}$  dargestellt, z.B.  $\pi_{Art}(x)=T(x, N_{Art})$

Die Möglichkeit der Pflanzenart a unter der Umweltbedingung x zu existieren ( $\pi_a(x)$ ), wird wie folgt berechnet:

$$\pi_a(x) = T(x, x_{pess,min}, x_{opt,min}, x_{pess,max}, x_{opt,max})$$

$x_{pess,min}, x_{pess,max}$  = Maximale unscharfe Spannungsgrenzen der Pflanzenart

$x_{opt,min}, x_{opt,max}$  = Optimale Spanne der Pflanzenart

$T(x)$  = stückweise lineare Funktion ist mit folgenden Teilstücken:

$$T(x) = 0 \text{ für } x \notin [x_{pess,min} \dots x_{pess,max}]$$

$$T(x) = 1 \text{ für } x \in [x_{opt,min} \dots x_{opt,max}]$$

$$T(x) = \frac{x - x_{pess,min}}{x_{opt,min} - x_{pess,min}} \text{ für } x \in [x_{pess,min} \dots x_{opt,min}]$$

$$T(x) = \frac{x - x_{pess,max}}{x_{opt,max} - x_{pess,max}} \text{ für } x \in [x_{opt,max} \dots x_{pess,max}]$$

Die maximale unscharfe Spannungsgrenze der Pflanzenart  $x_{pess,min}, x_{pess,max}$  ergibt sich aus der Zusammenführung (Addition) der Spannen der entsprechenden Pflanzengesellschaften, in denen sie vorkommt. Die optimale Spanne der Pflanzenart ( $x_{opt,min}, x_{opt,max}$ ) wurde zunächst dort angesetzt, wo die Art ihre höchste Vitalität ausprägen kann. Dies erfolgte auf der Basis gutachterlicher Schätzung in Auswertung entsprechender Literaturangaben (z. B. OBERDORFER 2001, ROTHMALER 1955, 1966, 2008, KONOPATZKI und KIRCHNER 1997).

$CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  der Pflanzenarten werden dort angesetzt, wo der Optimumbereich der Pflanzenart seinen unteren Eckwert  $x_{opt,min}$  hat.

Für die Pflanzengesellschaften wurde aufgrund der Unsicherheiten bei Abschätzung der Vitalität sowie zur besseren Nachvollziehbarkeit der Optimumbereich zwischen dem 40er Perzentil der Spannenuntergrenzen aller Gesellschaften, in denen die Art vorkommt, und dem 60er Perzentil der entsprechenden Spannenobergrenzen festgesetzt.

$CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  der Pflanzenarten werden dort angesetzt, wo der Optimumbereich der Pflanzenart seinen unteren Eckwert  $x_{opt,min}$  hat, mithin am 40er Perzentil.

#### 7.4.2 Beispielhafte Berechnung von $BS_{crit}$ und $CN_{crit(plant)}$ aus den ökologischen Nischen-spannen für die Pflanzenarten *Rumex acetosella*, *Phleum phleoides* und *Alopecurus pratensis*

Anhand von 3 Beispielen (Tabelle 7.4-1) wird die Berechnung exemplarisch nachvollzogen. In diesen 3 Beispielen ergeben sich die ökologischen Nischen der Gesellschaften, in denen die Art jeweils vorkommt, aus der Angabe der Bodenform im Begleittext der Stetigkeitstabellen, woraus sich der Säure-Basen-Status und damit die BS-Spanne ergaben. Die Bodenformen wurde den entsprechenden Boden-Einheiten der BÜK 1000 zugeordnet, woraus sich die Humusformen (nach Kapitel 7.10) und die Nährkraftstufen (nach Kapitel 7.11) ableiten ließen. Dementsprechend konnten die C/N-Spannen (nach Tabelle 7.3-1) sowie die BS-Spannen (nach Tabelle 7.3-6) für die typischen Standorte der Gesellschaften mit diesen Arten aufgelistet werden. Aus den unteren Spannungsgrenzen wurde das Quantil 0,4 und aus den oberen Spannungsgrenzen das Quantil 0,6 ermittelt. Das Quantil 0,4 ergibt das Critical Limit der Art.

**Tabelle 7.4-1: Beispiele für Boden-Pflanzenpaare BS und C/N (*Rumex acetosella*, *Phleum phleoides*, *Alopecurus pratensis*) einschließlich Berechnung der CLi-Perzentile für Pflanzenarten**

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humusform	CN min	CN max
Rumex acetosella	Agrostio-Quercetum PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 30b	32	Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	21	65	rohhumusartiger Moder	22	26
Rumex acetosella	Agrostis tenuis-Gesellschaft	Passarge (1964) Tab. 82f	32	Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	21	65	typ. Moder	17	24
Rumex acetosella	Agrostis tenuis-Gesellschaft	Passarge (1964) Tab. 82f	101	Regosol/ Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	60	100	typ. Moder	17	24
Rumex acetosella	Airetum praecocis (SCHWICK. 1944) KRAUSCH 1968	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/1	31	Braunerde-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	13	Magerrohhumus	35	40
Rumex acetosella	Airo caryophyllae-Festucetum ovinae TX. 1955	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 78/2b/1	31	Braunerde-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	13	Rohhumus	26	36
Rumex acetosella	Armerio-Agrostidetum tenuis HUECK 1931	Passarge (1964) Tab. 82g	46	Fahlerde	Sandlösse	20	65	typ. Moder	17	24
Rumex acetosella	Armerio-Festucetum ovinae KNAPP 1942	Passarge (1964) Tab. 82c-e	31	Braunerde-Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	13	typ. Moder	17	24
Rumex acetosella	Armerio-Festucetum trachyphyllae (LIBB. 1933) R. KNAPP 1948 ex HOHENESTER 1960	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/12a	26	Bänder-Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand-Deckschichten	21	65	typ. Moder	17	24
Rumex acetosella	Diantho deltooides-Armerietum elongatae KRAUSCH 1959	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/12b	26	Bänder-Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand-Deckschichten	21	65	typ. Moder	17	24

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humus- form	CN min	CN max
Rumex acetosella	Euphorbio- Callunetum SCHUB. 1960 em. SCHUB. 1995	Schubert (1960) Tab. 21/IV	32	Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	21	65	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Euphorbio- Callunetum SCHUB. 1960 em. SCHUB. 1995	Schubert (1960) Tab. 21/IV	46	Fahlerde	Sandlöße	20	65	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Festuco-Galietum veri BR.-BL. et DE LEEUW 1936 = Agrostio- Poetum humilis TX. et PRSG. 1951	Wolfram (1996) Tab. 13/1-55	1	Podsol- Regosol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	7	20	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Festuco-Galietum veri BR.-BL. et DE LEEUW 1936 = Agrostio- Poetum humilis TX. et PRSG. 1951	Wolfram (1996) Tab. 13/1-55	34	Regosol/ Lockersyro- sem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	9	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Festuco-Pinetum sylvestris JU- RASZEK 1928	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37c	31	Braunerde- Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	13	Mager- rohhu- mus	35	40
Rumex acetosella	Festuco- Sperguleum vernalis PASS. 1960	Passarge (1964) Tab. 78e,f	31	Braunerde- Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	13	Mager- rohhu- mus	35	40
Rumex acetosella	Festuco- Sperguleum vernalis PASS. 1960	Passarge (1964) Tab. 78e,f	34	Regosol/ Lockersyro- sem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	9	Mager- rohhu- mus	35	40
Rumex acetosella	Genisto pilosae- Callunetum OBERD. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 121/12c (auch Tüxen (1937) S. 117)	31	Braunerde- Podsol	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	13	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Genisto pilosae- Callunetum OBERD. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 121/12c (auch Tüxen (1937) S. 117)	34	Regosol/ Lockersyro- sem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	9	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Narduretum lachenalii KOR- NECK 1975	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/4	28	Podsolierte Pseudogley- Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	9	25	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Narduretum lachenalii KOR- NECK 1975	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 77/4	34	Regosol/ Lockersyro- sem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	4	9	Roh- humus	26	36
Rumex acetosella	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	13	Kalk- Pararendzi- na	Terrassen- und Schotterablagerungen	65	100	Kalk- mull	8	11
Rumex acetosella	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	19	Parabraun- erde	Geschiebemergel/ - lehme	21	90	Kalk- mull	8	11
Rumex acetosella	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	21	Kalk- Parabraun- erde	Geschiebemergel/ - lehme	21	95	Kalk- mull	8	11
Rumex acetosella	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	32	Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	21	65	Kalk- mull	8	11

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humusform	CN min	CN max
Rumex acetosella	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	101	Regosol/ Lockersyrosen aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	60	100	Kalkmull	8	11
Quantil 0,4						4			17	
Quantil 0,6							65			36
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	19	Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme	21	90	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	21	Kalk-Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme	21	95	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	35	Kalk-Pararendzina	Löss und Lössderivate/ Carbonatgestein	40	100	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	36	Tschernosem	Löss und Lössderivate/Geschiebemergel/ -lehme	40	95	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	37	Braunerde-Kalktschernosem	Löss und Lössderivate/ Mergel- und Kalkstein	30	95	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	49	Kalk-Rendzina	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)	60	100	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	65	Braunerde-Rendzina	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)	25	85	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Adonido-Brachypodietum pinnati (LIBB. 1933) KRAUSCH 1961	Passarge (1964) Tab. 86a-e (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 95/3a)	101	Regosol/ Lockersyrosen aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	60	100	mullartiger Moder	14	21
Phleum phleoides	Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae (KNAPP 1944) KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 94/1c/2	35	Kalk-Pararendzina	Löss und Lössderivate/ Carbonatgestein	40	100	Kalkmull II	8	11
Phleum phleoides	Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae (KNAPP 1944) KORNECK 1974	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 94/1c/2	49	Kalk-Rendzina	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)	60	100	Kalkmull II	8	11
Phleum phleoides	Allio sphaerocephali-Stipetum capillatae (KNAPP 1944)	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 94/1c/2	50	Terra fusca	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)	60	100	Kalkmull	8	11

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humusform	CN min	CN max
	KORNECK 1974									
Phleum phleoides	Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/10a	45	Braunerde	Sandlöß/Löss und Lössderivate	21	85	rohhumusartiger Moder	22	26
Phleum phleoides	Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/10a	51	Peloso-Braunerde/ Peloso-Pseudogley	Tongesteine	40	100	rohhumusartiger Moder	22	26
Phleum phleoides	Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/10a	52	Braunerde	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)/ Tongesteine	50	100	rohhumusartiger Moder	22	26
Phleum phleoides	Genisto sagittalis-Phleetum phleoidis BR.-BL. 1938	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 103/10a	56	Braunerde	Löss/ Saure Magmatite und Metamorphite/Sandstein	15	55	rohhumusartiger Moder	22	26
Phleum phleoides	Potentillo-Stipetum capillatae LIBBERT 1933	Passarge (1964) Tab. 85a-h	19	Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme	21	90	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Potentillo-Stipetum capillatae LIBBERT 1933	Passarge (1964) Tab. 85a-h	21	Kalk-Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme	21	95	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Potentillo-Stipetum capillatae LIBBERT 1933	Passarge (1964) Tab. 85a-h	101	Regosol/ Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	60	100	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Pulsatillo pratensis-Phleetum phleoidis PASS. 1959	Passarge (1964) Tab. 84a-c	26	Bänder-Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand-Deckschichten	21	65	Mull	11	15
Phleum phleoides	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	13	Kalk-Pararendzina	Terrassen- und Schotterablagerungen	65	100	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	19	Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme	21	90	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	21	Kalk-Parabraunerde	Geschiebemergel/ -lehme	21	95	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	32	Braunerde	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	21	65	Kalkmu II	8	11
Phleum phleoides	Stipo-Pinetum silvestris (KNAPP 1944) HOFM. 1962	Passarge u. Hofmann (1968) Tab. 37f	101	Regosol/ Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	60	100	Kalkmu II	8	11
Quantil 0,4						21,8			8	
Quantil 0,6							100			21
Alopecurus pratensis	Cnidio dubii-Violetum pumilae (KORNECK 1962) BAL.-TUL. 1969	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 334	11	Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	32	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Cnidio-Deschampsietum caespitosae HUNDT 1958 (incl. Allium angulosum-Ges.)	Passarge (1964) Tab. 64g-h	8	Auengley-Vega	Auensedimente	20	95	Erdfen	13	20

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humusform	CN min	CN max
Alopecurus pratensis	Cnidio-Deschampsietum caespitosae HUNDT 1958 (incl. Allium angulosum-Ges.)	Passarge (1964) Tab. 64g-h	11	Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	32	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	11	Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	32	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	24	Pseudogley-Tschernosem	Geschiebemergel/lehme	25	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	29	Braunerde-Pseudogley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	20	75	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	38	Tschernosem	Löss/Tongesteine	25	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	43	Parabraunerde-Pseudogley	Löss und Lössderivate	25	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Passarge (1964) Tab. 66b	58	Pseudogley-Braunerde	Tongesteine	30	85	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Filipendulo-Alopecuretum pratensis HUNDT em. 1958	Passarge (1964) Tab. 65d	10	Auenregosol	Auensedimente	20	85	Anmoor		
Alopecurus pratensis	Filipendulo-Alopecuretum pratensis HUNDT em. 1958	Passarge (1964) Tab. 65d	48	Pseudogley	Löss und Lössderivate	20	95	Anmoor		
Alopecurus pratensis	Galio-Alopecuretum pratensi HUNDT 1958	Passarge (1964) Tab. 65a,b	10	Auenregosol	Auensedimente	20	85	Fenmulm	13	20
Alopecurus pratensis	Galio-Alopecuretum pratensi HUNDT 1958	Passarge (1964) Tab. 65a,b	48	Pseudogley	Löss und Lössderivate	20	95	Fenmulm	13	20
Alopecurus pratensis	Lathyro palustris-Gratioletum BALATOVA-TULACKOVA 1966	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 333	8	Auengley-Vega	Auensedimente	20	95	Anmoor		
Alopecurus pratensis	Lathyro palustris-Gratioletum BALATOVA-TULACKOVA 1966	Mucina et al. (1993) Teil I, S. 333	12	Gley	Sande und mächtige Sand-Deckschichten	20	55	Anmoor		
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	14	Parabraunerde	Terrassen- und Schotterablagerungen	38	95	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	19	Parabraunerde	Geschiebemergel/lehme	21	90	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a	26	Bänder-Parabraunerde	Geschiebemergel/lehme im Wechsel mit geringmächtigen	21	65	Mull	11	15

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humusform	CN min	CN max
		(auch Tüxen (1937) S. 106)			Sand-Deckschichten					
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	27	Pararendzina	Geschiebemergel/ - lehme/Löss	20	75	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	30	Kalk-Braunerde	Geschiebemergel/ - lehme	40	100	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	40	Parabraunerde-Tschernosem	Löss und Lössderivate	25	95	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	41	Parabraunerde	Sandlöss/Löss	30	95	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	45	Braunerde	Sandlöß/Löss und Lössderivate	21	85	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	46	Fahlerde	Sandlöss	20	65	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	47	Braunerde	Löss und Lössderivate/Basische Magmatite und Metamorphite	32	95	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	49	Kalk-Rendzina	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)	60	100	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	51	Peloso-Braunerde/ Peloso-Pseudogley	Tongesteine	40	100	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	52	Braunerde	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine)/ Tongesteine	50	100	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	53	Braunerde	Basische Magmatite und Metamorphite	40	100	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	54	Braunerde	Bimstuff	40	100	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	56	Braunerde	Löss/ Saure Magmatite und Metamorphite/Sandstein	15	55	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	59	Braunerde	Tongesteine	25	75	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a	68	Ranker	Silikatgesteine	50	95	Mull	11	15

Art-Name	Ges_Name	Quelle	BÜK 1000	Bodentyp	Ausgangsgestein	BS min	BS max	Humusform	CN min	CN max
		(auch Tüxen (1937) S. 106)								
Alopecurus pratensis	Poo-Trisetum flavescens KNAPP 1951	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 237/3a (auch Tüxen (1937) S. 106)	144	Fahlerde	Silikatgesteine	20	75	Mull	11	15
Alopecurus pratensis	Ranunculo auricomideschampsietum cespitosae SCAM. 1955	Passarge (1964) Tab. 64a-f	8	Auengley-Vega	Auensedimente	20	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Ranunculo auricomideschampsietum cespitosae SCAM. 1955	Passarge (1964) Tab. 64a-f	11	Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	32	95	Erdfen	13	20
Alopecurus pratensis	Veronico longifoliae-Scutellarietum hastifoliae WALTHER 1955	Passarge (1964) Tab. 55h	8	Auengley-Vega	Auensedimente	20	95	Anmoor		
Alopecurus pratensis	Veronico longifoliae-Scutellarietum hastifoliae WALTHER 1955	Passarge (1964) Tab. 55h	9	Gley-Tschernosem	Auensedimente	65	100	Anmoor		
Alopecurus pratensis	Veronico longifoliae-Scutellarietum hastifoliae WALTHER 1955	Passarge (1964) Tab. 55h	11	Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente	32	95	Anmoor		
Quantil 0,4						21			11	
Quantil 0,6							95			18

## 7.5 Herleitung von $CN_{crit(plant)}$ und $BS_{crit}$ – Berechnung der Werte für Pflanzengesellschaften

Die Berechnung von  $CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  für Pflanzengesellschaften wurde wie folgt durchgeführt:

$CN_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  der Pflanzengesellschaften werden dort angesetzt, wo der Optimumbereich der Pflanzengesellschaft seinen unteren Eckwert hat. Dazu musste die Zugehörigkeitsfunktion der Pflanzengesellschaft zu den Standortfaktoren (C/N und BS) zweidimensional berechnet werden, indem die Zugehörigkeitsfunktionen (Trapezfunktionen) ihrer hochsteten und Charakterarten miteinander verknüpft werden.

Die Verknüpfung der Zugehörigkeitsfunktionen der Arten wurde so gewählt, dass das Möglichkeitsfeld der Pflanzengesellschaft dort die höchsten Werte annimmt, wo die meisten der die Pflanzengesellschaft konstituierenden Arten ihre höchsten Möglichkeitswerte haben. Vereinzelt niedrige Werte sollen die Möglichkeit der Pflanzengesellschaft nur geringfügig verringern. Dies ist deshalb sinnvoll, weil es eine Vielzahl von Pflanzengesellschaften z. B. auf Extremstandorten gibt, deren hochstete Arten in dieser Gesellschaft keine 100%ige Existenzmöglichkeit haben, aber dennoch ist die Gesellschaft an dem für sie typischen Standort die Gesellschaft mit der höchsten Existenzmöglichkeit.

Da aber solche Verknüpfungen für unscharfe Mengen sinnvoll sind, die zu hohen Existenzmöglichkeitsgraden einer Gesellschaft führen, auch wenn ihre hochsteten Arten nicht ihr Optimum in ihr an dem typischen Standort entfalten kann, wurde ein sogenannter kompensatorischer Operator, und zwar der nicht-konvexe algebraische Gamma-Operator  $A_\gamma = 0,8$  ausgewählt. Alle anderen Standortfaktoren, die zur Berechnung der Möglichkeitsfunktion der Pflanzengesellschaften einbezogen werden (Vegetationszeitlänge, Kontinentalitätsindex, Feuchtegehalt, Strahlungsenergie, Temperatur), werden auf Optimum gesetzt.

Die Berechnung des unteren zweidimensionalen (C/N;BS) Optimumeckwertes erfolgt mittels C++Programm.

## 7.6 Herleitung $BcAl_{crit}$

Untersuchungen von SVERDRUP und WARFVINGE (1993) haben folgende Referenzdaten der mittleren kritischen Werte für das Bc/Al-Verhältnis ergeben:

Fichte 1,2; Kiefer: 1,2; Bergkiefer 1; Birken 0,8; Weiden 5; Rotbuche 0,6; Stiel- und Traubeneiche 0,6; sonstige Laubbaumarten: 1; sonstige Nadelbaumarten: 1; Offenlandvegetationstypen 0,8.

Diese Critical Limits wurden zur Berechnung der Critical Loads für den versauernden N-Eintrag (CLmaxN) im FE-Projekt (BMVBS 2013) verwendet.

## 7.7 Herleitung $BcN_{crit}$

Das kritische Nährstoffverhältnis  $BcN_{crit}$  wurde aus der unteren Spannungsgrenze des optimalen Bereiches von basischen Kationen zu Stickstoff-Ionen in der Biomasse abgeleitet (Tabelle 7.7-1).

**Tabelle 7.7-1: Kritische untere Spannungsgrenze des optimalen Bereiches von basischen Kationen zu Stickstoff-Ionen in der Biomasse für ausgewählte Waldgesellschaften (UBA 1996) und Offenlandgesellschaften (Grobabschätzung nach BOLTE 2006)**

Vegetationskomplex	Ca:N	Mg:N	K:N	Summe BcN
Fichten-Waldgesellschaften	0,60	0,20	0,20	0,90
Kiefern-Waldgesellschaften	0,50	0,15	0,12	0,70
Rotbuchen-Waldgesellschaften	0,40	0,20	0,20	0,70
Eichen-Waldgesellschaften	0,40	0,20	0,20	0,70
Nass- u. Feuchtwiesen, Feuchtstauden	0,2	0,1	0,3	0,6
Frischwiesen/Frischweiden	0,1	0,1	0,4	0,5
Magerrasen	0,1	0,1	0,3	0,5
Kalk-Trockenrasen	0,6	0,2	0,3	1,1
Flutrasen	0,2	0,1	0,5	0,8
Heiden	0,4	0,2	0,1	0,7

Die Werte für die Waldgesellschaften stammen original aus dem Manual des ICP MAPPING & MODELING (UBA 1996).

Die Werte für die Offenland-Komplexe wurden aus den Angaben von BOLTE (2006, S. 11 in Verbindung mit Anhang 5) wie folgt berechnet (Tabelle 7.7-2). Im Anhang 5 hat BOLTE (2006) eine Vielzahl weiterer Pflanzenarten zu den Kategorien der Tabelle 7.7-2 zugeordnet, so dass eine breite Datenbasis für die Zuordnung von  $BcN_{crit}$  zu Vegetationskomplexen genutzt werden konnte.

**Tabelle 7.7-2: Datenbasis für die Berechnung der unteren Spannungsgrenze des optimalen Bereiches von basischen Kationen zu Stickstoff-Ionen in der Biomasse für Offenland-Komplexe (aus BOLTE 2006, S. 11)**

Offenland-Komplex	Zuordnung zu Bolte (2006)		N		K		Ca		Mg		Summe Bc	BcN
			g kg <sup>-1</sup>	eq kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	eq kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	eq kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	eqv		
Kalk-trocken-rasen	Kalk-reiche Kräuter	<i>Mercurialis perennis, Urtica dioica</i>	34,5	2,46	31,8	0,81	28,3	1,42	4,5	0,37	2,60	1,1
Flutrasen und Auenwiesen	Kalium-reiche Kräuter	<i>Adoxa moschatellina, Aegopodium podagraria, Impatiens parviflora, Lamium galeobdolon, Ranunculus ficaria, Stellaria holostea</i>	35,3	2,52	47,3	1,21	10,7	0,54	3,2	0,26	2,01	0,8
Heiden	<i>Ericaceen-Zwergsträucher</i>	<i>Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, V. vitis-idaea</i>	12,9	0,92	5,3	0,14	6,6	0,33	1,7	0,14	0,61	0,7
Frischwiesen/Frischweiden	Nährstoff-reiche Süßgräser	<i>Brachypodium sylvaticum, Calamagrostis arundinaceae, Dactylis polygama, Holcus mollis, Melica uniflora, Milium effusum, Poa nemoralis, Carex sylvatica, Holcus ssp.</i>	29	2,07	32,0	0,82	2,8	0,14	1,6	0,13	1,09	0,5
Mager-rasen	Nährstoff-arme Süßgräser	<i>Agrostis capillaris, Deschampsia flexuosa, Calamagrostis epigejos, Festuca ovina, Molinia caerulea, Luzula luzuloides</i>	17,4	1,24	16,8	0,43	2,1	0,11	1,2	0,10	0,63	0,5

## 7.8 Literatur

- AG BODEN - ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover.
- ANDERS, S., BECK, W., BOLTE, A., HOFMANN, G., JENSSEN, M., KRAKAU, U.-K., MÜLLER, J. (2002): Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands – Einfluss von Niederschlagsarmut und erhöhtem Stickstoffeintrag auf Kiefern-, Eichen-, und Buchen-Wald- und Forstökosysteme des nordostdeutschen Tieflandes. Eberswalde. Verlag Dr. Kessel Oberwinter, 283 S.
- BAUMANN, M.; ANDREAE, H.; RABEN, G. (2002): Vegetationsvergleich sächsischer Fichtenwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU) oberhalb 700 m Ü. NN. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hg.). Graupa - Dresden (Schriftenreihe der LFP, 25).
- BGR (2008): Parameter der nutzungsdifferenzierten Bodenübersichtskarte 1:1 000 000 für Deutschland (Wald, Grünland, Acker).
- BMVBS – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Endbericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, verfasst von BALLA, S., UHL, R., SCHLUTOW, A., LORENTZ, H., FÖRSTER, M., BECKER, C., SCHEUSCHNER, TH., KIEBEL, A., HERZOG, W., DÜRING, I., LÜTTMANN, J., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K.= Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft **1099**, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn. 362 S.
- BOBBINK, R. und HETTELINGH, J.-P. (Hrsg.) (2011): Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. Coordination Centre for Effects, RIVM, NL. Online im Internet: URL: <http://www.b-ware.eu/content/project/publicaties/Review-revision-empirical-critical-loads-2011.pdf> [Stand: Oktober 2011]
- BOBBINK, R., ASHMORE, M., BRAUN, S.; FLÜCKINGER, W.; VAN DEN WYNGAERT, I.J.J. (2003): Empirical nitrogen Critical Loads for natural and semi-natural ecosystems: update 2002. In: Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape – SAEFL, 2003: Empirical Critical Loads for Nitrogen, Expert Workshop, Berne 11.-13. November 2002, Proceedings. = Environmental Documentation No. 164, Air.
- BOLTE, A. (2006): Biomasse- und Elementvorräte der Bodenvegetation auf Flächen des forstlichen Umweltmonitorings in Rheinland-Pfalz. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe B, Bd. 72, Göttingen, 29 S. + Anhänge.
- BURSE, K.; SCHLUTOW, A.; STUBENRAUCH, F.; SCHEUSCHNER, TH.; NAGEL, H.-D.; WEIGELT-KIRCHNER, R. (2011): Waldbodenzustandsbericht für Thüringen – Auswertung der BZE II -. Im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei.
- CONRAD, S.; ANDREAE, H.; RABEN, G. (2002): Vegetationsvergleich sächsischer Laubwaldflächen der Bodenzustandserhebung (BZE = Level I der EU). Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.). Graupa - Dresden (Schriftenreihe der LFP, 25).

- DE VRIES, W.; KROS, J.; REINDS, G.J.; WAMELINK, W.; MOL, J.; VAN DOBBEN; H., BOBBINK, R.; EMMETT, B.; SMART, S.; EVANS, C.; SCHLUTOW, A.; KRAFT, P.; BELYAZID, S.; SVERDRUP, H. U.; VAN HINSBERG, A.; POSCH, M.; HETTELINGH, J.-P. (2007): Developments in modelling critical nitrogen loads for terrestrial ecosystems in Europe. Wageningen, the Netherlands, Alterra Green World Research, Report 1382, 206 S.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, 5. stark veränd. und verb. Aufl., Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. (2001): Zeigerwerte der Pflanzen von Mitteleuropa. 3. durchgesehene Auflage. Verlag Erich Goltze Göttingen. 262 S.
- GRABHERR, G. und MUCINA, L. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation. Gustav-Fischer-Verlag Jena. Stuttgart, New York.
- HÄRDTLE, W. (1995a): Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (Querco-Fagetea) im Nördlichen Schleswig-Holstein. Mitt. Der AG Geobotanik in Schleswig-Holst. und Hamburg, Kiel, Heft 48, 415 S.
- HÄRDTLE, W., EWALD, J., HÖLZEL, N. (2004): Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 250 S.
- HILL, M.O., CAREY, P.D. (1997): Prediction of Yield in the Rthamsted Park Grass Experiment by Ellenberg Indicator Values. J. Veg. Sci. 8:579-586. Uppsala
- HARTMANN, F. K. und JAHN, G. (1967): Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen, Jena, 636 S.
- HOFMANN, G. (1969a): Zur pflanzensoziologischen Gliederung der Kiefernforsten des nordostdeutschen Tieflandes, in: Feddes Repertorium (Bd. 80, Heft 4-6), Berlin, S. 401-412.
- HOFMANN, G. (1969b): Datenspeicher Waldfonds Forstamt Eberswalde. 8.924 Bodenparameter an 537 Wald-Standorten mit Vegetationsaufnahmen (1952 Erstaufnahme; 1962-1964 Wiederholungsaufnahme) unveröffentlichte Datenbank
- HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. Gustav Fischer Verlag Jena, 284 S.
- ICP FOREST (2011): The Condition of Forests in Europe - 2011 Executive Report. Download unter: <http://www.icp-forests.org/pdf/ER2011.pdf>
- ICP MODELLING & MAPPING (2010): Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads & levels. Laufend aktualisiertes Handbuch. Online im Internet unter: URL: [www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/index.html](http://www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/index.html) [Stand: Oktober 2011]
- ISSLER, E. (1942): Vegetationskunde der Vogesen. Pflanzensoziologie Band 5, Gustav Fischer Verlag Jena, 161 S.
- JENSSEN, M., HOFMANN, G., NICKEL, S., PESCH, R., RIEDIGER, J., SCHRÖDER, W. (2012, 2013): Bewertungskonzept für die Gefährdung der Ökosystemintegrität durch die Wirkungen des Klimawandels in Kombination mit Stoffeinträgen unter Beachtung von Ökosystemfunktionen und –

dienstleistungen. Zwischenbericht 2012 und Endbericht 2013. UBA-Texte 87/2013. 124 S.

<http://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/bewertungskonzept-fuer-die-gefaehrung>

- KARRER, G. (1992): Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Teil VII: Vegetationsökologische Analysen. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien 168:193-242. Wien
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort – nach Beispielen aus West-, Mittel- und Süddeutschland. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- KONOPATZKY, A. und KIRSCHNER, G. (1997): Zum Standorts- und Vegetationswandel in den Wäldern der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und des Tieflandteils von Sachsen-Anhalt, Berichte Universität Göttingen. Reihe B, Bd. 56/1997.
- KOPP, D. (2004): Vorschlag für eine Rahmenklassifikation der Waldstandorte Deutschlands nach Ökotoptypen. Waldökologie online (AFSV) Heft 1: 11-24.
- KRIEGER, H. (1937): Die flechtenreichen Pflanzengesellschaften der Mark Brandenburg. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Band LVII, Abt. B, S. 1-77.
- MAHN, E. G. (1965): Vegetationsaufbau und Standortverhältnisse der kontinental-beeinflussten Xerothermasengesellschaften Mitteldeutschlands, in: Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Akademie-Verlag, Berlin, 138 S.
- MAHN, E.-G. (1959): Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen an Felsfluren, Trocken- und Halbrocken rasen Mitteldeutschlands. Diss. Uni Halle, 215 S.
- MATUSZKIEWICZ, A. (1958): Zur Systematik der Fagion-Gesellschaften in Polen. In: Acta Societatis Botanicorum Poloniae Vol. XXVII-Nr. 4:675-725. Breslau, 1958.
- MATUSZKIEWICZ, W. (1962): Zur Systematik der natürlichen Kiefernwälder des mittel- und osteuropäischen Flachlandes. In: Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 9:145-186. Stolzenau/Weser.
- MUCINA, L.; GRABHERR, G.; WALLNHÖFER, S. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil I und III, Gustav Fischer Verlag Jena.
- NAGEL, H.-D., SCHLUTOW, A., KRAFT, P., SCHEUSCHNER, T., WEIGELT-KIRCHNER, R. (2010): Modellierung und Kartierung räumlich differenzierter Wirkungen von Stickstoffeinträgen in Ökosysteme im Rahmen der UNECE-Luftreinhaltkonvention. Teilbericht III: Das BERN-Modell – ein Bewertungsmodell für die oberirdische Biodiversität. UBA-Texte 08/2010. 136 S.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Vegetationsgesellschaften. Pflanzensoziologie 10, 564 S. Jena.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 8. stark überarb. und ergänzte Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart, 1051 S.
- OBERDORFER, E. (Hrsg.) (1992-1998): Süddeutsche Vegetationsgesellschaften. Teil I 4. Aufl. 1998, Teil II 3. Aufl. 1993, Teil III 3. Aufl. 1993, Teil IV 1992, Gustav-Fischer-Verlag, Jena Stuttgart New York, Teile I-IV in 5 Bänden.
- PASSARGE, H. (1964): Vegetationsgesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. Pflanzensoziologie 13. Jena.

- PASSARGE, H. und HOFMANN, G. (1968): Vegetationsgesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes. II. Pflanzensoziologie 16. 324 S. Jena
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Ulmer Verlag, Stuttgart, 427 S.
- PREISING, E. (1953): Süddeutsche Borstgras- u. Zwergstrauchheiden (Nardo-Callunetea). - Mitt. flor. soz. Arbeitsgem.N.F. 4: 112-123. Stolzenau.
- PREISING, E.; VAHLE, H. C.; BRANDES, H.; HOFMEISTER, H.; TÜXEN, J.; WEBER, H. E. (1990a): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Salzpflanzengesellschaften der Meeresküsten und des Binnenlandes. Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsens, Heft 20/7, S. 1-161, Hannover.
- PREISING, E.; VAHLE, H. C.; BRANDES, H.; HOFMEISTER, H.; TÜXEN, J.; WEBER, H. E. (1990b): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften des Süßwassers. Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsens, Heft 20/8, S. 1-161, Hannover.
- PREISING, E.; VAHLE, H. C.; BRANDES, H.; HOFMEISTER, H.; TÜXEN, J.; WEBER, H. E. (1997): Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens – Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutzprobleme: Rasen-, Fels- und Geröllgesellschaften. Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsens, Heft 20/5, S. 1-146, Hannover.
- RABEN, G.; ANDREAE, H.; KARST, H.; SYMOSSEK, F.; LEUBE, F. (2000): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern (1992-1997). Graupa: Eigenverlag (Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Forsten, Heft 20).
- RABEN, G.; ANDREAE, H.; KARST, H.; SYMOSSEK, F.; LEUBE, F. (2004): Bodenzustandserhebung (BZE) in den sächsischen Wäldern - 2., überarb. Aufl. - Graupa, 2004. - 64 S. : 111. ; graph. Darst. ; 30 cm + 1 CD-ROM. Schriftenreihe des Landesforstpräsidiums, Heft 28).
- ROTHMALER, W. (1955, 1966): Exkursionsflora. Volk und Wissen Berlin, 366 S.
- SCHAFFERS, A.P., SYKORA, K.V. (2000): Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. J. Veg. Sci. 11:225-244. Uppsala
- SCHMIDT, P. A.; HEMPEL, W.; DENNER, M.; DÖRING, N.; GNÜCHTEL, B.; WALTER, B.; WENDEL, D. (2002): Potentielle natürliche Vegetation Sachsens mit Karte 1:200.000. Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden, 230 S.
- SCHUBERT, R. (1960): Die zwergstrauchreichen azidiphilen Pflanzengesellschaften Mitteldeutschlands. VEB Gustav Fischer, Jena, 235 S.
- SCHUBERT, R. (1991): Lehrbuch der Ökologie. Verlag Fischer, Jena, 657 S.
- SCHUBERT, R., KLOTZ, W., HILBIG, S. (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. Fischer Jena, 403 S.
- SSYMANK, A.; HAUKE, U.; RÜCKRIEM, C.; SCHRÖDER, E. (1998): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 53, Bonn-Bad Godesberg.

- SUCCOW, M. (1974): Vorschlag einer systematischen Neugliederung der mineralbodenwasserbeeinflussten wachsenden Moorvegetation Mitteleuropas unter Ausklammerung des Gebirgsraumes. In: Feddes Repertorium, Band 85, Heft 1-2:57-113. Berlin 1974.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. Gustav-Fischer-Verlag, Jena, S. 126.
- SUCCOW, M. und JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 622 S.
- SVERDRUP, H. und WARFVINGE, P. (1993): The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the (Ca+Mg+K)/Al ratio. Reports in Ecology and Environmental Engineering, 1993:2.
- THOMSON, K., HODGSON, J.G., GRIME, J.P., RORISON, I.H., BAND, S.R., SPENGER, R.E. (1993): Ellenberg numbers revised. Phytocoenologia 23:277-289, Stuttgart
- TRAEGER, D. H. (1993): Einführung in die Fuzzy-Logik, Teubner, Stuttgart
- TÜXEN, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt. flor.-soz. Arb.gem. Niedersachsen 3:1-170. Hannover.
- TÜXEN, R. (1958): Pflanzengesellschaften oligotropher Heidetümpel Nordwestdeutschlands. Veröff. D. Geobotanischen Instituts Rübel, 33: 207-231, Zürich
- TÜXEN, R., WESTHOFF, V. (1963): Saginetea maritimae, eine Gesellschaftsgruppe im wechselhalinen Grenzbereich der europäischen Meeresküsten. In: Mitt. flor.-soz. Arb.gem. 1963, N. F. 10:116-129. Stolzenau/Weser.
- UBA (1996): Manual on methodologies and criteria for mapping Critical Levels & Loads and geographical areas where they are exceeded. Berlin: Umweltbundesamt Berlin, UBA-Texte 71/96
- VOLK, O. H. (1937): Über einige Trockenrasengesellschaften des Würzburger Wellenkalkgebietes. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Band LVII, Abt. B, S. 577-599.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C., TÜRK, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. Verlag Geobotanica Freising, 442 S.
- WILLNER, W. (2002): Syntaxonomische Revision der südmitteleuropäischen Buchenwälder, in: Phytocoenologia 32 (3), Berlin-Stuttgart, S. 337-453.
- WOLFF, B. und RIEK, W. (1997): Deutscher Waldbodenbericht 1996 – Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald von 1987 – 1993 (BZE). Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Eberswalde.
- WOLFRAM, C. (1996): Die Vegetation des Bottsandes. Mitt. der AG Geobotanik in Schlesw-Holst. und Hamburg, Kiel, Heft 51, 111 S.

## 8 Plausibilisierung der vegetationspezifischen Critical Limits $N_{crit(plant)}$ , $CN_{crit(plant)}$ , $BS_{crit}$

### 8.1 Übersicht der Ergebnisse

In Tabelle 8.1-1 sind die Ergebnisse der Plausibilisierung ausgewählter vegetationspezifischer CLi dargestellt (Methodik siehe Kapitel 3.3). Die Darstellung ist sortiert nach den FFH-Lebensraumtypen und den jeweils zugeordneten Pflanzengesellschaften. Zu mehreren Pflanzengesellschaften wird die Einschätzung in Kapitel 8.2 ausführlich erläutert.

**Tabelle 8.1-1: Plausibilisierung ausgewählter vegetationspezifischer CLi**

BfN-Liste = Rennwald E. (Red. und Bearb.), Bohn U. & Gollub G. (Fachbetreuung) (Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz) 2000: Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – CD-ROM; Bonn-Bad Godesberg.

	plausibel
	nicht plausibel; Klärungsbedarf
◆	vgl. Erläuterung im Anschluss an die Tabelle

Plausibilisierung ausgewählter vegetationspezifischer CLi

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02	Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)	Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)	Anhang I-6; Originalliteratur	Anhang I-6	
2310 ◆	Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938	Subatlantische Sandginster-Heide	1,0	23,0	11,0	66 (in Oberdorfer 11)	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 121/12c (auch Tüxen (1937) S. 117)	flächenmäßig wichtigste Ausprägung des Typs im subatlantischen bis subkontinentalen Flach- und Hügelland Der Verweis auf Tüxen 1937, S. 117 ist nicht korrekt, dort wird die Assoziation mit <i>Genista anglica</i> als Charakterart beschrieben.
4030	Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937	Flechtenheide, Flechtenreiche Ausprägung der Deutschginster-Heide	0,5	27	20	11	Passarge (1964) Tab. 91a,b	Nach den „Flechten-Preiselbeere-Schema“ (BMVBS 2013: Abb. 70) würde sich ein N <sub>crit(plant)</sub> -Wert von 0,3 ergeben. Der Wert müsste niedriger sein als für die nicht von Flechten geprägte Glockenheide-Feuchtheide (N <sub>crit(plant)</sub> = 0,4)
4030 ◆	Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995	Glockenheide-Gesellschaft, Glockenheide-Feuchtheide	0,4	30	9,1	40 (in Tüxen 20)	Tüxen (1937) S. 110	Die genannten Werte sind für die Pflanzengesellschaft zwar weitgehend plausibel, die Gesellschaft gehört aber nicht zu den trockenen Heiden, sondern zu den Feuchtheiden (4010) oder zu den Mooren (7110, 7120, 7140).
4030 ◆	Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937	Sandginster-Heide	1,5	20	19	124	Passarge (1964) Tab. 90a-c	Für die Mehrheit der Standorte der eu-atlantischen Region Nordwestdeutschlands erscheint der BS <sub>crit</sub> Wert zu hoch. Werte in der Größenordnung von 10 wären plausibel.
4030 ◆	Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv.	Deutschginster-Heide	1,5	23	23	14	Passarge (1964) Tab. 91h	plausibel
4030	Vaccinio myrtillicae-Callunetum BÜK.	Preiselbeer-Bergheide	1,0	22,5	4,3 (?)	60 (in Oberdorfer)	Oberdorfer (1993) Teil II,	in Oberdorfer als Vaccinio Callunetum BÜK. 1942 geführt

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02	Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)	Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)	Anhang I-6; Originalliteratur	Anhang I-6	
◆	1942					30)	Tab. 121/13a	
Zusätzlich dem LRT 4030 zugeordnet, bislang nur für LRT 2310 (Trockene Sandheiden mit <i>Calluna</i> und <i>Genista</i> ) aufgeführt								
6120 [richtig ist 2330]	Thymo-Festucetum ovinae TX. 1937	Schafschwingel-Trockenrasen	2,0	15,0	19,0	Pass.(64) Tab.82a,b: 6; Anhang I-6: 6	Pass.(64) Tab.82a,b	Originalname in Quelle: Fesucetum ovinae Tx. (28) 37, in BfN-Liste in Verband Thero-Airion Tx. Ex Oberd. 1957 aufgenommen. Zuordnung der Pfl.ges. zu LRT 6120 falsch: Verband Thero-Airion gehört zu LRT 2330 Von den 5 gelisteten Vikarianten wurden nur 2 berücksichtigt. Gründe dafür nicht bekannt Zuordnung von T. pulegioides als Charakterart (Blatt 5-06 BMVBS 2012) geht aus der Quelle nicht hervor
6120	Bromo tectorum-Phleetum arenarii KORNECK 1974	Dachtrespen-Sandlieschgras-Pionierrasen	1,5	15,0	26,0	Oberdorfer (1993) Teil II Tab. 80/6a+b: 57; Anhang I-6: 57	Oberdorfer (1993) Teil II Tab. 80/6a+b	plausibel
6230	Juncetum squarrosi NORDH. 1922	Borstgras-Torfbinsen-Rasen	0,4	26,0	9,1	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 119/11: 57; Anhang I-6: 57	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 119/11	Validität: „gut validiert (Veg., pH, KAK vor 1960)“ – Wo sind Daten zu pH und KAK dokumentiert? Bei Oberdorfer keine Angaben dazu.
6431	Valeriano-Filipenduletum SIS-SINGH in WESTHOFF et al. 1946 (incl. Filipendula ulmaria-Ges.)	Arzneibaldrian-Mädesüß-Flur	5,0	12,0	26,0 Plausibel, allerdings keine Differenzierung zwischen kalkreiche und kalkarme	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 222/3c: 50; Anhang I-6: 50	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 222/3c	Differenzierung der Werte notwendig, da kalkarme und kalkreiche Standorte eingenommen werden (siehe Oberdorfer 1993, S. 365) Nur 1 von 3 Vikarianten berücksichtigt (Filipendula-ulmaria-Ges.)

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02	Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)	Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)	Anhang I-6; Originalliteratur	Anhang I-6	
					Standorten			wurde nicht berücksichtigt)
6210	Gentiano-Koelerietum pyramidatae KNAPP 1942 ex BORNKANN 1960	Enzian-Fiederzwenken-Rasen	4 beide Ass.-Kennarten (Cirsium acaule, Gentianella ciliata) nach Ellenberg-Zeigerwerte N=2	10	28	13	Passarge (1964) Tab. 85b (auch Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 101/7d/1)	Von Oberdorfer nur die 10 Aufnahmen aus dem mittleren Maingebiet verwendet, nicht aber die ca. 500 Aufnahmen der übrigen Tabellen. Die kennzeichnenden Arten der Gesellschaft sind sehr stickstoffempfindlich.
6210	Onobrychido-Brometum erecti TH. MÜLLER 1968	Trespen-Halbtrockenrasen	4 die 6 häufigeren Ass.-Kennarten nach Ellenberg-Zeigerwerte N=2 oder N=3	10	40	120	Onobrychido-Brometum erecti TH. MÜLLER 1968	Die kennzeichnenden Arten der Gesellschaft sind sehr stickstoffempfindlich.
6210	Xerobrometum erecti BR.-BL. 1915 em. 1931	Trespen-Trockenrasen	5 Von 6 Ass.-Kennarten nach Ellenberg-Zeigerwerte 4 N=1 und 2 N=2	16	30	74	Oberdorfer (1993) Teil II, Tab. 117/7	Die kennzeichnenden Arten der Gesellschaft sind sehr stickstoffempfindlich.
6510	Dauco-Arrhenatheretum (Alopecurus-Subass.) BR.-BL. 1919	Tal-Glatthaferwiese, Ausbildung mit Wiesen-Fuchschwanzgras	4,0	10	20,0	12	Passarge (1964) Tab. 66b	In Tab. 66 entsprechen der Alopecurus-Rasse die Spalten a, c und g; Spalte b entspricht einer trockenen Ausbildung.
6510	Dauco-Arrhenatheretum (Bromus erectus-Subass.) BR.-BL. 1919	Tal-Glatthaferwiese, Ausbildung mit Aufrechter Trespe	4,0	10	23	118	Klapp (1965) Tab. 52I (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 236/1c)	Keine Unterscheidung bei Klapp zwischen Bromus u. Salvia-Subass. Tab. 52I fast ohne Brom. erect., dafür in 52II mit hoher Stetigkeit. Nur 1 von 3 Varianten nach Oberdorfer berücksichtigt
6510	Dauco-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) BR.-BL. 1919	Tal-Glatthaferwiese, Ausbildung mit Wiesen-Salbei	4,0	10	20	279	Klapp (1965) Tab. 52II (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 236/1f)	Keine Unterscheidung bei Klapp zwischen Bromus u. Salvia-Subass. Nur 1 von 2 Varianten bei Oberdorfer

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02	Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)	Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)	Anhang I-6; Originalliteratur	Anhang I-6	
								fer berücksichtigt
6510	Dauco-Arrhenatheretum elatioris (typ. Subass.) BR.-BL. 1919	Tal-Glatthaferwiese, typische Ausbildung	4,0	10	18,5	247	Passarge (1964) Tab. 66e-i (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 235/1a, Tüxen (1937) S. 105)	In Passarge Tab. 66 e-i sind sehr unterschiedliche Ausprägungen enthalten: von feucht (Alopecurus-Ausb.) bis trocken, basenreich (Salvia prat.-Ausb.) Tab. 235/1a von Oberdorfer umfasst die westliche Ausprägung des Arrhenatheretums unabhängig von Standortverhältnissen
6510	Alchemillo-Arrhenatheretum (Salvia pratensis-Subass.) SOUGN. 1963	Berg-Glatthaferwiese, Ausbildung mit Wiesen-Salbei	3	15	20	406	Klapp (1965) Tab. 52II (auch Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/2)	In Tab. 52 bei Klapp sind nur Tal-Glatthaferwiesen vertreten; die Berg-Glatthaferwiesen sind in Tab. 57 zusammengefasst. Die Salbei-Ausbildung müsste einen höheren BS <sub>crit</sub> -Wert haben als die Ausbildung ohne die Basenzeiger.
6510	Alchemillo-Arrhenatheretum SOUGN. 1963	Berg-Glatthaferwiese	3	15	23	218	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/2 (auch Klapp (1965) Tab. 52I)	Diese Ausbildung müsste einen niedrigeren BS <sub>crit</sub> -Wert haben als die Ausbildung mit Basenzeigern wie Salvia pratensis.
6520	Astrantio-Trisetetum flavescens KNAPP 1952	Sterndolden-Goldhafer-Rasen	0,2 Wert um mindestens Faktor 10 zu niedrig (Berechnungsfehler?); liegt in der Größenordnung des LRT 6510	15 Der große Unterschied zum Wert des Geranio sylvatici-Trisetetums erklärt sich nicht	26 und kalkarme Standorten	33	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/5	
6520	Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens KNAPP ex OBERD. 1957	Waldstorchschnabel-Goldhafer-Rasen	0,3 Wert um mindestens Faktor 10 zu niedrig (Berechnungsfehler?); liegt in	10 Der große Unterschied zum Wert des Astrantio-Trisetetums erklärt sich nicht	23 Plausibel, allerdings keine Differenzierung zwischen kalkreiche und kalkarme	96	Oberdorfer (1993) Teil III, Tab. 234/4 (auch Tüxen (1937) S. 109)	

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02	Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)	Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)	Anhang I-6; Originalliteratur	Anhang I-6	
			der Größenordnung des LRT 6510		Standorten			
7110 7120 ◆	Erico-Sphagnetum magellanici (OSVALD 1923) MOORE 1968	Glockenheide-Torfmoos-Bultengesellschaft	0,5	26,0	7,0	758	Passarge (1964) Tab. 75e-f (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 75/2c-d; Tüxen (1937) S. 113)	C/N-Verhältnis für das Akrotelm eines intakten Hochmoors zu eng, naturnahe Verhältnisse erst ab C/N > 40 (vgl. u.a. Succow & Joosten 2001). Für die relevanten oberen cm Werte um 80 (Dierßen & Dierßen 2001, S. 109)
7110 7120 ◆	Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975	Rasenbinsen-Hochmoorgesellschaft	0,5	32,0	4,3	36	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 67/9a	C/N-Verhältnis für intaktes Hochmoor zu eng, naturnahe Verhältnisse erst ab C/N = 40 (vgl. u.a. Succow & Joosten 2001)
7110 7120 ◆	Ledo-Sphagnetum magellanici SUKOPP 1959	Porst-Bunttorfmoos-Gesellschaft	0,5	30,0	9,1	keine Angabe	Grabherr u. Mucina (1993) Teil II S. 170	C/N-Verhältnis für intaktes Hochmoor zu eng, naturnahe Verhältnisse erst ab C/N = 40 (vgl. u.a. Succow & Joosten 2001)
7140 ◆	Caricetum diandrae JONAS 1932	Drahtseggen-Gesellschaft	0,5 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	19,0	24,0	Anhang I-6: 55 Oberdorfer: 44 Passage: 10	Passarge (1964) Tab. 72a,b (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 66/4a)	Vorkommen auf Pseudogley (7) gehören höchstwahrscheinlich nicht zum LRT 7140 (Torfsubstrat und/oder konstant oberflächennaher Wasserstand erforderlich)
7140 ◆	Caricetum elatae (Comaro-Subass.) KOCH 1926	Steifseggen-Ried	1,0 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	16,0	13,0	Anhang I-6: 79 Oberdorfer: 35 Passage: ?	Passarge (1964) Tab. 20b,d (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 36/1d)	C/N weist auf Vorkommen auf mooruntypischen, mineralischen Substraten oder auf degradierten Standorten hin.
7140 ◆	Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915	Alpine Braun-Seggen-Sümpfe	0,5 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	33,0	9,1	Anhang I-6: 22 Oberdorfer: 22	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 67/8f	der höchste für eine Gesellschaft zugewiesene CN <sub>crit</sub> : aufgrund des Bodens und der Höhenlage plausibel, BS <sub>crit</sub> für saure Torfe über Kalk plausibel
7140 ◆	Junco-Caricetum fuscae TX. 1952	Flatterbinsen-Braunseggen-Ried	1,0 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	28,0	17,0	Anhang I-6: 27	Passarge (1964) Tab. 72 c-h	Die Aufnahmen stammen aus (beweideten?) Sümpfen (Caltha palustris hochstet) und nicht aus Übergangsmooren.

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			<b>Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02</b>	<b>Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)</b>	<b>Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)</b>	<b>Anhang I-6; Originalliteratur</b>	<b>Anhang I-6</b>	
7140 ◆	Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937		1,0 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	16,0	9,1	Anhang I-6: 91 Oberdorfer Tab. 64/3: 95 Tab,	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 64/3 bzw. Tab. 66/3a-3c	Vorkommen auf Parabraunerde-Pseudogley über Löss bzw. Lössderivaten (2 von 4) gehören höchstwahrscheinlich nicht zum LRT 7140 (Torfsubstrat und/oder konstant oberflächennaher Wasserstand erforderlich)
7140 ◆	Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964	?	0,4 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	25,0	21,0	Anhang I-6: 51 Oberdorfer: 51	Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 67/8b	BS <sub>crit</sub> nicht plausibel
7140 ◆	Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931		0,4 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen	32,0	10,0	Anhang I-6: 145 Oberdorfer: 3a: 45 3c: 17	Passarge (1964) Tab. 71e-f (auch Oberdorfer (1998) Teil I, Tab. 66/3a-3c)	CN <sub>crit</sub> und BS <sub>crit</sub> sind plausibel.
8150	Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum (BÜKER 1942) OBERD. 1957	Gelbhohlzahn-Gesellschaft	1,0 Wert scheint zu niedrig, da Kennarten N=3 (Ellenberg)	17,5 Plausibel, aber Ermittlung des Wertes nicht nachvollziehbar	26,0	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 14/21: 7; Anhang I-6: 7	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 14/21	Name der Pfl.ges. wurde der BfN-Liste angepasst. Originalname: Galeopsietum segetum (Oberd.38) Bük.42 Quelle ohne Jahreszahl der Veg.Aufnahmen
8150	Anarrhinum belledifolium-Gesellschaft	Lochschlund-Gesellschaft	1,0 Wert scheint zu niedrig, da Kennarten N=3 (Ellenberg)	23,0 Plausibel, aber nicht nachvollziehbar, warum der Wert um 5,5 höher liegt, als beim Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum, da diese Gesellschaften sich in ihren Standorteigenschaften wenig unterscheiden	26,0	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 14/22: 11; Anhang I-6: 11	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 14/22	Originalname in Quelle und Name in BfN-Liste: Anarrhinetum bellidifolii (Korneck 1974) Seibert in Oberd. 1977 Bildet gemeinsam mit dem Epilobio lanceolati-Galeopsietum segetum den Verband Galeopsio-segetum Oberd.57
8210	Drabo-Hieracietum humilis OBERD. (1970) 1977	Gesellschaft des Niedrigen Habichtsrauts	1,0 Plausibel, aber Ermittlung des Wertes nicht nachvollziehbar (Rechnung BMVBS Nov.	18,0 Plausibel, aber Ermittlung des Wertes nicht nachvollziehbar	28,0	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 2/4b: 28; Anhang I-6: 28	Oberdorfer (1993) Teil I Tab. 2/4b	Nur 1 von 3 Vikarianten berücksichtigt (nicht die typische Ausprägung)

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02	Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)	Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)	Anhang I-6; Originalliteratur	Anhang I-6	
			2012, S. 245f.)					
8220	Woodsio ilvensis-Asplenietum septentrionalis TX. 1937	Hochmontan-subalpine Strichfarn-Flur	2,0 Wert scheint zu hoch, da Assoziationskennarten sehr N-empfindlich (N=1-2 (Ellenberg))	18,0	24,0 Wert scheint zu hoch, da Vorkommen auf Silikatfelsen; Vegetation besteht hauptsächlich aus Säurezeigern	Oberdorfer (1993) Teil I, Tab. 5/11: 16; Anhang I-6: 16	Oberdorfer (1993) Teil I, Tab. 5/11	Vorkommen auf Braunerde sehr zweifelhaft (siehe Blatt 5-04a)
9110	Molinio-Fagetum SCAM. 1959	Bodensaurer Hainsimsen Buchenwald	0,6 Wert scheint zu niedrig; Arten mit hoher Stetigkeit weisen min N = 2 nach Ellenberg auf. Keine Flechten oder Preiselbeeren betroffen	24,0 Quelle nennt allerdings „Rohhumus“ (Wert=28) Luzulo-Fagetum (Quelle: Oberdorfer nennt Moder – Rohhumus)	9,1	Pass.u.Hofm .(68) Tab.26a-b: 20; Anhang I-6: 20	Pass.u.Hofm. (68) Tab.26a-b (für Luzulo-Fagetum: Oberdorfer (1992) Teil IV Tab.325/5)	Synonym der Pfl.ges. ist Luzulo-Fagetum MEUSEL 1937 Von 3 Vikarianten wurden nur 2 berücksichtigt Blatt 5-06 listet <i>Molinia caerulea</i> als Charakterart – dies geht aus der Quelle nicht hervor Der N-Wert von <i>Molinia caerulea</i> kann nicht für Vorkommen in Waldbeständen angewendet werden
9180	Carpino-Ulmetum minoris PASS. 1953 em. SCHUB. 1995	Hainbuchen-Feldulmen-Hangwälder	5,0	14,0	21,0	Pass.u.Hofm .(68) Tab.9c: 19; Anhang I-6: 19	Pass.u.Hofm. (68) Tab.9c	Originalbezeichnung in Passarge 68: Carpino-Ulmetum carpiniifoliae (Meusel) PASS 1953; in BfN-Liste: Carpino betuli ISSLER 1931
9190	Lysimachio - Quercetum roboris PASS-ARGE 1968	Gilbweiderich-Pfeifengras-Stieleichenwälder	2,0	16,0 Wert fraglich Bodentyp Rohhumusgley - > CN <sub>crit(plant)</sub> = 28 (Blatt 4-06)	9,1	Pass.u.Hofm .(68) Tab.32a: 11 Anhang I-6: 11	Pass.u.Hofm. (68) Tab.32a	
91T0	Vaccinio myrtilli-Pinetum sylvaticae PASS. 1956	Normale Beerkraut-Kiefernwälder (Normalrasse)	1,0	32,0 „feinhumusreicher Rohhumus“: 28 nach Blatt 4-06; 32 nach Blatt 4-03 NEU.	4,3	Pass.u.Hofm .(68) Tab.36e: 25; Anhang I-6: 25	Pass.u.Hofm. (68) Tab.36e	Originalbezeichnung der Gesellschaft ist: Myrtillo-Vaccinio-Pinetum, Normalrasse; nicht in RL (BfN) aufgeführt

FFH-LRT	Ges_Name (wissenschaftlich)	Ges_Name (deutsch) (nach BfN-Liste, wenn dort vorhanden)	N <sub>crit(plant)</sub> [mg l <sup>-1</sup> ]	CN <sub>crit(plant)</sub> [-]	BS <sub>crit</sub> [%]	Anzahl Aufnahmen	Quellen	Anmerkungen
			<b>Werte ermittelt nach Schema Blatt 2-02</b>	<b>Werte ermittelt nach Schema Blatt 4-06 (BMVBS Nov.2012; S. 230 und 307)</b>	<b>Abschätzung nach pH-Wert (BMVBS Nov. 2012; S.216)</b>	<b>Anhang I-6; Originalliteratur</b>	<b>Anhang I-6</b>	
9410 [richtig ist 9130]	Galio rotundifollii-Abietetum WRABER 1959	Rundblattlabkraut-Tannen-Wald	1,5 Wert scheint zu niedrig; viele Arten mit hoher Stetigkeit liegen bei N = 4-5 (Ellenberg)	18 in Quelle ist aber eine weite Spanne angegeben: „Mull bis modriger Humus“	24 scheint zu hoch, da Vorkommen meist auf rel. sauren Böden über Granit und Gneis	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.339/1B: 191; Anhang I-6: 191	Oberdorfer (1992) Teil IV, Tab.339/1B; Textband S. 235	Die Pfl.gesellschaft beinhaltet zusätzliche Vikarianten Tab.339/1A und Tab. 340/1A-D, die nicht berücksichtigt wurden, nur Vikariante des Alpenraums wurde berücksichtigt  Zuordnung der Pfl.ges. zu FFH-LRT 9410 falsch: Klasse Querco-Fagetea

## 8.2 Erläuterungen zu einzelnen Pflanzengesellschaften

### 8.2.1 Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937

Über die Syntaxonomie der Zwergstrauchheiden bestehen widersprüchliche Auffassungen. Gleiche und auf den ersten Blick weitgehend identische Gesellschaftsbezeichnungen werden von verschiedenen Autoren für unterschiedliche Inhalte verwendet. In den drei Quellen, aus denen das verwendete pflanzensoziologische Aufnahmемaterial stammt, werden Ansichten vertreten, die in einigen Fällen miteinander nicht kompatibel sind. Der Diskussion der CLi-Werte wurden deshalb kurze Erläuterungen zur ökologischen und syntaxonomischen Stellung der jeweiligen Gesellschaft vorangestellt.

Das Cladonio-Callunetum vulgaris KRIEGER 1937 hat seinen Verbreitungsschwerpunkt in Süd-, Mittel- und Ostdeutschland. Dort ist die Konkurrenzkraft des Heidekrautes in der Regel so geschwächt, dass kein geschlossener *Calluna*-Bestand ausgebildet ist und sich ein Bewuchs aus langsam wachsenden, konkurrenzschwachen Flechten entwickeln kann. Die Pflanzengesellschaft wird heutzutage von vielen Autoren zum Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 gestellt (Übersicht in Pott 1995, S. 447).

Der für Heidegesellschaften vergleichsweise hohe  $BS_{crit}$ -Wert (20) ist für subatlantische, trockenere Standorte mit Trockenrasenarten nachvollziehbar (vgl. unten Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957).

Gesellschaft	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 14 Arten (Blatt 5-06)			
Cladonio-Callunetum vulgaris Flechtenheide Flechtenreiche Ausprägung der Deutschginster-Heide	9	<i>Cladonia chlorophaea</i>	ChA	<i>Cladonia rangiferina</i>	stB
		<i>Cladonia gracilis</i>	ChA	<i>Cladonia squarrosa</i>	stB
		<i>Cladonia squarrosa</i>	ChA	<i>Cladonia sylvatica</i>	stB
		<i>Calluna vulgaris</i>	stB	<i>Cladonia uncialis</i>	stB
		<i>Cladonia arbuscula</i>	stB	<i>Cornicularia aculeata</i>	stB
		<i>Cladonia furcata</i>	stB	<i>Hypnum cupressiforme</i>	stB
		<i>Cladonia mitis</i>	stB	<i>Polytrichum piliferum</i>	stB

### 8.2.2 Ericetum tetralicis (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995

Die Pflanzengesellschaft kommt auf feuchten bis nassen und vermoorten Standorten vor. Die meisten Autoren stellen sie zu den Moorgesellschaften (Oxycocco-Sphagnetea, vgl. u.a. Dierßen & Dierßen 2001). Nur wenigen Autoren (u.a. Schubert et al. 1995) stellen sie zu den Zwergstrauchheiden (Calluno-Ulicetea). Unabhängig von der syntaxonomischen Diskussion sind im konkreten Fall die Zuordnungskriterien zu den FFH-Lebensraumtypen ausschlaggebend. Je nach Standort und Boden ist eine Zuordnung als „Feuchte Heiden des nordatlantischen Raums mit *Erica tetralix*“ (4010) als „lebende Hochmoore“ (7110), „noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore“ (7120) oder als „Übergangs- und Schwingrasenmoore“ (7140) möglich (vgl. auch Ssymank et al. 1998). Eine Einstufung als „trockene Europäische Heiden“ (4030) ist unter Berücksichtigung des unten angegebenen Arteninventars nicht plausibel. Das BfN-Handbuch stellt bei der Beschreibung des LRT 4030 klar: „Heidevermoorungen mit Glockenheiden-Beständen (*Ericion tetralicis*, Lebensraumtyp 4010) sind ausgeschlossen.“ (Ssymank et al. 1998, S. 215)

Bei den u.a. von Ellenberg (1996) beschriebenen „Lehmheiden“ mit *Erica tetralix* handelt es sich um einen Vegetationstyp, der über stauenden Lehmhorizonten anzutreffen ist und zu den Feuchtheiden vermittelt (Ellenberg 1996). Die Standorte sind jedoch nie dauerhaft so vernässt, dass sich eine Vegetation aus Torfmoosen entwickeln kann. Auch für die frischeren Standorte des Lebensraumtyps kommt die berücksichtigte Artenzusammensetzung (Blatt 5-06, vgl. folgende Tabelle) nicht in Frage.

Gesellschaft	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 7 Arten (Blatt 5-06)			
Ericetum tetralicis (AL-LORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995 Glockenheide-Gesellschaft Glockenheide-Feuchtheide	2	<i>Sphagnum compactum</i>	ChA	<i>Erica tetralix</i>	stB
		<i>Sphagnum molle</i>	ChA	<i>Eriophorum vaginatum</i>	stB
		<i>Trichophorum cespitosum</i>	ChA	<i>Molinia caerulea</i>	stB
		<i>Drosera rotundifolia</i>	stB		

Aus der angegebenen Quelle Tüxen 1937 (S. 110) lassen sich die berücksichtigten Charakterarten und hochsteten Begleitern nicht nachvollziehen. *Sphagnum molle* wird nicht als Charakterart geführt, dafür *Juncus squarrosus*. Die angegebenen Begleitarten und ihre Stetigkeiten stimmen mit Blatt 5-06 nicht überein.

Die genannten CLi-Werte sind für die Pflanzengesellschaft weitgehend plausibel. Der C/N-Verhältniswert von 30 ist für eine torfmoosgeprägte Gesellschaft der Feuchtheiden (4010) mit Übergangsmoorcharakter in einem günstigen Erhaltungszustand jedoch zu niedrig. Für Feuchtheiden auf Gleypodsol-Böden oder in feuchten Dünentälern mit schwankenden Wasserständen kann der C/N-Wert plausibel sein.

### 8.2.3 Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937

Die Sandginster-Heide ist für die eu-atlantischen Region Nordwestdeutschlands typisch und stellt dort die am weitesten verbreitete Heidegesellschaft dar. Sie tritt kulturbedingt als Ersatzgesellschaft von bodensauren Eichen- bzw. Buchenwäldern auf. Im subatlantischen Bereich Südwestdeutschlands ist *Genista pilosa* mit zunehmender Mächtigkeit vertreten. Pott (1995) fasst das Genisto anglicae-Callunetum und das Genisto pilosae-Callunetum als vikariierende Subassoziationen auf (Pott 1995, S. 445).

Gesellschaft	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 8 Arten (Blatt 5-06)			
Genisto anglicae-Callunetum vulgaris SCHWICK. 1933 em. TX. 1937 Sandginster-Heide	4	<i>Danthonia decumbens</i>	ChA	<i>Calluna vulgaris</i>	stB
		<i>Genista anglica</i>	ChA	<i>Carex pilulifera</i>	stB
		<i>Agrostis tenuis</i>	stB	<i>Festuca ovina</i>	stB
		<i>Avenella flexuosa</i>	stB	<i>Hypericum perforatum</i>	stB

Als BS<sub>crit</sub> wird für die Sandginster-Heide ein Wert von 19 angegeben, der zwar für Sonderausprägungen valide und durch Messwerte belegt sein mag (vgl. Blatt 5-04 „gut validiert (Veg., pH, KAK vor 1960)“), aber für die Mehrheit der Standorte der Gesellschaft im nordwestdeutschen Tiefland wahrscheinlich nicht repräsentativ ist.

Für die Gesellschaft werden im Blatt 5-04 berücksichtigt:

- 2 Parameterkombinationen für die montane Stufe (ID 132 und 134: sommerkühl-winterkalt + hoher bzw. sehr hohe Luftfeuchte + mesotroph + mittelbasisch + Braunerde + saure Magmatite und Metamorphite)
- 2 Parameterkombinationen für das Tief- und Hügelland (ID 133 und 135: sommerwarm-winterkühl + geringe bzw. mittlere Luftfeuchte + oligotroph + basenarm + Braunerde-Podsol + Sande und mächtige Sand-Deckschichten)

Die häufigsten Standorte der Sandginster-Heide in Nordwestdeutschland (sommerwarm-winterkühl /hohe Luftfeuchte, typischer Eisenhumuspodsol über Sander und Altmoränen) sind im Datensatz nicht vertreten.

Nach einem Vergleich mit den pH-Werten, die in der Fachliteratur benannt werden, zeichnen sich BS-Werte in der Größenordnung von (8)-12-(14) für trockene Heiden über basenarmen Lockergesteinen als plausibel ab. Da die Messmethoden (z.B. Bodentiefe) in den Veröffentlichungen häufig unvollständig beschrieben werden, ist nur eine überschlägige Einschätzung möglich. Ferner lässt sich nicht unterscheiden, zu welchen Anteilen die anthropogene Versauerung und die traditionelle lebensraumtypische Nutzung an den aktuellen niedrigen pH-Werten beteiligt sind.

Als nächster Schritt wurde verglichen, welche  $BS_{crit}$ -Werte für vergleichbare Standorte unter naturnaher Bewaldung angegeben werden. Sandginster-Heiden des Typs 4030 stellen Ersatzgesellschaften für trockene Ausprägungen von Wäldern der Typen 9110 „Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagetum)“ bzw. 9190 „Alte bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit *Quercus robur*“ dar. Da die traditionelle Heidenutzung Basenverluste fördert, dürften unter Heidenutzung keine höheren BS-Werte gelten als bei ursprünglicher Bewaldung. Für den Klimaregionaltyp „sommerwarm-winterkühl / hohe Luftfeuchte“ sind im Blatt 5-04 Waldgesellschaften ausgesucht worden, die auf anhydromorphen, basenarmen Standorten den LRT 9110 und 9190 im nordwestdeutschen Tiefland entsprechen können (vgl. Tab.). Die Zuordnung wurde für den LRT 9110 dadurch erschwert, dass die im Blatt 5-04 angebotenen Gesellschaften subozeanische bis subkontinentale Verhältnisse charakterisieren.

LRT	Pflanzengesellschaft	$BS_{crit}$	LRT	Pflanzengesellschaft	$BS_{crit}$
9110	Deschampsio flexuosae-Fagetum (Miliun-Subass.) PASS. 1956	9,1	9190	Betulo-Quercetum (GAUME 1924) TX. 1937	15
9110	Deschampsio flexuosae-Fagetum (typ-Subass.) PASS. 1956	4,3	9190	Holco mollis-Quercetum (robori-petraeae) LEMÉE 1937 corr. et em. OBERD. 1992 (= Fago-Quercetum petraea TX. 1955)	15
9110	Luzulo pilosae-Fagetum MATUSZKIEWICZ 1973 = Maianthemo-Fagetum PASS. 1959 em. SCHUB. 1995	9,1	9190	Melampyro-Quercetum roboris (Deschampsia flexuosa-Subass.) (TX. 1930) PASSARGE 1968	4,3

Für typische „Vorgänger“-Waldgesellschaften des LRT 4030 werden niedrigere  $BS_{crit}$ -Werte angegeben als unter Heidenutzung. Dies weist auf einen zu hohen Wert für die Heiden hin.

Die Pflanzengesellschaft der Sandginster-Heide wird auch als charakteristisch für den LRT 2130 „Festliegende Dünen mit krautiger Vegetation (Graudünen)“ eingestuft. Die  $BS_{crit}$ -Werte liegen für weitere Gesellschaften der Graudünen in der Größenordnung von 19 bis 20 (vgl. u.a. *Agrostis tenuis*-Gesellschaft, Festuco-Galietum verum, *Viola caninae*-Corynephorretum canescentis). Aufgrund des Na-Eintrags in Küstennähe ist der  $BS_{crit}$ -Wert von 19 für eine Sandginster-Heide auf einer Graudüne zwar plausibel, er ist aber auf küstenferne Heidestandorte des Typs 4030 nicht zwingend übertragbar. In den Fällen, in

denen keine 1:1-Entsprechungen zwischen Standorteigenschaften und Pflanzengesellschaften bestehen, können sich unterschiedliche CLi-Werte für dieselbe Gesellschaft ergeben, je nachdem für welchen LRT sie betrachtet wird. Inwiefern eine Abweichung von 5 bis 10 beim  $BS_{crit}$ -Wert einen relevanten Einfluss auf das Ergebnis der CL-Berechnung ausübt, kann hier nicht beurteilt werden.

#### 8.2.4 Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv.

Das Genisto germanicae-Callunetum hat seinen Schwerpunkt in subatlantischen, sommerwarmen Klimata (z.B. Donau-Isar-Hügelland, Mittelgebirgslagen Thüringens), wo die Wuchskraft der Besenheide durch Trockenheit geschwächt wird. "Das Genisto germanicae-Callunetum löst im mittleren und östlichen Teil unseres Gebietes des Genisto pilosae-Callunetum im Bereich ab, die sommerwärmer sind und zugleich lehmige, basenreiche, wenn auch kalkarme, saure Böden aufweisen." (Oberdorfer (1978, S. 243)

Gesellschaft	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 11 Arten (Blatt 5-06)			
Genisto germanicae-Callunetum OBERD. 1957 nom. inv. Deutschginster-Heide	4	<i>Genista germanica</i>	ChA	<i>Hieracium pilosella</i>	stB
		<i>Agrostis tenuis</i>	stB	<i>Luzula campestris</i>	stB
		<i>Calluna vulgaris</i>	stB	<i>Pinus sylvestris</i>	stB
		<i>Carex ericetorum</i>	stB	<i>Pleurozium schreberi</i>	stB
		<i>Euphorbia cyparissias</i>	stB	<i>Poa pratensis angustifolia</i>	stB
		<i>Festuca ovina</i>	stB		

#### 8.2.5 Vaccinio myrtilli-Callunetum BÜK. 1942

In der angegebenen Quelle wird die Pflanzengesellschaft als Vaccinio-Callunetum BÜK 1942 (ohne myrtilli, Preiselbeer-Heidekraut-Heide) geführt (Oberdorfer (1978, Teil II, Tab. 121, 13a S. 243, Pott 1995, S. 448, Schubert et al. 1995, S. 141-142). Die Gesellschaft ist für montane Lagen der subkontinentalen Mittelgebirge auf basenarmen Ausgangsgesteinen charakteristisch. Die in Schubert et al. (1995) angegebene Artenliste ähnelt dem im Blatt 5-06 enthaltenen Artenset. Schubert et al. (1995) beschreiben die Gesellschaft als typisch für „*flachgründige, oft gestörte Standorte mit starker Versauerung*“ (S. 142). Der Hinweis auf eine starke Versauerung ist mit der Vergabe des niedrigsten  $BS_{crit}$ -Wertes (4,3) kompatibel. Zur Bestätigung der Größenordnung des Wertes wären weitere Informationen notwendig, die innerhalb des zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeitraums nicht beschafft werden konnten.

Gesellschaft	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 6 Arten (Blatt 5-06)			
Vaccinio myrtilli-Callunetum BÜK. 1942 Beerkraut-Heidekrautheide Preiselbeer-Heidekraut-Heide Bergheide	10	<i>Genista pilosa</i>	ChA	<i>Pleurozium schreberi</i>	stB
		<i>Avenella flexuosa</i>	stB	<i>Vaccinium myrtillus</i>	stB
		<i>Calluna vulgaris</i>	stB	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	stB

#### 8.2.6 Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938 (ergänzt aus LRT 2310)

Das Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938 wird im Datensatz (vgl. Blatt 5-04) nur für den Lebensraumtyp 2310 (Trockene Sandheiden mit *Calluna* und *Genista*) benannt. Da die Gesellschaft auch außerhalb der basenarmen Binnendünengebiete vorkommt, ist eine Berücksichtigung auch für den LRT

4030 sinnvoll. Im Unterschied zu nicht mehr verwendeten Gesellschaftsnamen ist diese Gesellschaft in den gängigen Werken der Pflanzensoziologie leicht auffindbar, was für die Anwendung hilfreich ist.

Die Gesellschaft ist im subatlantischen Bereich weit verbreitet und besiedelt dort ähnliche Standorte wie die Sandginster-Heide (als *Genisto anglicae-Callunetum vulgaris* in der eu-atlantischen Region Nordwestdeutschlands). Sie wird in den LRT-Kartieranleitungen der ostdeutschen Bundesländer als charakteristisch für den LRT 4030 angegeben. Durch Ihre Berücksichtigung ließe sich vermeiden, dass nur Sonderausprägungen auf basenreicheren Festgesteinen im subatlantischen Bereich zur Auswahl angeboten werden.

Die Werte für  $N_{crit(plant)}$ ,  $C/N_{crit(plant)}$ ,  $BS_{crit}$  sind im Vergleich mit den übrigen Gesellschaften des Lebensraumtyps plausibel.

Gesellschaft	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 6 Arten (Blatt 5-06)			
Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938 Subatlantische Sandginster-Heide Ginster-Heidekrautheide		<i>Genista pilosa</i>	ChA	<i>Hieracium pilosella</i>	stB
		<i>Avenella flexuosa</i>	stB	<i>Hieracium umbellatum</i>	stB
		<i>Calluna vulgaris</i>	stB	<i>Rumex acetosella</i>	stB

Vollständigkeit der behandelten Ausprägungen des Lebensraumtyps	
Anzahl der Parameterkombinationen (ID-Anzahl in Blatt 5-04)	30
Regionen	sommerkühl-winterkalt mit hoher und sehr hoher Luftfeuchte = 15 (montane Stufe) sommerwarm- winterkühl mit hoher, mittlerer und hoher Luftfeuchte = 15 (Flach- und Hügelland)
Basen-Säure-Status	Basenarme Standorte aus für alpine / montane Regionen (3) Basenarme Übergangsmoore des Flach- und Hügellands nicht vertreten.
Stickstoffstatus	oligotrophe Standorte in der montanen Stufe (3) und im Flach- und Hügelland (12) mesotrophe Standorte in der montanen Stufe (12) und im Flach- und Hügelland (2)
Böden	Calluna-Heide in erster Linie in der montanen Stufe auf mittelbasischen und basenreichen Böden, (Braunerde, podsolierte Braunerde, Ranker) im Flach- und Hügelland auf basenarmen Sanden (Podsol, Braunerde-Podsol, Regosol/Lockersyrosem, Gleypodsol)
Vegetationskundliche Standorttypen	Die Parameterkombinationen sind mehrheitlich plausibel. 2 hydromorphe Standorte mit <i>Ericetum tetralicis</i> auf Gley-Podsol in der montanen Stufe (ID 130-131): Zugehörigkeit zum Lebensraumtyp 4030 „Trockene Europäische Heiden“ fraglich. Die Pflanzengesellschaft wird in Ssymanck et al. (1998) für 4010 „Feuchte Heiden des nordatlantischen Raum mit <i>Erica tetralix</i> “. 1 mesotropher, basenreicher Standort auf Ranker über Silikatgestein (ID 146): Die Parameterkombination wird als „gut validiert (Veg., pH, BS, C/N vor 1960)“ im CL-Blatt 5-04 angegeben. Sie ist für die Pflanzengesellschaft und für den Lebensraumtyp sehr außergewöhnlich.  Der Datensatz aus Blatt 5-04 deckt ab: subatlantische Region Südwestdeutschlands, Flach- und Hügelland Nordwestdeutschlands subkontinentale Trockengebiete Mittel- und Ostdeutschlands montane stufe der sauren Mittelgebirge

### 8.2.7 Caricetum diandrae Jonas 1932

Standorte der Gesellschaft auf Pseudogleyen und Parabraunerde-Pseudogleyen sind unwahrscheinlich. Die Gesellschaft benötigt im günstigen Erhaltungszustand einen anhaltend hohen Wasserstand.

BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E. (1994): Magnocaricion elatae-Gesellschaften — Eine Ergänzung zum Werk „Die Pflanzengesellschaften Österreichs“. -Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 131 (1994): 27-36:

„Das Caricetum diandrae stellt eine der Verlandungsgesellschaften dystroph- mesotropher bis mesotropher stehender Gewässer, meist auf torfigem Untergrund mit dünner Schlammschicht, dar. Manchmal bildet es Schwinggrasen.“ S. 30

„Die Bodenreaktion ist in den oberen 20 cm meistens schwach sauer bis neutral, das Pufferungsvermögen mittelstark (BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1976, 1978).“ S.30:

*Carex diandra* beansprucht für die volle Entwicklung, ähnlich wie *Carex lasiocarpa* und *Carex rostrata*, einen lang andauernden hohen Wasserstand (am Anfang der Vegetationsentwicklung wenigstens +10 bis +20 cm — cf. Angaben in BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ 1971 und OVERAL 1980), wobei sie in der Zeit ihrer vollen Entwicklung eine Höhe bis zu 105 cm erreichen kann. Ist dies nicht der Fall, bleibt *Carex diandra* niedrig und steril, und in den Bestand dringen dann die Scheuchzerio-Caricetea fuscae-Arten sowie viele Moose ein. (S. 30-31)

OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. Fischer Verlag . Stuttgart-New-York: „Zwischenmoorgesellschaft nasser, basenreicher, schwach bis mäßig saurer Torfschlamm Böden“ (S. 232).

Ferner ist fraglich, ob Standorte ohne mindestens eine Niedermoorauflage dem Lebensraumtyp „Übergangs- und Schwinggrasenmoore“ angehören.

Die Berücksichtigung von nicht vermoorten Vorkommen führt zur Annahme eines für den LRT zu geringen C/N-Verhältnisses (für die berücksichtigten Standorte ist der Wert allerdings plausibel).

Blatt 5-04 weist auf einen zusätzlichen Validierungsbedarf hin.

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 16 Arten (Blatt 5-06)			
Caricetum diandrae JO-NAS 1932 Drahtseggen-Gesellschaft	10	<i>Carex diandra</i>	ChA	<i>Equisetum fluviatile</i>	stB
		<i>Stellaria crassifolia</i>	ChA	<i>Equisetum palustre</i>	stB
		<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	stB	<i>Eriophorum gracile</i>	stB
		<i>Carex limosa</i>	stB	<i>Galium palustre</i>	stB
		<i>Cicuta virosa</i>	stB	<i>Menyanthes trifoliata</i>	stB
		<i>Climacium dendroides</i>	stB	<i>Parnassia palustris</i>	stB
		<i>Comarum palustre</i> (= <i>Potentilla palustris</i> )	stB	<i>Peucedanum palustre</i>	stB
		<i>Drepanocladus revolvens</i>	stB	<i>Stellaria palustris</i>	stB

### 8.2.8 *Erico-Sphagnetum magellanici* (OSVALD 1923)

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 7 Arten (Blatt 5-06)			
<i>Erico-Sphagnetum magellanici</i> (OSVALD 1923) MOORE 1968	7	<i>Andromeda polifolia</i>	ChA	<i>Eriophorum vaginatum</i>	stB
		<i>Vaccinium oxycoccus</i>	ChA	<i>Sphagnum magellanicum</i>	stB
		<i>Calluna vulgaris</i>	stB	<i>Sphagnum recurvum</i>	stB
		<i>Drosera rotundifolia</i>	stB		

### 8.2.9 Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 5 Arten (Blatt 5-06)			
Eriophoro-Trichophoretum cespitosi (ZLATNIK 1928, RUDOLF et al. 1928) RÜBEL 1933 em. DIERSSEN 1975 m	4	<i>Carex pauciflora</i>	ChA	<i>Gymnocolea inflata</i>	stB
		<i>Sphagnum rubellum</i>	ChA	<i>Sphagnum tenellum</i>	stB
		<i>Trichophorum cespitosum</i>	ChA		

### 8.2.10 Ledo-Sphagnetum magellanicum SUKOPP 1959

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 10 Arten (Blatt 5-06)			
Ledo-Sphagnetum magellanicum SUKOPP 1959	8	<i>Ledum palustre</i>	ChA	<i>Sphagnum recurvum</i>	stB
		<i>Sphagnum magellanicum</i>	ChA	<i>Vaccinium myrtillus</i>	stB
		<i>Calluna vulgaris</i>	stB	<i>Vaccinium oxycoccus</i>	stB
		<i>Eriophorum vaginatum</i>	stB	<i>Vaccinium uliginosum</i>	stB
		<i>Polytrichum strictum</i>	stB	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	stB

Vollständigkeit der behandelten Ausprägungen des Lebensraumtyps	
Anzahl der Parameterkombinationen (ID-Anzahl in Blatt 5-04)	9 Die Gesamtanzahl von 18 ID für beide Lebensraumtypen ergibt sich aus der Reduplizierung des Datensatzes. Die Angaben für die Lebensraumtypen 7110 und 7120 sind identisch. Der Lebensraumtyp 7120 ist anhand seines Zielzustands als Lebensraumtyp 7110 definiert. Die Reduplizierung ist somit fachlich korrekt. Sie ermöglicht das Angebot von Werten für 7120, wenn dies bei der Anwendung in der FFH-VP erwünscht wird.
Regionen	Alle Standorte werden hydrologisch-pedologisch mit den Ausprägungen hydromorph / oligotroph / basenarm / Hochmoor / Torf eingestuft. Die Differenzierung der CL-Werte ergibt aus den Klimaparametern. Die Klimaparameterkombination sommerwarm-winterkühl / sehr hohe Luftfeuchte, die für das nordwestdeutsche Tiefland typisch ist und dem Schwerpunkt der atlantischen Hochmoore in Deutschland entspricht, ist im Blatt 5-04 nicht vertreten. Da sich der Niederschlag entscheidend auf das CL-Ergebnis auswirkt, ist eine Ergänzung wünschenswert.
Vegetationskundliche Standorttypen	Die 3 berücksichtigten Pflanzengesellschaften charakterisieren Hochmoore des ozeanischen und subozeanischen Tieflands und der montanen Regionen. Sie decken die drei wichtigsten Moornaturraumtypen Deutschlands ab (vgl. Dierßen & Dierßen 2001, S. 135ff).

### 8.2.11 Caricetum elatae (Comaro-Subass.) KOCH 1926

Neben *Iris pseudacorus* (hochsteter Begleiter in Blatt 5-06) enthalten die Tabellen der Originalquellen weitere Arten wie *Caltha palustris* oder *Phalaris arundinacea* (Stetigkeit 2 nach Passarge = 21 bis 40%). Das ausgewertete Aufnahmematerial ist eher für mesotraphente Röhrichte typisch als für Übergangs- und Schwingrasenmoore. Dementsprechend wird ein C/N-Wert angegeben, der zwar für das ausgewertete Material korrekt ist, aber zur Charakterisierung des LRT 7140 in einem günstigen Erhaltungszustand nicht geeignet ist.

Von den 8 Standorttypen mit der Gesellschaft werden diejenigen auf Niedermoor/Niedermoorgley in allen Fällen als eutroph, während die Standorte auf Gley als mesotroph eingestuft werden (vgl. Blatt 5-04). Schrautzer (1988, S. 58) gibt für die typische Subassoziation des Caricetum elatae mit *Potentilla palustris* (= *Comarum palustre*) C/N-Werte von 26 (Bodentiefe 10-20 cm) bis 32 (Bodentiefe 20-30 cm) an. C/N-Werte von 16 auf Niedermoortorf deuten auf eine Vererdung hin. Die Ergebnisse werden im Blatt 5-04 als „gut validiert (Veg., pH, BS, C/N vor 1960)“ bewertet. Möglicherweise stammen sie aus von damals schon (teil)-entwässerten Standorten. Insbesondere bei den Mooren garantiert ein älteres Datum nicht, dass der Standort nicht schon damals degradiert war.

Schrautzer, J. (1988): Pflanzensoziologische und standörtliche Charakteristik von Seggenriedern und Feuchtwiesen in Schleswig-Holstein. – Mitt. Arbeitsgem. Geobot. in Schleswig-Holstein und Hamburg H. 38: 1-189.

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 5 Arten (Blatt 5-06)			
Caricetum elatae (Comaro-Subass.) Steifseggen-Ried	8	<i>Carex elata</i>	ChA	<i>Iris pseudacorus</i>	stB
		<i>Comarum palustre</i> (= <i>Potentilla palustris</i> )	ChA	<i>Peucedanum palustre</i>	stB
		<i>Galium palustre</i>	stB		

### 8.2.12 Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915

Das Aufnahmematerial charakterisiert eine von Oberdorfer als „Kalkalpen-Rasse“ bezeichnete Ausprägung. Die Standorte der berücksichtigten Subassoziaton mit *Trichophorum cespitosum* werden als „etwas trockener als die reine Gesellschaft“ eingestuft (OBERDORFER 1977, Teil I, S. 241). Für die Gesellschaft werden „basenarme, im allgemein stark saure, torfige Standorte“ oberhalb der natürlichen Waldgrenze angegeben (ebd. S. 240).

Der CN<sub>crit</sub>-Wert von 33 ist der höchste, der im gesamten Datensatz für eine Pflanzengesellschaft zugewiesen wurde. Aufgrund des Bodens und des Klimas (ganzjährig niedrige Temperaturen, hohe Niederschläge) ist der Wert plausibel. Der BS<sub>crit</sub>-Wert von 9,1 ist für den Oberboden von sauren Torfschichten plausibel. Er charakterisiert einen Standort, der zumindest teilweise ombrogen ist (z.B. weil das Bodenwasser aus der Grenzschicht zwischen Torfaufgabe und Kalkausgangsgestein hangabwärts abgeführt wird).

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 5 Arten (Blatt 5-06)			
Caricetum fuscae subalpinum BR.-BL. 1915 Subalpiner Braunseggen-Sumpf	3	<i>Carex canescens</i>	ChA	<i>Potentilla erecta</i>	stB
		<i>C. fusca</i> (= <i>C. nigra</i> )	stB	<i>Trichophorum cespitosum</i>	stB
		<i>Nardus stricta</i>	stB		

### 8.2.13 Junco-Caricetum fuscae TX. 1952

Das "Junco effusi-Caricetum nigrae TX. 1952 ex PASSARGE 1964" (Original: "Junco-Caricetum fuscae") wird mittlerweile als Ausbildungsform verschiedener anderer Caricion nigrae-Gesellschaften interpretiert (nach Pietsch insbesondere Carici canescenti-Agrostietum caninae). (RENNWALD et al. 2000; BfN-Liste). Literaturangaben zur Carici canescenti-Agrostietum caninae (Grauseggen-Hundsstraußgras-Ried) wurden deshalb ergänzend herangezogen.

Nur ein Teil der Vorkommen ist dem LRT 7140 zuzuordnen (vgl. u.a. Rote Liste der Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommern). In staunassen Bereichen von Wiesen kommen *Carex nigra* und *Carex canescens* gemeinsam mit dem typischen Arteninventar aus Sumpf-Blutauge (*Potentilla palustris*), Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), Sumpf-Veilchen (*Viola palustris*) und Schmalblättriges Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) vor. Die hochsteten Vorkommen der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*) und des Kriechenden Hahnenfußes (*Ranunculus repens*) im berücksichtigten Aufnahmematerial (Blatt 5-06) deutet darauf hin, dass es aus beweideten Niedermoorsümpfen stammt. Hierfür spricht auch der für Übergangsmoore untypische Boden Pseudogley (Blatt 5-04).

CN<sub>crit</sub> und BS<sub>crit</sub> sind für das ausgewertete Material plausibel, jedoch nicht für den LRT 7140 repräsentativ.

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 8 Arten (Blatt 5-06)			
Junco-Caricetum fuscae TX. 1952	2	<i>Carex nigra</i>	ChA	<i>Eriophorum angustifolium</i>	stB

		<i>Caltha palustris</i>	stB	<i>Galium palustre</i>	stB
		<i>Carex canescens</i>	stB	<i>Ranunculus flammula</i>	stB
		<i>Epilobium palustre</i>	stB	<i>Ranunculus repens</i>	stB

#### 8.2.14 Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937

Die Vorkommen auf Parabraunerde-Pseudogley über Löss bzw. Lössderivaten (2 von 4) gehören höchstwahrscheinlich nicht zum LRT 7140 (Torfsubstrat und/oder konstant oberflächennaher Wasserstand sind zur Entstehung eines Übergangs- oder Schwingrasenmoores erforderlich). C/N-Verhältnisse von 16 sind für einen naturnahen Zwischenmoorstandort unter den Klimabedingungen sommerkühl, winterkalt, sehr hohe Luftfeuchte unwahrscheinlich.

Die Ansprüche der Gesellschaft wird anhand von nur 3 Arten charakterisiert (*Carex lasiocarpa*, *Peucedanum palustre*, *Comarum palustre* = *Potentilla palustris*). Auf der Grundlage dieser 3 Arten ist der BS<sub>crit</sub>-Wert von 9,1 plausibel. Ein C/N-Wert von 16 ist für ein intaktes Übergangsmoor untypisch (vgl. Schrautzer 1988), aber mit dem ebenfalls untypischen Boden Parabraunerde-Pseudogley kompatibel.

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 3 Arten (Blatt 5-06)			
Peucedano-Caricetum lasiocarpae TX. 1937	4	<i>Carex lasiocarpa</i>	ChA	<i>Peucedanum palustre</i>	stB
		<i>Comarum palustre</i> (= <i>Potentilla palustris</i> )	stB		

#### 8.2.15 Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964

Für die im Blatt 5-06 angegebene Artzusammensetzung aus *Carex canescens*, *Carex nigra*, *Potentilla erecta*, *Agrostis canina*, *Sphagnum subsecundum*, *Carex echinata* ist ein BS<sub>crit</sub> von 20,0 nicht plausibel. Im Vergleich mit den Werten, die für die übrigen Gesellschaften angegeben werden, wäre ein Wert in der Größenordnung von max. 10 zu erwarten.

Als primäre Datenquelle wird Oberdorfer Tab. 67/8b angegeben. Dort wird die Gesellschaft als submontane und montane Subassoziation des Caricetum fuscae Br.Bl. 15 beschrieben. Die Aufnahmen aus Tab. 67/8b werden als Variante der typischen Subassoziation mit *Parnassia palustris* beschrieben („Innerhalb der typischen Assoziation leitet eine Variante mit *Parnassia palustris* zum *Parnassio-Caricetum fuscae* über“). Oberdorfer zufolge gehört das Sphagno-Caricetum canescentis Pass. 1964 nicht zur typischen Subassoziation („Neben der typischen Assoziation eine solche mit *Carex canescens* ... (...*Sphagno-Caricetum canescentis* PASS. 1964) unterscheiden“). Demnach gehört die Gesellschaft in Spalte 8b nicht zum Sphagno-Caricetum canescentis. Das Torfmoos *Sphagnum subsecundum* wird in Tab. 67/8b nicht als Charakterart geführt (im Unterschied im Blatt 5-06; dort wurde sie wahrscheinlich ergänzt, weil die Art von anderen Autoren als Assoziations-Charakterart gewertet wird).

Die Korrelation von Vegetation und Bodenparameter wird im Blatt 5-04 als „gut validiert (Veg., pH, BS, C/N vor 1960)“ angegeben. Wenn die Bodendaten von den basenholden Beständen mit *Parnassia* aus Oberdorfer Tab. 67/8b stammen, dann ist der sehr hohe BS<sub>crit</sub>-Wert von 20,0 erklärlich und für diese Bestände korrekt. Da sie jedoch auf Standorte des Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964 nicht übertragbar sind, ist der Wert für die Gesellschaft zu hoch.

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 6 Arten (Blatt 5-06)			
Sphagno-Caricetum canescentis PASS. 1964	2	<i>Carex canescens</i>	ChA	<i>Carex echinata</i>	stB
		<i>Sphagnum subsecundum</i>	ChA	<i>Carex nigra</i>	stB

?		<i>Agrostis canina</i>	stB	<i>Potentilla erecta</i>	stB
---	--	------------------------	-----	--------------------------	-----

### 8.2.16 Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931

Die Gesellschaft vertritt die Ausprägung der torfmoosreichen Schwingdecken. Die Werte für  $C/N_{crit}$  und  $BS_{crit}$  sind plausibel.

Gesellschaften	Anzahl in I-4	im Modell berücksichtigte 7 Arten (Blatt 5-06)			
Sphagno-Caricetum lasiocarpae STEFFEN em. KOCH 1931	6	<i>Carex lasiocarpa</i>	ChA	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	stB
		<i>Agrostis canina</i>	stB	<i>Lysimachia thyrsoiflora</i>	stB
		<i>Comarum palustre</i>	stB	<i>Sphagnum recurvum</i>	stB
		<i>Eriophorum angustifolium</i>	stB		

### 8.3 Anmerkungen zu einzelnen Lebenstaumtypen

#### 8.3.1 LRT 4030 „Trockene Europäische Heiden“

##### Fazit

Die angegebenen Werte sind überwiegend nachvollziehbar.

Der  $BS_{crit}$  für die Sandginster-Heide (*Genisto anglicae-Callunetum vulgaris*) ist mit 19 % zu hoch. Ein Wert in der Größenordnung von 10 % wäre plausibel.  $BS_{crit} = 19 \%$  ist für dieselbe Gesellschaft auf küstennahen Graudünen (LRT 2130) aufgrund des Na-Eintrags nachvollziehbar. Dieser Wert ist aber nicht auf binnenländische Vorkommen der Gesellschaft übertragbar. Dieses Beispiel zeigt, dass einige der Limits nicht zwingend als konstante Eigenschaft der Pflanzengesellschaften aufzufassen sind, sondern Parameter sein können, die eine lebensraumtypspezifische Anpassung erfordern.

Die Gesellschaft der Glockenheide-Feuchtheide (*Ericetum tetalidis*) (im Datensatz für den LRT 4030 in einer von Torfmoosen geprägten Ausbildung vertreten) ist den Feuchtheiden (4010) bzw. den Hochmooren (7110, 7120) oder den Übergangsmooren (7140) zuzuordnen.

Die Gesellschaft der Subatlantischen Sandginster-Heide (*Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938*) wurde im BMVBS-Projekt für den LRT 2310 „Trockene Sandheiden mit *Calluna* und *Genista*“ berücksichtigt. Da sie für den LRT 4030 in weiten Teilen Deutschlands typisch und weit verbreitet ist, sollte sie auch für 4030 benannt werden. Mit Einbeziehung des *Genisto pilosae-Callunetum OBERD. 1938* wird die naturräumliche Variabilität des LRT in Deutschland adäquat abgebildet.

Am Beispiel der Syntaxonomie der Zwergstrauchheiden wird deutlich, dass die korrekte Identifikation der Pflanzengesellschaften in BMVBS (2013) einen sehr hohen Aufwand und Spezialwissen erfordert. Für Forschungszwecke und für eine Verwendung durch einen kleinen eingeführten Personenkreis mag dieser Aufwand vertretbar sein, für eine verbreitete Anwendung in der Planungspraxis ist der Bezug auf das pflanzensoziologische System jedoch nicht zweckmäßig. Die Komplexität des Systems stellt eine ernst zu nehmende Fehlerquelle dar. Bereits bei der Zusammenstellung der Datenbank sind bei der Zuordnung von Pflanzengesellschaften zu Lebensraumtypen Fehler unterlaufen. Für die Praxis wird ein weniger fehleranfälliges Instrumentarium benötigt.

#### 8.3.2 LRT 7110 „Lebende Hochmoore“ und 7120 „Noch renaturierungsfähige, degradierte Hochmoore“

##### $N_{crit(plant)}$

Der herangezogene Wert kennzeichnet eine Vegetation, die von der Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) geprägt wird. Diese Art spielt in der Vegetationszusammensetzung der Hochmoore des *Erico-Sphagnetum magellanici* im Tief- und Hügelland keine besondere Rolle. Sie erscheint weder in den berücksichtigten Artensets (vgl. Blatt 5-06) noch im typischen Arteninventar der Klasse der *Oxycocco-Sphagnetea* (vgl. DIERBEN & DIERBEN 2001, S. 110). Die Preiselbeere kommt meistens nur in den von der Bergkiefer geprägten subalpinen Mooren des *Pino mugo-Sphagnetum magellanici* (Schwarzwald, Alpen) mit nennenswerten Stetigkeiten vor.

Flechten (insb. *Cladonia arbuscula*, *Cladonia uncialis*) kommen in gut erhaltenen Hochmooren auf den Bulten zwar stetig, jedoch nur mit geringen Deckungen vor. Eine Ansprache als flechtengeträger Vegetationstyp wäre nicht gerechtfertigt.

Eine Ansprache der Hochmoore als eine von der Blaubeere geprägte Vegetation wäre für die ozeanischen und montanen Typen nicht korrekt. Sie kommt höchstens für die subozeanischen und vergleichsweise „trockenen“ Ausprägungen mit Sumpfporst (*Ledum palustre*) in Frage, hätte aber den Nachteil, diese Moore in die Nähe von eutraphenten Vegetationstypen zu rücken.

Die für Skandinavien entwickelte, überschlägige Schätzskala berücksichtigt keine von Torfmoosen dominierten Vegetationsaspekte. Die Zuordnung zur „Preiselbeere-Stufe“ stellt innerhalb dieses Systems die plausibelste Einstufung dar.

### **C/N-Verhältnisse**

Der für die drei berücksichtigten Hochmoorgesellschaften benannte C/N-Wert ist für die aktiv wachsende Mooroberfläche (Akrotelm) zu eng. Für das Sphagnetum magellanici wurden in den Österreichischen Alpen für naturnahe Moore C/N-Verhältnisse über 50 ermittelt, während C/N-Werte unter 40 nur auf entwässerten oder auf natürliche Weise erodierten Flächen festgestellt wurden (KARNER 1996). Diese Ergebnisse entsprechen der von SUCCOW & JOOSTEN (2001) benannten Größenordnung von mindestens 40 für intakte Hochmoore (Stufe oligotroph, sehr arm). Die genannten Werte von 26 bis 32 charakterisieren bereits den Übergang zu hochmooruntypischen, mesotrophen Bedingungen, die für Sonderstandorte an natürlichen Erosionsrillen oder für entwässerte Flächen charakteristisch sind. Da der CL-Ansatz auf einen optimalen Zustand abzielt, sollte bei der Festlegung der CLi auch auf einen solchen Zustand Bezug genommen werden.

Eine andere Frage ist, welche Moorschicht für die CL-Modellierung entscheidend ist. Für die lebende Mooroberfläche sind C/N-Verhältnisse deutlich über 40 typisch. Werte in der Größenordnung von 30 sind aber auch in naturnahen Hochmooren in Tiefen ab 20 bis 30 cm anzutreffen, weil hier bereits ca. 60% des ursprünglich festgelegten Kohlenstoffs freigesetzt worden ist (DIERßEN & DIERßEN 2001 S. 109). Es ist deshalb zu entscheiden, ob für die Modellierung die Werte für die lebende Mooroberfläche (Akrotelm) oder für das darunter liegende Torflager (Katotelm) heranzuziehen sind. Kräuter, Sauergräser und Zwergsträucher wurzeln teilweise im oberen Bereich des Katotelms, die Nährstoffaufnahme ist jedoch aufgrund der anaeroben Verhältnisse stark eingeschränkt. Im Zuge des Torfwachstums sterben deshalb die unteren Wurzelstockwerke schrittweise ab. Der Lebensraum der empfindlichsten Arten der Bult-Schlenken-Komplexe (Moose und Flechten) ist das Akrotelm. Wenn analog zu terrestrischen Standorten die Modellierung der durchwurzelten Bodenzone im Vordergrund steht, sollten die Verhältnisse im Akrotelm ausschlaggebend sein.

Die Heranziehung eines weiteren C/N-Wertes würde sich voraussichtlich auf die modellierten CL auswirken. Aufgrund der besonderen chemischen Eigenschaften des Hochmoortorfs und des extrem sauren, anaeroben Milieus ist allerdings die Aussagekraft des C/N-Verhältnisses eine grundlegend andere als in terrestrischen Systemen. Bei lebensraumtypischen Wasserständen werden in den heutigen Hochmooren trotz hoher N-Einträge über den Luftpfad weiterhin naturnahe C/N-Verhältnisse festgestellt. In experimentellen Studien zum Einfluss von N-Einträgen werden daher andere Parameter betrachtet (u.a. LÜTT 1992, TWENHÖVEN 1992). Es ist daher unklar, ob die Her-

anziehung anderer C/N-Werte zu einem ökologisch relevanten CL-Unterschied führen würde. Diese Frage betrifft zwar nicht direkt die Festsetzung von CLi. Sie wirft aber die Frage auf, ob das verwendete Modell zur Ermittlung von CL-Werten für Hochmoore ohne spezifische Anpassungen geeignet ist.

### **BS<sub>crit</sub>**

Die Basensättigungswerte, die den drei betrachteten Pflanzengesellschaften zugeordnet wurden, liegen im untersten Bereich der Spanne der insgesamt vergebenen Werte und werden deshalb im Verhältnis als plausibel eingestuft.

Die Annahme eines basenärmeren Zustands für die Gesellschaft des Eriophoro-Trichophoretum cespitosi ist vor dem Hintergrund des Schwerpunktes in der montanen Stufe des Schwarzwalds, des Harzes und des Bayrischen Walds plausibel.

Die Angabe der Basensättigung nach dem Verfahren Kappen-Adrian ist in der Vegetationskunde im Allgemeinen und insbesondere für Moore unüblich. Vergleichswerte zur Plausibilitätsüberprüfung aus quantitativer Sicht konnten deshalb bislang nicht gefunden werden.

### **Hinweise zu den Gründen für eine Abweichung aus der CLemp(N)2010-Spanne (Tab. I-4)**

Für Hochmoore der alpinen und montanen Stufe werden folgende Gründe für Abweichungen benannt:

„sehr hohe Denitrifikationsrate aufgrund hohen Bodenwassergehaltes und sehr hoher Niederschläge, sehr hohe Immobilisierungsrate aufgrund sehr niedriger Temperatur“

Der Bodenwassergehalt ist in einem intakten Hochmoor immer hoch. Die Oberfläche eines lebenden Hochmoors steht *per se* mit dem Wasserangebot im Gleichgewicht. Das Moor wächst mit dem Wasserstand mit, jedoch nie über ein bestimmtes Niveau über dem Moorwasserstand hinaus. Fällt mehr Wasser an, als im Torfwachstum umgesetzt werden kann, dann „ertrinkt“ das Moor. Stattdessen entsteht ein Gewässer.

In einem absolut intakten Hochmoor kommen im Torf von Natur aus so gut keine nitrifizierenden Bakterien vor. Der sehr niedrige pH-Wert und spezielle, als Biozid wirkende Stoffe hemmen den mikrobiellen Abbau (pH-Werte unter ca. 5 inhibieren nitrifizierende Bakterien wie *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* weitgehend):

„Denitrifikation ist ein anaerober Prozess, der bevorzugt bei neutraler – schwach alkalischer Reaktion abläuft.“ (Küster 1990, S. 264)

„Zu einer Denitrifikation kommt es erst nach Zugabe von Nitrat, das im Moor vollkommen fehlt. Eine Nitrifikation fehlt im ursprünglichen Moor, sie wird erst dann nachweisbar, wenn eine Kalkung und Kultivierung vor mindestens 3 Jahren stattgefunden hat.“ (ebd. S. 266)

Unter der Voraussetzung, dass der CL-Wert – wie von der Theorie gefordert – einen optimalen, unbeeinträchtigten Zustand des Lebensraumtyps charakterisiert, sollte geprüft werden, ob ein Moorzustand mit einer anthropogen veränderten Bakteriengemeinschaft als Referenz der CL-Ermittlung herangezogen werden sollte. Dies wäre zur Charakterisierung der CLi der heutigen

Moore möglicherweise sinnvoll, insb. da Veränderungen der Bakteriengemeinschaften wahrscheinlich zum größten Teil irreversibel sind. Damit würde allerdings die Möglichkeit des Vergleiches der auf dieser Grundlage modellierten CL mit den CLemp entfallen. Letztere gehen – soweit aus Bobbink & Hettelingh (2011) erkennbar – grundsätzlich von anthropogen unbeeinflussten Zuständen aus. Zur Klärung dieser Frage wird ein Abgleich mit den Annahmen, die z.B. in Großbritannien und in Skandinavien für die gleiche Fragestellung getroffen werden, angeregt.

Wenn anthropogene Veränderungen für Hochmoore der alpinen und montanen Stufe für die CLi-Bestimmung zumindest teilweise berücksichtigt wurden, sollte geprüft werden, ob dieser Aspekt auch für weitere Lebensraumtypen relevant ist. Jedenfalls ist zu empfehlen, dass eventuelle Einschränkungen der Vergleichbarkeit mit den CLemp benannt werden, weil die CLemp zur Validierung der Modellierungsergebnisse herangezogen werden.

Die Berücksichtigung von irreversiblen Veränderungen der Ökosysteme stellt einen sehr interessanten Aspekt dar. Dadurch könnte eine realistischere Bestimmung der CLi von anderen irreversibel veränderten Ausprägungen von Lebensraumtypen möglich werden.

Die Temperaturen und ihr Jahresverlauf in der montanen bis subalpinen Stufe der gemäßigten Breiten unterscheiden sich – zumindest bei überschlägiger Betrachtung – nicht wesentlich von den Verhältnissen in Skandinavien, die bei der Festsetzung der CLemp berücksichtigt wurden. Woraus sich relevante Unterschiede ergeben, sollte näher ausgeführt werden.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die CLemp auf sehr verallgemeinernden Annahmen basieren, die noch detaillierter untersucht werden sollten. Abweichungen müssen daher nicht zwangsläufig auf fehlerhafte Modellierungsergebnisse zurückzuführen sein. Die im Blatt 5-04 gegebenen Begründungen sind in ihrer jetzigen Form jedoch nicht vollständig nachvollziehbar und sollten präziser formuliert werden.

Vollständigkeit der behandelten Ausprägungen des Lebensraumtyps	
Anzahl der Parameterkombinationen (ID-Anzahl in Blatt 5-04)	9 Die Gesamtanzahl von 18 ID für beide Lebensraumtypen ergibt sich aus der Reduplizierung des Datensatzes. Die Angaben für die Lebensraumtypen 7110 und 7120 sind identisch. Der Lebensraumtyp 7120 ist anhand seines Zielzustands als Lebensraumtyp 7110 definiert. Die Reduplizierung ist somit fachlich korrekt. Sie ermöglicht das Angebot von Werten für 7120, wenn dies bei der Anwendung in der FFH-VP erwünscht wird.
Regionen	Alle Standorte werden hydrologisch-pedologisch mit den Ausprägungen hydro-morph / oligotroph / basenarm / Hochmoor / Torf eingestuft. Die Differenzierung der CL-Werte ergibt aus den Klimaparametern.  Die Klimaparameterkombination sommerwarm-winterkühl / sehr hohe Luftfeuchte, die für das nordwestdeutsche Tiefland typisch ist und dem Schwerpunkt der atlantischen Hochmoore in Deutschland entspricht, ist im Blatt 5-04 nicht vertreten. Da sich der Niederschlag entscheidend auf das CL-Ergebnis auswirkt, ist eine Ergänzung wünschenswert.
Vegetationskundliche Standorttypen	Die 3 berücksichtigten Pflanzengesellschaften charakterisieren Hochmoore des ozeanischen und subozeanischen Tieflands und der montanen Regionen. Sie decken die drei wichtigsten Moornaturraumtypen Deutschlands ab (vgl. Dierßen &

## Fazit

Die Werte für  $N_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$  werden als plausibel eingeschätzt.

Die angegebenen Werte für  $CN_{crit(plant)}$  kennzeichnen Bedingungen, die in intakten Hochmooren erst in 20 bis 30 cm Tiefe vorliegen. Für die aktive, lebende Mooroberfläche sind sie jedoch zu eng. Werte in der Größenordnung von mindestens 40 bis 80 wären plausibel.

Die Heranziehung eines weiteren C/N-Wertes würde sich voraussichtlich auf die modellierten CL auswirken. Aufgrund der besonderen chemischen Eigenschaften des Torfes und des extrem sauren, anaeroben Milieus ist allerdings die Aussagekraft des C/N-Verhältnisses in Hochmooren eine grundlegend Andere als in terrestrischen Systemen. Bei durchgehend lebensraumtypischen Wasserständen werden in den heutigen Hochmooren trotz zu hoher N-Einträge über den Luftpfad weiterhin naturnahe C/N-Verhältnisse festgestellt. Es ist daher unklar, ob die Heranziehung anderer C/N-Werte zu einem ökologisch relevanten CL-Unterschied führen würde.

Die berücksichtigten Pflanzengesellschaften decken das Spektrum der wichtigsten in Deutschland vorkommenden Hochmoortypen ab.

Die Klimaparameterkombination sommerwarm-winterkühl / sehr hohe Luftfeuchte, die für das nordwestdeutsche Tiefland typisch ist und dem Schwerpunkt der atlantischen Hochmoore in Deutschland entspricht, ist im Blatt 5-04 nicht vertreten. Da sich der Niederschlag entscheidend auf das CL-Ergebnis auswirkt, ist eine Ergänzung unter Berücksichtigung der Ausprägung „sehr hohe Luftfeuchte“ wünschenswert.

### 8.3.3 LRT 7140 „Übergangs- und Schwingrasenmoore“

Vollständigkeit der behandelten Ausprägungen des Lebensraumtyps	
Anzahl der Parameterkombinationen (ID-Anzahl in Blatt 5-04)	35
Regionen	sommerkalt-winterkalt= 3 (alpin) / sommerkühl-winterkalt= 12 (montan) / sommerwarm-mäßig winterkühl= 4 (Niederrhein, Beckenlagen Eifel, Sauerland, Ost-Brandenburg, Elbe-Spree südl. Berlin) + 2 Sonderklimata am Ober- und Niederrhein) / sommerwarm-winterkühl= 16 (Flach- und Hügelland) Der Klimatyp [sommerwarm-winterkühl- sehr hohe Luftfeuchte] (NW-Deutschland zwischen Elbe, Ems und bis zum Südrand der Münsteraner Bucht /Mittelgebirgsrand ist nicht vertreten. Extreme Klimata sind überproportional vertreten.
Basen-Säure-Status	Basenarme Standorte aus für alpine / montane Regionen (3) Basenarme Übergangsmoore des Flach- und Hügellands nicht vertreten.
Stickstoffstatus	oligotrophe Standorte nur für alpine / montane Regionen (3), alle übrigen Standorte mesotroph (14) bis eutroph (18)

Böden	<p>Hochmoor (3, nur alpin/montan), Niedermoor/Moor-Gley (16), Gley (7), Pseudogley (7), Parabraunerde-Pseudogley (2)</p> <p>Es ist unwahrscheinlich, dass typische Ausprägungen des Lebensraumtyps „Übergangs- und Schwingrasenmoore“ auf Pseudogleyen oder Parabraunerde-Pseudogleyen vorkommen könnten.</p>
Vegetationskundliche Standorttypen	<p>Die Ausprägung der Schwingrasenmoore ist vertreten (Sphagno-Caricetum lasiocarpae). Bei den übrigen Ausprägungen handelt es sich in vielen Fällen um LRT-untypische Ausprägungen der Gesellschaften.</p> <p>Die berücksichtigten Pflanzengesellschaften kommen nicht nur im LRT „Übergangs- und Schwingrasenmoore“, sondern auch z.B. in Sümpfen (Junco-Caricetum fuscae TX. 1952, in eutraphenten Großseggen-Riedern und Verlandungsgesellschaften (Caricetum elatae) und Flachmooren (Caricetum diandrae) vor. Die verwendeten vegetationskundlichen Daten sind in der Regel zur Charakterisierung der Pflanzengesellschaften, jedoch nicht immer zur Beschreibung von Moorstandorten des Typs 7140 geeignet.</p> <p>Basenarme Ausprägungen der Kontaktzonen der atlantischen Hochmoore des nordwestdeutschen Tieflands sind nicht repräsentiert. Die Lücke ist planungsrelevant, weil es sich um einen der räumlichen Schwerpunkte des LRT-Vorkommens in Deutschland handelt.</p> <p>In zwei Fällen deuten die sehr niedrigen C/n-Werte für Bestände auf Torf darauf hin, dass die zur Definition des Referenzzustands herangezogenen Werte von Standorten stammen, die bereits vor 1960 degradiert, wahrscheinlich entwässert waren.</p>

## Fazit

Die Zuordnung zwischen  $C/N_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$ -Werte ist meistens nachvollziehbar.

In der Mehrzahl der Fälle, in denen die  $C/N_{crit(plant)}$  und  $BS_{crit}$ -Werte als nicht plausibel eingeschätzt werden, liegt es daran, dass hierfür Datenmaterial herangezogen wurde, das zwar zur Charakterisierung der jeweiligen Pflanzengesellschaften prinzipiell geeignet, jedoch zur Charakterisierung dieser Gesellschaften im LRT 7140 nur bedingt aussagekräftig ist.

Für den LRT 7140 besteht Verbesserungsbedarf in erster Linie auf der Ebene der Zuordnung des pflanzensoziologischen Aufnahmемaterials zum LRT. Bei den Pflanzengesellschaften, die nicht nur im LRT vorkommen können, ist darauf zu achten, dass die ausgewerteten Boden/Vegetation-Referenzzustände für Übergangs- und Schwingrasenmoore typisch sind.

Eine Vervollständigung der  $CL_{site(typ)}$  wird empfohlen, um wichtige LRT-Ausprägungen besser abzubilden. Die basenarmen Übergangsmoore des Flach- und Hügellands sind bislang nicht vertreten

### **8.3.4 LRT 6120 - LRT9410**

Anmerkungen zu den LRT

6120 „Trockene, kalkreiche Sandrasen“  
 6230 „Artenreiche, montane Borstgrasrasen“  
 6431 „Feuchte Hochstaudenfluren der planaren bis montanen Höhenstufe“  
 8150 „Kieselhaltige Schutthalden der Berglagen Mitteleuropas“  
 8210 „Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation“  
 8220 „Silikatifelsen mit Felsspaltenvegetation“  
 9110 „Hainsimsen-Buchenwälder“  
 9180 „Schlucht- und Hangmischwälder“  
 9110 „Alte, bodensaure Eichenwälder auf Sandebenen mit *Quercus robur*“  
 91T0 „Flechten-Kiefernwälder“ und  
 9410 „Montane bis alpine, bodensaure Fichtenwälder“

Allgemein gilt, dass die Berechnung der exakten Werte für  $BS_{crit}$  aus BMVBS (2013) nicht nachvollziehbar ist.

Die Pflanzensoziologischen Einteilungen in PASSARGE & HOFMANN (1968) enthalten keine Charakterarten (nur Differentialarten). Hier wurden Arten mit hoher Stetigkeit zur Plausibilisierung herangezogen. Somit sind die Angaben von Charakterarten für Pflanzengesellschaften nach PASSARGE & HOFMANN (1968) in BMVBS 2013: Blatt 5-06 nicht eindeutig belegt.

Ermittlung des  $C/N_{(crit)plant}$  wird aus Tab 21 (N-Status) oder Humusform abgeleitet (siehe S. 307 BMVBS Nov.2012). Es ist nicht nachvollziehbar, welche der beiden Ermittlungsvarianten verwendet und nach welchen Kriterien davon abgewichen wurde. Häufig lässt sich aus der Literatur zur Pflanzengesellschaft eine Spanne an Werten ableiten, z.B. OBERDORFER (1992) Teil IV Tab.325/5 „Die Humusform ist oft Moder, gelegentlich auch Rohhumus“.

Vegetationsaufnahmen stammen meist, aber nicht immer, von vor 1960. Viele für die Stetigkeitstabellen verwendete Aufnahmen sind nicht einzeln publiziert und nicht datiert.

Warum bei manchen Pflanzengesellschaften nur bestimmte Ausprägungen zur Ermittlung der Werte herangezogen wurden auch wenn weitere oder alle Ausprägungen relevant sind, ist nicht ersichtlich, zum Beispiel beim Valeriano-Filipenduletum oder Gentiano-Koelerietum pyramidatae.

*Hypericum perforatum* wird in Blatt 5-06 (BMVBS 2012) mit N=3 (nach Ellenberg) angegeben.

Nach der aktuellen Liste wird *Hypericum perforatum* mit N=4 eingestuft (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, 6. Auflage, UTB).

#### **8.4 Zuweisung von Pflanzengesellschaften zu FFH-Lebensraumtypen**

Das Thymo-Festucetum ovinae entspricht eher dem LRT 2330 „Dünen mit offenen Grasflächen mit *Corynephorus* und *Agrostis*“ als dem LRT 6120 „Trockene, kalkreiche Sandrasen“

Das Galio rotundifolii-Abietetum entspricht eher dem LRT 9130 „Waldmeister-Buchenwälder (*Asperulo-Fagetum*)“ als dem LRT 9410 „Montane bis alpine, bodensaure Fichtenwälder“

Die Pflanzengesellschaften Eriophoro-Trichophoretum cespitosi, Erico-Sphagnetum magellanicum, und Ledo-Sphagnetum magellanicum entsprechen sowohl dem LRT 7110 „Lebende Hochmoore“ als auch dem LRT 7120 „Noch renaturierungsfähige, degradierte Hochmoore“.

### **8.5 Vollständigkeit der Pflanzengesellschaften für Baden-Württemberg**

Von den 317 aufgeführten Pflanzengesellschaften kommen sicher 194 in Baden-Württemberg vor, von 40 ist ein Vorkommen unsicher und 85 kommen sicher nicht vor.

Bei den folgenden FFH-Lebensraumtypen fehlende Pflanzengesellschaften, die in Baden-Württemberg vorkommen:

LRT 6110: Teucro botryos-Melicetum ciliatae

LRT 6410: Anagallido tenellae-Juncetum acutiflori

LRT 6430: Chaerophylletum bulbosi, Chaerophylletum aurei, Alnetum viridis und Salicetum appendiculatae

LRT 7140: Caricetum chordorrhizae

LRT 8160: Rumicetum scutati

LRT 8210: Prumula auricula-Hieracium humile-Gesellschaft

LRT 91E0: Equiseto telmatejiae-Fraxinetum

Folgende FFH-Lebensraumtypen und ihre entsprechenden Pflanzengesellschaften sind in BMVBS (2013) nicht enthalten:

LRT 7210 „Kalkreiche Sümpfe mit Cladium mariscus und Arten des Caricion davallianae“

LRT 7230 „Kalkreiche Niedermoore“

### **8.6 Stichprobenartige Überprüfung der Liste der Pflanzengesellschaften und der angegebenen Anzahl der genutzten Vegetationsaufnahmen**

Daten aus der Tabelle „FE\_84-0102-2009\_Stickstoff\_Lang\_Anhang I-6\_druck.pdf“

Quelle: TÜXEN R. 1937: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. – Mitt. flor.-soz. Arb.gem. Niedersachsen 3:1-170; Hannover.

(1) Agrostietum coarctatae KOBENDZA 1930 (= Agrostietum vinealis KOB. 1930); 11 Aufnahmen; Quelle: Tüxen (1937) S. 83

In Tüxen (1937) gibt es keine Agrostietum coarctatae. Falls das dort beschriebene „Corynephorum agrostidetosum caninae“ gemeint sein sollte, dann stimmt die Anzahl der Aufnahmen nicht (20 statt 11)

- (2) *Ericetum tetralicis* (ALLORGE 1922) JONAS 1932 em. SCHUB. 1995; 40 Aufnahmen; Quelle: Tüxen (1937) S. 110

In Tüxen (1937) ist das *Ericetum tetralicis typicum* Tx. 1937 beschrieben mit 20 Aufnahmen.

- (3) *Genisto anglicae-Callunetum* (Juniperus-Fazies) TX. 1937, 18 Aufnahmen; Quelle: Tüxen (1937) S. 65

Auf S. 65 in Tüxen 1937 ist das *Armerion maritimae* mit 18 Aufnahmen beschrieben. In Rennwald et al. (2000) ist zu dieser Gesellschaft kein Synonym genannt. Diese Gesellschaft gehört zur Klasse der Meerstrandbinsen-Gesellschaften der Salzwiesen.

Das *Genisto anglicae-Callunetum* TX. 1937 ist nach Rennwald et al. (2000) ein Synonym zum *Genisto pilosae-Callunetum* Braun 1915 nom. invers. propos. Diese Gesellschaft gehört zur Klasse der Heidekraut- und Borstgras-Gesellschaften und hat mit den Meerstrandbinsen-Gesellschaften der Salzwiesen nichts gemein.

- (4) *Koelerio pyramidatae-Juniperetum communis* RAUSCHERT 1969, 7 Aufnahmen, Quelle: Tüxen (1937) S. 63

Auf s. 63 in Tüxen 1937 ist das *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* mit 7 Aufnahmen beschrieben. Diese Gesellschaft gehört zur Klasse der Niedermoor- und Schlenkengesellschaften, das *Koelerio pyramidatae-Juniperetum communis* zur Klasse der Heidekraut- und Borstgras-Gesellschaften.

Das *Koelerio pyramidatae-Juniperetum communis* gibt es bei Tüxen 1937 nicht.

## 8.7 Literatur

- DIERSSEN B. & DIERSSEN K. 1984: Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ., 39; Karlsruhe.
- DIERSSEN B. & DIERSSEN, K 2001: Moore. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULIßEN D. 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. –2., verb. und erw. Aufl. Scripta Geobotanica 18, 258 S.; Göttingen.
- ELLENBERG H. & LEUSCHNER C. 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 6. vollständig neu bearb. und stark erw. Aufl. Verlag Eugen Ulmer. 1333 S.; Stuttgart (Hohenheim).
- KARNER P. 1996: Beitrag zur Synökologie der Moorgesellschaften in Österreich unter besonderer Berücksichtigung des C/N-Verhältnisses. – Diss. am Institut für Pflanzenphysiologie, Universität Wien.
- KLEIN, S.; JÄGER, U. G. & S. TISCHEW 2009: Anwendung von Feuer zur Pflege und Erhaltung von Heidekraut-Trockenrasen-Komplexen in der Porphyrkuppenlandschaft des unteren Saaletals. – Hercynia N.F. 42: 217–238.
- KÜSTER E. 1990.: Mikrobiologie von Moor und Torf. – In Göttlich, K. (Hrsg.) (1990): Moor- und Torfkunde. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. S.262-271.
- LÜTT S. 1992: Produktionsbiologische Untersuchungen zur Sukzession der Torfvegetation in Schleswig-Holstein. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 43, Kiel.
- NIEMEYER, M. 2005: Auswirkungen extensiver und intensiver Pflegeverfahren auf den Nährstoffhaushalt von Calluna-Heiden Nordwestdeutschlands am Beispiel von extensiver Mahd, kontrolliertem Winterbrand, Schopfern und Plaggen. Kumulative Dissertationsschrift, Universität Lüneburg. 94 S.
- OBERDORFER, E. 1992a: Süddeutsche Pflanzengesellschaften 4 - Textband, 2. stark bearb. Aufl. -282 S., Fischer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. 1992b: Süddeutsche Pflanzengesellschaften 4 - Tabellenband, 2. stark bearb. Aufl. bearb. von Theo Müller -580 S., Fischer, Stuttgart.
- Oberdorfer, E. 1993a: Süddeutsche Pflanzengesellschaften 2 - Sand- und Trockenrasen, Heide- und Borstgrasgesellschaften, alpine Magerrasen, Saum-Gesellschaften, Schlag- und Hochstaudenfluren, 3. Auflage bearb. von Dieter Korneck. - 355 S., Fischer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. 1993b: Süddeutsche Pflanzengesellschaften 3 - Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften, 3. Auflage bearb. von Theo Müller. - 455 S., Fischer, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. 1998: Süddeutsche Pflanzengesellschaften 1 - Fels- und Mauergesellschaften, alpine Fluren, Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften, 4. Aufl. bearb. von Klaus Dierssen -314 S., 75 Tabellen, Fischer, Stuttgart.
- PASSARGE, H. 1964: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes 1. - 324 S., Fischer, Jena.
- PASSARGE, H. & HOFMANN, G. 1968: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes 2. - 298 S., Fischer, Jena.

- PFADENHAUER J. 1998: Grundsätze und Modelle der Moorrenaturierung in Süddeutschland. *Telma*, 28: 251-272, Hannover.
- POTT, R. 1995: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 2. Aufl. UTB für Wissenschaft: Große Reihe. Ulmer Stuttgart.
- SCHMIDT, I.K., TIETEMA, A., WILLIAMS, D., GUNDERSEN, P. BEIER, C., EMMETT, B.A. & M. ESTIARTE 2004: Soil Solution Chemistry and Element Fluxes in Three European Heathlands and Their Responses to Warming and Drought. - *Ecosystems* (2004) 7: 638–649. DOI: 10.1007/s10021-004-0217-5.
- SCHUBERT, R., HILBIG, W. & S. KLOTZ 1995: Bestimmungsbuch für die Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. Fischer Verlag Jena/Stuttgart. 403 S.
- SUCCOW M. & JOOSTEN H. 2001: Landschaftsökologische Moorkunde. – 2. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SSYMANK A., RÜCKRIEM C., SCHRÖDER E. & MESSER D. 1998: Das Europäische Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und der Vogelschutz-Richtlinie. – Schriftenr. Landschaftspflege Natursch. 53, 1-560, 1 Karte. Bonn-Bad Godesberg.
- TEWNHÖVEN F. L. 1992: Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 44, Kiel.
- TÜXEN R. 1937: Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. – Mitt. flor.-soz. Arb.gem. Niedersachsen 3:1-170; Hannover.

## 9 Dokumentation der bodenspezifischen Critical Limits ( $CN_{\min(\text{soil})}$ , $CN_{\max(\text{soil})}$ , $pH_{\text{crit}}$ ) und Parameter ( $Bc_{\text{soil}(w)}$ )

### 9.1 Material und Methoden

#### 9.1.1 Bodenlimits

##### 9.1.1.1 Datengrundlagen

Die Bodenlimits wurden aus folgenden Datensätzen hergeleitet:

- BGR (1995): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1 : 1 000 000 (BÜK 1000) von REINHARD HARTWICH, JÜRGEN BEHRENS, WOLF ECKELMANN, GÜNTER HAASE, ANDREAS RICHTER, GÜNTER ROESCHMANN, ROLF SCHMIDT, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Karte mit Erläuterungen, Textlegende und Leitprofilen, Hannover, 1995
- BGR (1998): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1 : 1 000 000 (BÜK 1000) von REINHARD HARTWICH, JÜRGEN BEHRENS, WOLF ECKELMANN, GÜNTER HAASE, ANDREAS RICHTER, GÜNTER ROESCHMANN, ROLF SCHMIDT, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Leitprofile, Hannover, 1998
- BGR (2008a) Karte der Bodenausgangsgesteine von Deutschland 1:5.000.000, FISBo BGR, 2008
- BGR (2008b): Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte 1:1 000 000 (BÜK 1000N, Version 2.3), BGR 2008
- BGR (2013): Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK1000N), Version 2.31, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Berlin (<https://www.geoshop-hannover.de><sup>18</sup>).

Die Bodenformen, für die Critical Limits bestimmt wurden, orientieren sich an der Legende der Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 (BGR 1995) und an der BÜK 1000N (BGR 2008b). Die entsprechenden Referenzwerte für bodenchemische Parameter, wurden der Datenbank zu den Leitbodenformen der BÜK 1000 (BGR 1998) und der BÜK 1000N (BGR 2008b) entnommen (vgl. Tabelle 9.1-1 und Tabelle 9.1-2). Seit dem letzten Jahr (Veröffentlichungsdatum 22.02.2013) gibt es die Version 2.31 der BÜK1000N die in dem Forschungsvorhaben (BMVBS 2013) noch nicht berücksichtigt wurde. Ein Vergleich der 72 Legendeneinheiten ergab keine Unterschiede in der Bezeichnung. Die Gesamtlegende umfasst 69 bodenkundliche Legendeneinheiten (mit Angaben zu Gründigkeit, Bodenarten, Wasserverhältnissen, Ausgangsgestein, Leit- und Begleitböden), geordnet nach Bodenverbreitungsgebieten, Teillegenden Acker, Grünland und Wald: jeweils untergliedert nach Klimagebieten, (mit Angaben zu Ausgangsgestein, Leit- und Begleitböden). Die flächenbezogenen Inhaltsdaten setzen sich aus 76 Wald-Referenzprofilen mit je 3 auf Bodenformen und 23 auf Horizonte bezogene Parameter, 78 Acker-Referenzprofilen sowie 56 Grünland-Referenzprofilen

---

<sup>18</sup> Die BÜK 1.000 - Stand 2013 - konnten für diese Dokumentation noch nicht berücksichtigt werden.

mit je 3 auf Bodenformen und 16 auf Horizonte bezogenen Parametern zusammen und sind in einer relationalen Datenbank abgelegt (BGR 2013). Nach überschlägiger Durchsicht der Daten sind keine ergebnisrelevanten Veränderungen für die Bodenlimits zu erkennen. Eine vertiefende Analyse der Datenbank ist zukünftigen Projekten vorbehalten.

Um alle wesentlichen LRtypischen Bodenformen parametrisieren zu können, war es erforderlich, bei 6 der 71 BÜK-1000-Leitbodenformen (ohne Gewässer-Flächen) eine Unterteilung in eine jeweils mittelbasische und eine basenreiche bzw. kalkreiche Unterform vorzunehmen. Die Parameter wurden für diese sechs neuen Unterformen jeweils aus zwei Leitbodenformen zusammengesetzt (siehe Tabelle 9.1-1 , erste Spalte).

Im Erläuterungstext zur BÜK 1000 (BGR 1995) wird darauf hingewiesen, dass in den Legendeneinheiten Bodengesellschaften dargestellt sind, die ähnliche Bodenbildungsfaktoren aufweisen. Zur tiefenbezogenen Auswertung in kleinem Maßstab sei aus diesen Bodengesellschaften jeweils eine analysierte, charakteristische Bodenform (Leitbodenprofil) ausgewählt und beschrieben worden. Lediglich in wenigen Einzelfällen läge für den vorherrschenden Leitboden kein analysiertes Profil vor, so dass eine andere flächentypische Bodenform als Leitbodenprofil angegeben wurde. Das vorliegende Leitbodenprofil ist in Tabelle 9.1-1 unterstrichen.

**Tabelle 9.1-1: Leitbodentypen und ihr Ausgangsgestein aus der nutzungsübergreifenden BÜK 1000 (BGR 1995) und Karte der Bodenausgangsgesteine (BGR 2008a)**

Legenden- einheit BÜK 1000	Leitböden der Legendeneinheiten der BÜK 1000, Leitbodenprofil unterstri- chen	Bodenausgangsgestein
1	<u>Podsol-Regosol</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
2	<u>Kalk-Watt, mariner Wattboden</u>	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden)
3	<u>Kalk-Marsch</u>	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden)
4	<u>Kleimarsch</u>	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden, brackige Ablagerungen)
5	<u>Kleimarsch</u>	Sedimente im Gezeitenbereich (Wattboden, fluviatile Ablagerungen)
6	<u>Niedermoor</u>	Niedermoor-Torf
7	<u>Hochmoor</u>	Hochmoor-Torf
8	<u>Auengley</u>	Auensedimente
9	<u>Auenboden, Gley-Tschernosem</u>	Auensedimente
10	<u>Auenregosol</u>	Auensedimente
11	<u>Auengley-Auenbraunerde</u>	Auensedimente
12	<u>Gley</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
13	<u>Kalk-Pararendzina</u>	Terrassen- und Schotterablagerungen
14	<u>Parabraunerde</u>	Terrassen- und Schotterablagerungen
15	<u>Gley-Parabraunerde</u>	Sandlöss/Terrassen- und Schotterablagerungen
16	<u>Podsol-Braunerde, Braunerde</u>	Terrassen- und Schotterablagerungen
17	<u>Gley-Podsol</u>	(Fluviatile) Sande und mächtige Sand-Deckschichten
18	<u>Parabraunerde</u>	Löss und Lössderivate
19	<u>Parabraunerde</u>	Geschiebemergel u.-lehme
20	<u>Parabraunerde-Tschernosem</u>	Geschiebemergel u.-lehme
21	<u>Kalk-Parabraunerde</u>	Geschiebemergel u.-lehme

Legendein- einheit BÜK 1000	Leitböden der Legendeneinheiten der BÜK 1000, Leitbodenprofil unterstri- chen	Bodenausgangsgestein
22	<u>Pseudogley</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme
23	<u>Gley-Pseudogley</u>	Geschiebemergel u.-lehme
24	<u>Pseudogley-Tschernosem</u>	Geschiebemergel u.-lehme
25	Podsol-Fahlerde, <u>Podsol-Parabraunerde</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme
26	Bänder-Parabraunerde, <u>Fahlerde</u>	Geschiebemergel u.-lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand- Deckschichten
27	Pararendzina, <u>Bänder-Parabraunerde</u>	Geschiebemergel u.-lehme/Löss
28	<u>Podsolierte Pseudogley-Braunerde</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme
29	<u>Braunerde-Pseudogley</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten/Geschiebemergel u.-lehme
30	<u>Kalk-Braunerde, podsolig</u>	Geschiebemergel u.-lehme
31	<u>Braunerde-Podsol</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
32	<u>Braunerde</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
33	<u>Eisenhumus-Podsol</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
34	<u>Regosol</u> , Lockersyrosem	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
35	<u>Kalk-Pararendzina</u>	Löss und Lössderivate/ Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
36	<u>Tschernosem</u>	Löss und Lössderivate/Geschiebemergel u.-lehme
37	<u>Braunerde-Kalktschernosem</u>	Löss und Lössderivate/ Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
38	<u>Tschernosem</u> (unterhalb der Durchwurzelungstiefe <u>pseudovergleyt</u> )	Löss/Tonsubstrate
39	<u>Tschernosem</u>	Löss und Lössderivate
40	<u>Tschernosem-Parabraunerde</u>	Löss und Lössderivate
41	Parabraunerde, <u>Parabraunerde-Tschernosem</u>	Sandlöss/Löss
42	<u>Fahlerde</u>	Löss und Lössderivate
43	<u>Parabraunerde-Pseudogley</u>	Löss und Lössderivate
44	<u>Parabraunerde</u>	Silikatsubstrate
45	<u>Braunerde</u>	Sandlöss/Löss und Lössderivate
46	Fahlerde, <u>Bänder-Parabraunerde</u>	Sandlöss
47	<u>Braunerde</u>	Löss und Lössderivate/Basische Magmatite und Metamorphite
48	<u>Pseudogley</u>	Löss und Lössderivate
49	<u>Kalk-Rendzina</u>	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
50	Terra fusca, <u>Braunerde-Terra fusca</u>	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
51	Pelosol-Braunerde, Pelosol-Pseudogley, <u>Braunerde-Pelosol</u>	Tonsubstrate
52	<u>Braunerde</u>	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)/ Tonsubstrate
53	<u>Braunerde</u>	Basische Magmatite und Metamorphite
54	<u>Braunerde</u>	Bimstuff
55	<u>Braunerde</u>	Saure Magmatite und Metamorphite
56	<u>Braunerde</u>	Löss/ Saure Magmatite und Metamorphite/Sandstein
57	Podsol-Braunerde, <u>Podsolige Braunerde</u>	Saure Magmatite und Metamorphite
58	<u>Pseudogley-Braunerde</u>	Tonsubstrate
59	<u>Braunerde</u>	Tonsubstrate
60	<u>Podsol-Braunerde</u>	Tonsubstrate
61	<u>Braunerde, z. T. podsolig</u>	Sandsteine
62	<u>podsolige Braunerde</u>	Löss/Sandsteine

Legenden- einheit BÜK 1000	Leitböden der Legendeneinheiten der BÜK 1000, Leitbodenprofil unterstri- chen	Bodenausgangsgestein
63	<u>Braunerde-Podsol</u>	Sandsteine
64	Podsol-Pseudogley, <u>Parabraunerde- Pseudogley</u>	Sandsteine, Schluffe
65	Braunerde-Rendzina, <u>Parabraunerde</u>	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate), Löß
66	Pseudogley, Rendzina, <u>Pseudogley- Pelosol</u>	Tonstein, Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
67	Braunerde aus Rotplastosol	Fersiallitische und ferrallitische Paläoböden
68	Ranker, Pararendzina, Pseudogley, <u>Pseudogley-Pararendzina</u>	Silikatsubstrate, Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
69	<u>Syrosem</u>	Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate)
70	Regosol, Syrosem, <u>Pararendzina</u>	Anthrosol (anthropogen veränderte Flächen)
71	Ranker, Rohböden, <u>Lockersyrosem</u>	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
(8/13)	Gley	Auensedimente
(9/13)	Kalk-Auengley-Vega	Auensedimente
(11/13)	Kalk-Auengley-Auenbraunerde	Auensedimente
(6/24)	Kalk-Niedermoor	Torf
(1/68)	Regosol/Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	Sande und mächtige Sand-Deckschichten
(44/45)	Fahlerde	Silikatsubstrate

Die Bodenübersichtskarte wurde von der BGR 2008 untersetzt durch nutzungsdifferenzierte Modifikationen der Leitbodenassoziationen und der Ausgangsgesteine (Tabelle 9.1-2).

**Tabelle 9.1-2: Leitbodentypen und ihr Ausgangsgestein aus der nutzungsdifferenzierten BÜK 1000N (BGR 2008b)**

Legenden- einheit BÜK 1000	Leitböden		Ausgangsgesteine	
	Grünland	Wald	Grünland	Wald
1	GGn, PP-RQ, HNN	PP-RQ, PPn	Sa, su, ut, Hn	Sa
2	MC	entfällt		entfällt
3	MCn	entfällt	sl, us, tu, Hn	entfällt
4	MNb	entfällt	tu, ut, Hn	entfällt
5	MNf	entfällt	tu, ut, Hh, Hn	entfällt
6	HNN	GGn, GG-PP, HNN, BBn, GG-BB	Hn, S, Hu	S, Hn
7	HHn	PP-BB, HHn	Hh, Hn, S	S, Hh, Hu, Fh
8	GGn, GG-AB	BBn, Abn	Lf, Tf, Hn	S, Lf, Tf
9	GMn	BBn, Abn	Tf	S, Tf
10	GGn	GG-PP, Gga	Sf, Hn	Sf
11	GGn	BBn	Sf, Lf, Tf, Hn	Sf, Lf
12	GMn, GGn, HNN	GG-BB, PP-BB, GGn	Sf, Hn, Gf	Gf, Sf, Hn
13	HNN	RZn, BBn	Hn, Mf	Mf, Sf, Lhf
14	LLn, BBn, Azn	LLn, BBn	Lo, Ggf, Mf, Hn	Lol, Mf, Ggf
15	LL-SS	pBBn, BB-LL	Lo, Gf, Hn	Gf, Lo
16	GGn	BBn, PP-BB	Sf, Gf, Hn	Gf, Sa, Sf
17	GG-PP, HNN, GMn	PPn, GG-PP, BBn, GG	Gf, Sf, Sa, Hn, Hu, b	Gf, Sf, Sa, b
18	GGn, BBn	BBn, SSn	^sa, ^c, Lo, Hn	^sa, ^c, Lo

Legenden- einheit BÜK 1000	Leitböden		Ausgangsgesteine	
	Grünland	Wald	Grünland	Wald
19	SS-LL, SSn	SSn, BBn, LFn	Lg, Mg, Sp, Hn	Lg, Mg, Sp, Hn
20	entfällt	BB-RQ	entfällt	Sp, Lg
21	SS-LL, LLn	BBn	Lg, Mg, Hn	Lg, Mg, Hn
22	GG-SS, SSn	SSn, SS-DD, BBn	Lg, Sp, Hn	Lg, Sg, Sp, Gf
23	SS-GG, HNn	BB-GG, SS-GG	Mg, Sp, Hn	Mg, Sg, Sp
24	entfällt	LL-SS	entfällt	Lg, Sg
25	SS-PP, GG-PP	SS-PP, PP-SS	Lg, Sp, Hn	Lg, Sp
26	BB-GG, HNn	BBn	Lg, Mg, Hn, Sg, Sp	Sp, Lg, Mg
27	GMn, GGn, HNn	BBn	Lg, Mg, Sg, Sp, Hn	Sg, Sp, Lg
28	SS-BB, GGn	pBB, PP-BB, BBn, LF-SS	Sp, Sg, Lg; Hn	Sp, Lg, Sa
29	SSn, BB-SS	SSn, BBn	Lg, Sp	Lg, Sg, Sp
30	SSn	SS-LL, LLn	Mg, Lg, Sg, Hn	Lg, Mg, Sg
31	GG-PP, GGn	pBB, PP-BB, BB-PP, BBn	Sg, Sp, sdr, Sa, Hn	Sg, Sp, sdr, Sa
32	BB-GG, HNn	BBn	Sp, Sg, sdr, Hn	Sp, Sg, sdr
33	GG-PP	PPn	Sf, Sg, Sa, Hn	Sf, sdr, Sa
34	entfällt	RQn, PPn	entfällt	Sa, Sf
35	GGn	BB-RZ	Lo, Lol	Lo, ^k
36	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt
37	entfällt	RRn	entfällt	^mk, ^k, Lo
38	entfällt	SS-TT	entfällt	Lo, ^to, ^mk
39	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt
40	GGn, SSn	LLn	Lo, Lol	Lo, Lol
41	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt
42	SSn, SS-LL	LLn, BBn	Lo, Lol, ^to, ^sa, Hn	Lo, Lol, ^to, ^s, ^k
43	entfällt	BBn	entfällt	Lo, Lol, Ggf, *Gn
44	GGn, SSn	SS-BB, BB-SS	Lo, Lol	Lol, +G, *Gn, ^g
45	entfällt	BBn, BB-SS	entfällt	Lo, Lol, +G, ^s, Ggf
46	GGn, SSn, LL-SS	BBn, SSn	Los, Sp, Lg, Hn	Los, Sp, Lg
47	SSn	BBn	Lol, +B	Lol, +B
48	SSn	BBn, SS-LL, SSn, LL-SS	Lo, Lol, ^to	Lo, Lol, ^to, ^tsf, ^k
49	RRn, BBn, SS-RZ, SSn	CFn, RRn	^k, ^mk, ^d	^k, ^mk, ^d
50	BB-CF, BB-RR	CFn, BB-CF	^k, ^mk, ^d	^k, ^mk, ^d, Lol
51	BB-DD, DD-SS, SSn	BBDD, BB-DD, BBn	^mk, ^to, Lol	^mk, ^to, Lol
52	SS-DD, SSn	BBn, SSn, LL-SS	^mk,t, Ggf, Lol, Hn	^s, ^u, ^mk,t, Lol, Ggf, Lol
53	SS-LL, SS-BB	BBn	+B, +D, Lol	+B, +D, Lol
54	entfällt	BBn	entfällt	+VTb, +B
55	SS-BB, SSn	BBn	+G, *Gn, *Gl, Lol, Hh, Hn	+G, *Gn, *Gl, Lol
56	entfällt	BBn	entfällt	Lol, *M, ^s, ^q, +Pla
57	SSn, SS-PP	pBB	+G, *Gn, *Gl, Lol, Hh	+G, *Gn, *Gl
58	SS-BB, SSn	BBn	Lol, ^u, ^s, ^t	^u, ^s, ^t, Lol
59	SS-BB, SSn	BBn	^tsf, ^g, ^s, *Ph, *Gn, Lol, Hh	^tsf, ^g, ^s, *Ph, *Gn, Lol
60	BBn, RQn	BBn	^tsf, ^g, *Ph, Lol	^tsf, ^g, *Ph

Legenden- einheit BÜK 1000	Leitböden		Ausgangsgesteine	
	Grünland	Wald	Grünland	Wald
61	SSn, BB-SS	BBn	^s, ^c, Lol	^s, ^c, Lol
62	SSn, BB-SS	BBn, PPn	^s, ^q, ^tsf, Lol	^s, ^q, ^tsf, Lol
63	PP-SS, SSn, GGn	pBB	^s, ^q, ^u, Lol	^s, ^q, ^u, Hh
64	SSn, PP-SS	BBn, SSn	Lol, ^s, ^q	Lol, ^s, ^q
65	SSn, SS-LL	BBn	Lol, ^tsf, ^g, ^k	^tsf, ^g, Lol
66	SSn, BB\DD	pBB, SS-BB, SS-LL	Lol, ^t, ^mk, ^k, ^s, ^u	^s, ^u, ^t, Lol
67	SS\VV, BB\VV, BB\VV	BB\VV, BB\VV	Lol, lt	Lol, ut
68	GGn	RRn	Mg, tu	^k, ^d, Mg
69	entfällt	RRn	entfällt	^k, ^d
70	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt
71	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt

### 9.1.1.2 Zusammenstellung der Limits $CN_{\min(\text{soil})}$ und $CN_{\max(\text{soil})}$

Die bodentypischen C/N-Spannen wurden abgeleitet anhand folgender Referenzdaten für mitteleuropäische Böden (Tabelle 9.1-3):

**Tabelle 9.1-3: Kritische Minima und Maxima von C/N-Verhältnissen in Abhängigkeit von der Bodenart des Oberbodens (KLAP et al. 1997)<sup>19</sup>**

Bodenart des mineralischen Oberbodens	Kritisches Minimum des bodentypischen C/N-Verhältnisses $CN_{\min(\text{soil})}$	Kritisches Maximum des bodentypischen C/N-Verhältnisses $CN_{\max(\text{soil})}$
Moore	15	40
großporige Bodenarten (Sand, Lehm)	15	35
feinporige Bodenarten (Ton)	10	25
vulkanische Böden	10	20
Kalk-Böden	10	20

Für die Anwendung dieser Referenzdaten auf die Leitbodenprofile<sup>20</sup> der BÜK 1000 wurden folgende weitere Anpassungen unter Berücksichtigung der Klassifizierung von (Succow u. Joosten 2001) vorgenommen:

- Die C/N-Spanne für Moore wurden modifiziert wie folgt (Tabelle 9.1-4):
- Wenn eine Legendeinheit in der BÜK 1000 den Leitboden zwar als kalkhaltig beschreibt, aber in dem entsprechenden Leitbodenprofil der oberste Horizont mit einer sandigen oder lehmigen Bodenart angegeben ist, dann wurde die C/N-Spanne mit 10-25 angesetzt.

<sup>19</sup> Die Min/Max-Werte basieren auf dem 5. / 75. Perzentil von Böden unter Forst nach verschiedenen Quellen (z.B. Reinds 1995; De Vries and Leeters 1996; Klap et al. 1996)

<sup>20</sup> Die Humus- und N-Gehalte der Leitprofile wurden nicht verwendet.

### Beispiel: BÜK Legendeneinheit 49

Rendzina aus Verwitterungsprodukten von Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen

Horizont	Tiefe (cm)	Bodenart
Ah	10	Ls2
CvAh	25	TI

**Tabelle 9.1-4: Kritische Minima und Maxima von C/N-Verhältnissen in Mooren (abgeleitet aus Succow u. Joosten 2001)**

Bodenart des mineralischen Oberbodens	Kritisches Minimum des bodentypischen C/N-Verhältnisses $CN_{\min(\text{soil})}$	Kritisches Maximum des bodentypischen C/N-Verhältnisses $CN_{\max(\text{soil})}$
Mittelbasische Niedermoore	15	35
Kalkreiche Niedermoore	10	25
Hochmoore	20	60

#### 9.1.1.3 Zusammenstellung des $pH_{\text{crit}}$

Der kritische pH-Wert zum Schutz des Bodens wurde aus der unteren Spannungsgrenze der  $pH(H_2O)$ -Referenz-Werte der Pufferbereiche der Böden nach ULRICH (1981, 1987; vgl. auch AG Boden 2005: KA5, S. 368) abgeleitet (Tabelle 9.1-5).

**Tabelle 9.1-5: Pufferbereiche und kritische untere Spannungsgrenze des  $pH(H_2O)$ -Wertes für die Pufferbereiche der Böden (nach Ulrich 1981 und 1987)**

Puffersubstanz	pH ( $H_2O$ )-Bereich	niedrigster akzeptabler pH-Wert $pH_{\text{crit}}$
Karbonat-Pufferbereich	8,6-6,2	6,2
Silikat-Pufferbereich	6,2-5,0	5,0
Austauscher-Pufferbereich	5,0-4,2	4,2
Aluminium-Puffer	4,2-3,8	3,8
Aluminium-Eisen-Puffer	3,8-3,2	3,2
Eisen-Puffer	< 3,2	2,8

Die Zuordnung der BÜK-Legenden-Einheiten zu den Pufferbereichen erfolgte in Auswertung der nutzungsdifferenzierten Bodenübersichtskarte BÜK 1000N (BGR 2008b) hinsichtlich der Angaben zu den Ausgangsgesteinen. In den Fällen, wo keine Differenzierung gegeben war, wurde auf die BÜK 1000 (1998) in Verbindung mit der Karte der Ausgangsgesteine (BGR 2008a) zurückgegriffen. Dabei war bei Aufzählung mehrerer Ausgangsgesteine für eine BÜK-Einheit dasjenige Gestein ausschlaggebend für die Einordnung der gesamten BÜK-Einheit in die Pufferbereiche, das dem untersten in Frage kommenden Pufferbereich angehört. Zu beachten ist ferner, dass es sich um Annahmen für den Status in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts handelt.

Es wurde folgende Zuordnung getroffen (Tabelle 9.1-6):

**Tabelle 9.1-6: Pufferbereiche (nach Ulrich 1981, 1987) und Zuordnung der Ausgangsgesteinsklassen**

Puffersubstanz	Zuordnung der Ausgangsgesteine
Karbonat-Pufferbereich	Carbonatgesteine (Kalk- und Mergelgesteine), Kalk-Marsch
Silikat-Pufferbereich	Silikatgesteine, Kleimarsch, Geschiebemergel/ -lehme, Löss und Lössderivate (entkalkt), Auensedimente, Terrassen- und Schotterablagerungen
Austauscher-Pufferbereich	Basische Magmatite und Metamorphite, Tongesteine, Sandlössse, Bimstuff Sande und mächtige Sand-Deckschichten, Niedermoortorf
Aluminium-Puffer	Sande und mächtige Sand-Deckschichten, Saure Magmatite und Metamorphite, Sandsteine
Aluminium-Eisen-Puffer	Sehr stark saure Sande und mächtige Sand-Deckschichten, Sehr saure Magmatite und Metamorphite, Sehr saure Sandsteine
Eisen-Puffer	Hochmoor-Torf

**Beispiel: BÜK-Legendeneinheit 23**

Für Grünland ist als Ausgangssubstrat angegeben: Geschiebemergel ( $pH_{crit} = 5$ ); verbreitet Nieder Moore ( $pH_{crit} = 4,2$ )

Für Wald ist als Ausgangssubstrat angegeben: Geschiebemergel ( $pH_{crit} = 5$ )

Daraus ergibt sich ein  $pH_{crit}$  (Minimum) von 4,2 für die Legendeneinheit insgesamt.

Die so gewonnene Übersicht über die nach BÜK 1000N hergeleiteten  $pH_{crit}$  wurde nachfolgend mit den pH-Wert-Spannen aus der pflanzensoziologischen Literatur (siehe Kap. 2.2.3) verglichen. Dabei zeigte sich, dass in Böden der höheren Bergregionen, auf denen überwiegend Nadelwald stockt, die pH-Werte deutlich tiefer lagen als nach dem Ausgangsgestein zu erwarten war. Da dies plausible Gründe hat, wurde für die Legendeneinheiten, die i.d.R. mit Nadelwald bestanden sind, der nächsttiefere Pufferbereich zugeordnet.

**Beispiel: BÜK-Legendeneinheit 68**

Die ursprüngliche Zuordnung ergab für Böden aus Kalk und Dolomitgesteinen  $pH_{crit} = 6,2$ , für Böden aus kalkfreien Silikatgesteinen  $pH_{crit} = 5$  und für Moränenablagerungen  $pH_{crit} = 5$ .

Unter Berücksichtigung dessen, dass auf Böden der BÜK-Legendeneinheit 68 weitestgehend nur Nadelgehölze wachsen, wird ein korrigierter  $pH_{crit}$  von 4,2 für die Legendeneinheit insgesamt angesetzt.

### 9.1.2 Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats

Die Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterung (im Folgenden auch kurz als „Verwitterungsrate“ bezeichnet) wurde entsprechend Manual (ICP MODELLING & MAPPING 2010) anhand der Verknüpfung von Ausgangssubstrat und Tongehalt (Texturklasse) bestimmt. Die Abschätzung der Muttergesteinsklasse erfolgte für die ausgewählten Bodenformen (vgl. Tabelle 9.1-1) aus den Angaben zur BÜK 1000 (BGR 1998) (vgl. Tabelle 9.1-7). Eine nutzungsdifferenzierte Ermittlung der Verwitterungsrate erübrigt sich.

**Tabelle 9.1-7: Zuordnung der in Deutschland typischen Ausgangssubstrate (entsprechend Tabelle 9.1-1) zu den Substratklassen**

Substratklassen		Ausgangsgesteine
0	Organisch	Torf
1	sauer	Sande und mächtige Sand-Deckschichten, Basenarme Terrassen- und Schotterablagerungen, Saure Magmatite und Metamorphite, Basenarme Sandsteine, Sandlöss
2	neutral	Wattboden, Löss und Lössderivate, Geschiebemergel/-lehme im Wechsel mit geringmächtigen Sand-Deckschichten, Tonsubstrate, Ferrallitische und ferrallitische Paläoböden
3	basisch	Auensedimente, basenreiche Terrassen- und Schotterablagerungen, Geschiebemergel/-lehme, Basische Magmatite und Metamorphite, Bimstuff, Silikatsubstrate
4	kalkhaltig	kalkhaltiger Wattboden, Kalkhaltige Auensedimente, kalkhaltige Terrassen- und Schotterablagerungen, Carbonatsubstrate (Kalk- und Mergelsubstrate), Kalk-Sande, Kalk-Niedermoortorf, kalkhaltige Auensedimente

Neben dem Ausgangssubstrat wird die Höhe der Verwitterung basischer Kationen entscheidend durch die Textur des Bodens bestimmt, die die verwitterungswirksame Oberfläche des Ausgangsmaterials charakterisiert. So ermittelte SVERDRUP (1990) einen linearen Zusammenhang zwischen dem Tongehalt eines Bodens, welcher als Indikator für dessen Textur dient, und der Verwitterungsrate.

Die Tongehalte, die in der Datenbank zur BÜK 1000 (BGR 1998) horizontweise für das Leitbodenprofil jeder Bodeneinheit angegeben sind, beziehen sich auf den Gesamtboden. Maßgebend für die Bestimmung der Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterung ist jedoch nur der Tonanteil, der im Feinboden enthalten ist. Der effektiv dem Verwitterungsprozess unterzogene Feinbodenanteil lässt sich in jedem Horizont vom Grobbodenanteil differenzieren, wenn man den Skelettanteil, wie er in der BÜK-Legende angegeben wird, bei der Angabe des Horizont-Tonanteiles wie folgt umrechnet:

$$T_{eff} = T_{ges} \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right)$$

wobei:

$T_{eff}$  = effektiver Tonanteil [ % ]

$T_{ges}$  = Gesamttonanteil [ % ]

S = Skelettanteil [ % ]

Die in der BÜK1000-Datenbank für die Leitbodenprofile horizontweise enthaltene Angabe der Skelettklassen (BGR 1998) lassen sich entsprechend der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5, AG BODEN 2005, S. 150), absoluten Skelettgehalten (Klassenmittelwerte) zuordnen:

Skelettklasse 1 entspricht mittlerem Skelettanteil von 1 % , Klasse 2 = 9 % , Klasse 3 = 26 % , Klasse 4 = 50 % , Klasse 5 = 72 % , Klasse 6 = 92 % .

Je höher also der Skelettanteil ist, desto geringer ist der effektive Tonanteil und somit die Texturklasse sowie die über die Verknüpfung von Muttersubstrat und Textur abgeleitete Verwitterungsrate.

Für jede Bodeneinheit wurde nun horizontweise aus dem effektiven Ton- und Sandgehalt (entsprechend BÜK1000-Datenbank, BGR 1998) die entsprechende Texturklasse des Horizonts abgeleitet (vgl. Tabelle 9.1-8). Wenn zwei Texturklassen innerhalb eines Horizontes vorkommen, wird dies durch die Kombination zweier Texturklassen in Form von z. B. 1/3 angezeigt.

**Tabelle 9.1-8: Matrix zur Bestimmung der Texturklasse aus Sand- und Tongehalten (Quelle: EUROSIL 1999)**

Texturklasse	Name	Definition
1	grob	Ton < 18 % und Sand ≥ 65 %
2	mittelgrob	Ton < 35 % und Sand > 15 % , aber Ton ≥ 18 % wenn Sand ≥ 65 %
3	mittelfein	Ton < 35 % und Sand < 15 %
4	fein	35 % ≤ Ton < 60 %
5	sehr fein	Ton ≥ 60 %

Die Zuordnung des effektiven Tongehalts der einzelnen Horizonte zu den Texturklassen erfolgte über Tongehalt und Texturklassen. Die Bestimmung der Freisetzung basischer Kationen durch Verwitterung erfolgte nun anhand der Verknüpfung von Ausgangssubstrat (Substratklassen, vgl. Tabelle 9.1-7) und effektivem Tongehalt (Texturklasse, vgl. Tabelle 9.1-8) durch Zuordnung zu einer Verwitterungsklasse (vgl. Tabelle 9.1-9). Die verwendete Verknüpfungsmatrix wurde auf Basis der Literaturangaben in DE VRIES (1991), DE VRIES et al. (1993) sowie SVERDRUP und WARFVINGE (1988) erstellt.

**Tabelle 9.1-9: Bestimmung der Verwitterungsklasse**

Verwitterungs-klasse	Texturklasse										
	1	1/2	1/3	1/4	2	2/3	2/4	3	3/4	4	5
Substratklassen	1	1/2	1/3	1/4	2	2/3	2/4	3	3/4	4	5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6
2	2	3	4	4	4	5	5	6	6	6	6
3	2	3	4	4	5	6	6	6	6	6	6
4	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Quelle: nach SVERDRUP und WARFVINGE (1988), DE VRIES (1991), DE VRIES et al. (1993), ergänzt

Eine Überprüfung der nach de Vries et al. (1993) ermittelten Verwitterungsraten unter Verwendung des Modells PROFILE an 10 Level II- und 498 BZE-Standorten in Nordrhein-Westfalen (BECKER 2003, BECKER et al. 2004) ergab, dass für eine Anzahl von Standorten PROFILE eine Basenverwitterung unter  $1 \text{ keq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  berechnet, die deVries-Ergebnisse hingegen Verwitterungsraten von

bis zu  $15 \text{ eq ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  aufweisen. Auf Basis dieser Erkenntnisse haben NAGEL et al. (2008) Modifizierungen der deVries-Methode vorgenommen. So wurde in Ergänzung der 4-stufigen Klassifizierung der Ausgangssubstrate eine weitere für kalkhaltige Gesteine mit dem Wert 20 ergänzt (vgl. Tabelle 9.1-7).

Für jeden Horizont wurden nun aus dem mittleren effektiven Tongehalt dieser Schicht die Zugehörigkeitsgrade zu zwei Texturklassen und aus dieser die Zugehörigkeitsgrade zu Verwitterungsklassen (unter Berücksichtigung der Substratklasse) abgeleitet. Dann erfolgte eine tiefenstufengewichtete Mittelwertbildung über die Verwitterungsklassenmittelwerte (vgl. Tabelle 9.1-10) jedes Horizontes.

**Tabelle 9.1-10: Verwitterungsrate bezogen auf 0,5 m Bodentiefe (nach DE VRIES et al. 1993)**

Verwitterungsklasse	Verwitterungsrate [eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
0	0
1	250
2	500
3	750

Verwitterungsklasse	Verwitterungsrate [eq ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ]
4	1.000
5	1.250
6	1.500
20	2.500

DE VRIES et al. (1993) haben für die Ableitung der Verwitterungsrate als Parameter der Critical Loads eine Bodenschicht von 0,5 m zugrunde gelegt. Die von der Hauptwurzeltracht eines Vegetationstyps durchwurzelte Tiefe kann aber in Deutschland (z. B. bei Eichen-, Kiefern- oder Großseggenbeständen) bis zu 1,80 m tief oder im Falle von trockenen Heiden auch nur 0,2 m tief sein. Deshalb wurden die Verwitterungsraten für die berechneten Standorts-/Vegetations-Typen (Blatt 5-04) über die Horizonte berechnet und anschließend gemittelt, die hauptsächlich durchwurzelte sind. Die Methode zur Bestimmung der aktuellen nutzungsabhängigen Durchwurzelungstiefen wird im letzten Abschnitt dieses Kapitels erläutert. Die für 0,5 m Bodenmächtigkeit von DE VRIES et al. (1993) angegebenen Verwitterungsraten wurden deshalb auf die tatsächlichen Horizontmächtigkeiten umgerechnet und über die Horizonte bis zur Durchwurzelungstiefe tiefenstufengewichtet gemittelt.

Eine weitere Modifizierung ergibt sich aus der Abhängigkeit der Verwitterungsrate auch von der Differenz der lokalen Temperatur zur Durchschnittstemperatur, die den Verwitterungsraten nach DE VRIES et al. (1993) zugrunde lag ( $8 \text{ °C} = 281 \text{ K}$ ). Die temperaturkorrigierte Verwitterungsrate wird unter Einbeziehung der tatsächlichen Durchwurzelungstiefe nach folgender Gleichung berechnet:

$$BC_{\text{soil}(w)}(t) = [z \cdot 500 \cdot (WRc - 0,5)]^{\frac{A}{281}} \frac{A}{273+t}$$

wobei:

$BC_{\text{soil}(w)}(t)$  = temperaturkorrigierte Verwitterungsrate [eq ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>]

$z$  = durchwurzelte Tiefe [m]

$WRc$  = Verwitterungsklasse (entsprechend Tabelle 9.1-9)

- t = mittlere lokale Temperatur im 30-jährigen Mittel 1981-2010 nach DWD 2011b [K]  
 A = Quotient aus Aktivierungsenergie und idealer Gaskonstante (= 3600 K)

### Bestimmung der Verwitterungsrate der pflanzenverfügbaren basischen Kationen ( $Bc_{soil(w)}$ )

Dem Manual (ICP MODELLING & MAPPING 2010) entsprechend, wurde die Verwitterungsrate basischer Kationen zunächst als Summe über die basischen Kationen Na, Ca, Mg und K bestimmt ( $BC_{soil(w)}$ ). Die konkrete Ausweisung der einzelnen Anteile der Ionen des Kalziums, des Magnesiums, des Kaliums und des Natriums ist nach dieser Methode nicht möglich und auch anderweitig nicht verfügbar. Für die Berechnung der kritischen Austragsrate von Säureneutralisationskapazität ist allerdings der Anteil der pflanzenverfügbaren Kationen Ca, Mg und K an der Gesamtsumme der Verwitterungsrate zu ermitteln und wird wie folgt abgeschätzt: Der Anteil der pflanzenverfügbaren basischen Kationen Ca+Mg+K ( $Bc_{soil(w)}$ ) beträgt laut Manual (ICP MODELLING & MAPPING 2010) ca. 70 % bei nährstoffarmen Böden und bis zu 85 % bei nährstoffreichen Böden. Um die Verwitterungsrate für Ca+Mg+K regional zuordnen zu können, war zunächst eine Abschätzung der Nährkraft notwendig ist (siehe Kap. 2.2.3). Der Anteil der pflanzenverfügbaren Ca+Mg+K-Ionen an der Gesamtmenge verwitternder basischer Kationen, der sich aus

$$Bc_{soil(w)} = f_{CaMgK} BC_{soil(w)}$$

ergibt und dessen Berechnungsfaktor  $f_{CaMgK}$  im Manual (ICP MODELLING & MAPPING 2010) mit 0,70-0,85 angegeben wird, wurde mit Hilfe der Nährkraftstufen aufgeschlüsselt in:

Nährkraftstufe	$f_{CaMgK}$
arm	0,70
Ziemlich arm	0,74
mittel	0,78
kräftig	0,82
reich	0,85

### Bestimmung der durchwurzelten Tiefe (z)

Die tatsächlich von Pflanzen durchwurzelte Tiefe hängt zum einen von der durchwurzelbaren Tiefe des Bodens, zum anderen von der potenziellen Wurzellänge der charakteristischen Pflanzenarten im Vegetationstyp ab.

Geht man zunächst von der potenziellen Länge der Hauptwurzeltracht (= 80 % der Gesamtwurzelmasse) der charakteristischen Hauptbaumart bzw. der charakteristischen Art der Krautschicht aus, kann man folgende Durchwurzelungstiefen für die Hauptbestände angeben (vgl. Tabelle 9.1-11):

**Tabelle 9.1-11: Bestimmung der Hauptdurchwurzelungstiefe aus Länge der Hauptwurzeltracht und durchwurzelbarer Tiefe**

Vegetationstyp/ Hauptbaumart	Potenzielle Durchwurzelungstiefe [cm]	Schnitt der Durchwurzelungstiefe durch Horizont-Oberkante
Magerrasen	40	C; P; Gr; Y; F; Go; S
Heiden	20	C; P; Gr; Y; F; Sr; Sd; Sg
Kalktrockenrasen	40	C; P; Gr; Y; F; Go; S
Nass- und Feuchtwiesen	110	C; P; Y; Fr
Flutrasen	90	C; P; Y; Fr
Frischwiesen/Frischweiden	60	C; P; Gr; Y; F; Sr; Sd; Sg
Kiefer	180	C; P; Y; F
Fichte	80	C; P; Y; F
Rotbuche	80	C; P; Gr; Y; F; Go; Sr; Sd; Sg
Trauben-Eiche	180	C; P; Gr; Y; F; Sr; Sd; Sg
Stiel-Eiche	180	C; P; Y; F
Erle	80	C; P; Y; F;
Esche	80	C; P; Gr; Y; F
Bergkiefer	180	
Birke	100	
Weiden, alle Arten	60	C; P; Y; Fr

Diese potenziellen Wurzellängen werden bei den meisten Vegetationstypen (außer bei den Pionierbaumarten Bergkiefer und Birke) eingeschränkt durch den oberen Rand des terrestrischen Unterbodenhorizontes (C-Horizonte), bei nässemeidenden Baumarten durch den oberen Rand des sauerstofffreien (reduzierten) Grundwasser- bzw. Stauwasserhorizontes (Gr/Sd-Horizonte) oder bei allen Vegetationstypen durch den oberen Rand des durch Reduktgase geprägten Horizontes (Y-Horizonte). Das bedeutet, die vegetationstypische potenzielle Wurzellänge wird durch das standortspezifische Bodenprofil abgeschnitten in den Fällen, bei denen die potenzielle Wurzellänge größer ist als die obere Tiefe des obersten nicht durchwurzelbaren Horizontes (= physiologische Gründigkeit).

Die obere Tiefe der anstehenden schneidenden Horizonte wurde der Datenbank zu den Leitbodenprofilen der BÜK 1000 (1998) entnommen.

## 9.2 Ergebnisse

### 9.2.1 Critical Limits

#### 9.2.1.1 $CN_{\min(\text{soil})}$ und $CN_{\max(\text{soil})}$

Da die kritischen C/N-Verhältnisse  $CN_{\min(\text{soil})}$  und  $CN_{\max(\text{soil})}$  als bodenspezifische und nutzungsunabhängige Parameter definiert sind, erfolgt die Zuordnung (Tabelle 4.2-1) zu den nutzungsübergreifenden BÜK-Legendeneinheiten der BÜK 1000 (1995).

### 9.2.1.2 pH<sub>crit</sub>

Da pH<sub>crit</sub> als bodenspezifischer nutzungsabhängiger Parameter definiert ist, erfolgt die Zuordnung (Tabelle 9.2-1 bzw. Tabelle 4.2-1 für das pH-Minimum) zu den nutzungsdifferenzierten BÜK-Legendeneinheiten der BÜK 1000N (2008b).

**Tabelle 9.2-1: Zuordnung der pH<sub>crit</sub> zu den Leitbodentypen und ihr Ausgangsgestein aus der nutzungsdifferenzierten BÜK 1000 (BGR 2008b), in Klammer: aus der nutzungsübergreifenden BÜK 1000 (BGR 1995)**

Legenden- einheit BÜK 1000N	Ausgangsgesteine		pH <sub>crit</sub>		
	Grünland	Wald	Grünland	Wald	Minimum
1	Sa, su, ut, Hn	Sa	3,2	3,2	3,2
2		entfällt	(6,2)	-	6,2
3	sl, us, tu, Hn	entfällt	6,2	-	6,2
4	tu, ut, Hn	entfällt	5	-	5
5	tu, ut, Hh, Hn	entfällt	5	-	5
6	Hn, S, Hu	S, Hn	4,2	4,2	4,2
7	Hh, Hn, S	S, Hh, Hu, Fh	2,8	3,1	2,8
8	Lf, Tf, Hn	S, Lf, Tf	5	5	5
9	Tf	S, Tf	5	5	5
10	Sf, Hn	Sf	4,2	5	4,2
11	Sf, Lf, Tf, Hn	Sf, Lf	5	5	5
12	Sf, Hn, Gf	Gf, Sf, Hn	4,2	4,2	4,2
13	Hn, Mf	Mf, Sf, Lhf	5	6,2	5
14	Lo, Ggf, Mf, Hn	Lol, Mf, Ggf	4,2	5	4,2
15	Lo, Gf, Hn	Gf, Lo	4,2	5	4,2
16	Sf, Gf, Hn	Gf, Sa, Sf	4,2	3,8	3,8
17	Gf, Sf, Sa, Hn, Hu, b	Gf, Sf, Sa, b	3,2	3,8	3,2
18	^sa, ^c, Lo, Hn	^sa, ^c, Lo	4,2	5	4,2
19	Lg, Mg, Sp, Hn	Lg, Mg, Sp, Hn	5	5	5
20	entfällt	Sp, Lg	-	4,2	4,2
21	Lg, Mg, Hn	Lg, Mg, Hn	5	6,2	5
22	Lg, Sp, Hn	Lg, Sg, Sp, Gf	4,2	4,2	4,2
23	Mg, Sp, Hn	Mg, Sg, Sp	4,2	5	4,2
24	entfällt	Lg, Sg	-	5	5
25	Lg, Sp, Hn	Lg, Sp	4,2	4,2	4,2
26	Lg, Mg, Hn, Sg, Sp	Sp, Lg, Mg	4,2	4,2	4,2
27	Lg, Mg, Sg, Sp, Hn	Sg, Sp, Lg	5	4,2	4,2
28	Sp, Sg, Lg; Hn	Sp, Lg, Sa	3,2	3,8	3,2
29	Lg, Sp	Lg, Sg, Sp	5	4,2	4,2
30	Mg, Lg, Sg, Hn	Lg, Mg, Sg	4,2	5	4,2
31	Sg, Sp, sdr, Sa, Hn	Sg, Sp, sdr, Sa	3,8	3,2	3,2
32	Sp, Sg, sdr, Hn	Sp, Sg, sdr	4,2	3,8	3,8
33	Sf, Sg, Sa, Hn	Sf, sdr, Sa	3,8	3,2	3,2
34	entfällt	Sa, Sf	-	3,2	3,2
35	Lo, Lol	Lo, ^k	5	6,2	5

Legenden- einheit BÜK 1000N	Ausgangsgesteine		pH <sub>crit</sub>		
	Grünland	Wald	Grünland	Wald	Minimum
36	entfällt	entfällt	(5)	-	5
37	entfällt	^mk, ^k, Lo	-	5	5
38	entfällt	Lo, ^to, ^mk	-	4,2	4,2
39	entfällt	entfällt	(4,2)	-	4,2
40	Lo, Lol	Lo, Lol	5	5	5
41	entfällt	entfällt	(4,2)	-	4,2
42	Lo, Lol, ^to, ^sa, Hn	Lo, Lol, ^to, ^s, ^k	5	5	5
43	entfällt	Lo, Lol, Ggf, *Gn	-	4,2	4,2
44	Lo, Lol	Lol, +G, *Gn, ^g	5	5	5
45	entfällt	Lo, Lol, +G, ^s, Ggf	-	4,2	4,2
46	Los, Sp, Lg, Hn	Los, Sp, Lg	4,2	4,2	4,2
47	Lol, +B	Lol, +B	5	5	5
48	Lo, Lol, ^to	Lo, Lol, ^to, ^tsf, ^k	4,2	5	4,2
49	^k, ^mk, ^d	^k, ^mk, ^d	5	6,2	5
50	^k, ^mk, ^d	^k, ^mk, ^d, Lol	6,2	5	5
51	^mk, ^to, Lol	^mk, ^to, Lol	4,2	4,2	4,2
52	^mk,t, Ggf, Lol, Hn	^s, ^u, ^mk,t, Lol, Ggf, Lol	5	4,2	4,2
53	+B, +D, Lol	+B, +D, Lol	4,2	4,2	4,2
54	entfällt	+VTb, +B	-	4,2	4,2
55	+G, *Gn, *Gl, Lol, Hh, Hn	+G, *Gn, *Gl, Lol	3,2	3,8	3,2
56	entfällt	Lol, *M, ^s, ^q, +Pla	-	3,8	3,8
57	+G, *Gn, *Gl, Lol, Hh	+G, *Gn, *Gl	3,2	3,8	3,2
58	Lol, ^u, ^s, ^t	^u, ^s, ^t, Lol	4,2	4,2	4,2
59	^tsf, ^g, ^s, *Ph, *Gn, Lol, Hh	^tsf, ^g, ^s, *Ph, *Gn, Lol	4,2	4,2	4,2
60	^tsf, ^g, *Ph, Lol	^tsf, ^g, *Ph	3,2	3,8	3,2
61	^s, ^c, Lol	^s, ^c, Lol	3,8	3,2	3,2
62	^s, ^q, ^tsf, Lol	^s, ^q, ^tsf, Lol	4,2	3,8	3,8
63	^s, ^q, ^u, Lol	^s, ^q, ^u, Hh	3,8	3,2	3,2
64	Lol, ^s, ^q	Lol, ^s, ^q	3,2	3,8	3,2
65	Lol, ^tsf, ^g, ^k	^tsf, ^g, Lol	6,2	5	5
66	Lol, ^t, ^mk, ^k, ^s, ^u	^s, ^u, ^t, Lol	6,2	4,2	4,2
67	Lol, lt	Lol, ut	5	5	5
68	Mg, tu	^k, ^d, Mg	5	6,2	4,2
69	entfällt	^k, ^d	(5)		4,2
70	entfällt	entfällt	(3,2)		3,2
71	entfällt	entfällt	(2,8)		2,8
(8/13)	entfällt	entfällt	(4,2)		4,2
(9/13)	entfällt	entfällt	(5)		5
(11/13)	entfällt	entfällt	(5)		5
(6/24)	entfällt	entfällt	(5)		5

Legenden- einheit BÜK 1000N	Ausgangsgesteine		pH <sub>crit</sub>		
	Grünland	Wald	Grünland	Wald	Minimum
(1/68)	entfällt	entfällt	(5)		5
(44/45)	entfällt	entfällt	(4,2)		4,2

### 9.2.2 $Bc_{soil(w)}$

Da die Freisetzungsrates basischer Kationen durch Verwitterung des Ausgangssubstrats ( $Bc_{soil(w)}$ ) als bodenspezifischer und nutzungsunabhängiger Parameter definiert ist, erfolgt die Zuordnung (Tabelle 4.2-1) zu den nutzungsübergreifenden BÜK-Legendeneinheiten der BÜK 1000 (1995).

## 9.3 Literatur

AG Boden - Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover.

Becker, R. (2003): Simulation des Stoffhaushaltes für 10 Level II- und 498 BZE-Standorte in Nordrhein-Westfalen mittels eines dynamischen Modells im Hinblick auf den Einfluß der Luftschadstoffbelastung und der Waldbewirtschaftung. Abschlussbericht zum Werkvertrag, bearbeitet durch ÖKO-DATA im Auftrag der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen.

Becker, R.; Hübener, P.; Nagel, H. D.; Schlutow, A.; Schütze, G.; Weigelt-Kirchner, R. (2004): Bewertung von Emissionsminderungsszenarien mittels dynamischer Modellierung, Ergänzung der Dokumentation um die aktuellen, nationalen Beiträge Deutschlands zu UNECE Umweltbeobachtungsprogrammen. Bearbeitet durch ÖKO-DATA im Auftrag des Umweltbundesamtes. 218 S. Manuskriptdruck.

BGR (2013): Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:1.000.000 (BÜK1000N), Version 2.31, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Berlin (<https://www.geoshop-hannover.de>)

De Vries, W. (1991): Methodologies for the assessment and mapping of the Critical Loads and of the impact of abatement strategies on forest soils. Wageningen 46.

De Vries, W.; Posch, M.; Reinds, G. J.; Kämäri, J. (1993): Critical Loads and their exceedance on forest soils in Europe. The Winand Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research. Wageningen, the Netherlands, 58 S.

DWD - Deutscher Wetterdienst (2011a): Mittlere monatliche Niederschlagsmengen für die Monate Januar-Dezember aus dem Zeitraum 1981-2010. Rasterdatei.

DWD - Deutscher Wetterdienst (2011b): Mittlere Tagesmitteltemperatur der Referenzperiode 1981-2010 für Sommer und Winter. Rasterdatei.

Eurosoil (1999): Metadata: Soil Geographical Data Base of Europe v.3.2.8.0. Joint Research Centre, Ispra, Italy.

- ICP Modelling & Mapping (2004 ff.): Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads & levels. Laufend aktualisiertes Handbuch. Online im Internet unter: URL: [www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/index.html](http://www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/index.html) [Stand: Oktober 2011]
- KLAP, J.M.; DE VRIES, W.; ERISMAN, J.W.; VAN LEEUWEN, E.P. (1997): Relationships between forest condition and natural and anthropogenic stress factors on the European scale; pilot study. DLO Winard Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Report, 150 S.
- Nagel, H. D.; Schlutow, A.; Schütze, G.; Weigelt-Kirchner, R. (2008): Critical Loads für Säure und eutrophierenden Stickstoff. Abschlussbericht zum F/E-Vorhaben 200 85 212 des Umweltbundesamtes, Berlin
- Öko-Data (2002): Critical Load-PROFILE 4.4 – Handbuch. Modell und Handbuch: <http://www.oekodata.com>.
- SUCCOW, M. und JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 622 S.
- Sverdrup, H. (1990): The kinetics base of cation release due to chemical weathering. Lund, Sweden: Lund University Press.
- Sverdrup, H. und Warfvinge, P. (1993): The effect of soil acidification on the growth of trees, grass and herbs as expressed by the (Ca+Mg+K)/Al ratio. Reports in Ecology and Environmental Engineering, 1993:2.
- ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand, Z. Pflanzenerhähr. Bodenk. 144, 289-305.
- ULRICH, B. (1987): Stabilität, Elastizität und Resilienz von Waldökosystemen unter dem Einfluss saurer Deposition, Forstarchiv 58: 232-239.
- Warfvinge, P. und Sverdrup, H. (1992): Calculating critical loads of acid deposition with PROFILE – A steady state soil chemistry model. Water, Air and Soil Pollution 63: 119-143.

## 10 Dokumentation der standortspezifischen Critical Limits ( $N_{crit(nut)}$ ) und der sonstigen $CL_{site(typ)}$ -Annahmen

### 10.1 Kritische N-Konzentration für das Nährstoffgleichgewicht ( $N_{crit(nut)}$ )

#### 10.1.1 Modellansatz

Anhand eines Ansatzes über das kritische Verhältnis von basischen Nährkationen zu Stickstoff ( $BcN_{crit}$ ) wird geprüft, ob der berechnete  $N_{crit(plant)}$  garantiert, dass es nicht zu Nährstoff-Ungleichgewichten kommen kann. Ergibt sich daraus ein niedrigerer Wert für  $N_{crit(nut)}$ , so wird der niedrigere der beiden Werte für die CL-Berechnung verwendet.

Die akzeptable N-Konzentration im Bodenwasser sickerwasserbestimmter (anhydromorpher) Standorte wird aus dem pflanzenphysiologisch erforderlichen Bc/N-Verhältnis wie folgt abgeleitet:

$$N_{crit} = \frac{Bc_{soil(p)}}{\theta \cdot z \cdot BcN_{crit}}$$

mit:

- $Bc_{soil(p)}$  = erforderlicher Mindestvorrat an leicht löslichen pflanzenverfügbaren basischen Kationen (Ca+Mg+K) im Wurzelraum [ $eq\ m^{-2}$ ]
- $BcN_{crit}$  = kritisches Verhältnis von basischen Nährkationen (Ca+Mg+K) zu Stickstoff [ $eq\ eq^{-1}$ ], (vgl. Kap. 7.7)
- $\theta$  = Wassergehalt im Bodenraum [ $m^3\ Wasser/m^3\ Boden$ ]
- $z$  = Mächtigkeit des Wurzelraumes [m]

Der Gehalt an pflanzenverfügbaren basischen Kationen ergibt sich im Gleichgewichtszustand wie folgt:

$$Bc_{soil(p)} = \theta \cdot z \cdot Bc_{soil(c)} + p \cdot z \cdot KAK \cdot \left(\frac{BS_{crit}}{100}\right)$$

mit:

- $Bc_{soil(c)}$  = Konzentration basischer Kationen in der Bodenlösung [ $eq\ m^{-3}\ Wasser$ ]
- $p$  = Bodenrohddichte [ $g\ cm^{-3}$ ]
- $KAK$  = pot. Kationenaustauschkapazität [ $meq\ kg^{-1}$ ]
- $BS_{crit}$  = vegetationstypspezifische erforderliche Basensättigung [ % ]

Setzt man in die obere Formel für  $Bc_{soil(p)}$  die untere Formel ein, kürzt sich z heraus.

Die pflanzengesellschaftspezifische erforderliche Basensättigung ist gleichzusetzen mit der kritischen Basensättigung  $BS_{crit}$  (vgl. Kap. 7.2-7.5).

Während KAK und  $p$  bodentypspezifische Parameter sind, die der Datenbank zur BÜK 1000 entnommen oder aus ihr abgeleitet werden können (s. Tab. X1) und  $BS_{crit}$  sowie  $\theta$  als pflanzengesellschaftsspezifische Parameter aus der BMVBS-Datenbank entnommen werden können, ergibt sich [Bc] wie folgt:

$$Bc_{soil(c)} = \frac{Bc_{dep(n)} + Bc_{soil(w)} - Bc_{plant(ue)}}{PS}$$

mit:

$Bc_{dep(n)}$  = seesalzbürtige Depositionsrates von basischen Nährkationen (Ca+Mg+K) [ $eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ] (vgl. BMVBS 2013 Kap. 8.4.3.4)

$Bc_{soil(w)}$  = Freisetzungsrates basischer Nährkationen durch Verwitterung [ $eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ] (vgl. Kap. 10.1)

$Bc_{plant(ue)}$  = Netto-Aufnahmerates basischer Nährkationen durch die Vegetation [ $eq\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ] (vgl. BMVBS 2013 Kap. 8.4.3.6), wenn  $Bc_{dep(n)} + Bc_{soil(w)} < Bc_{plant(ue)}$ , dann wird  $Bc_{plant(ue)} = Bc_{dep(n)} + Bc_{soil(w)}$  gesetzt

PS = Sickerwasserrates [ $m^3\ ha^{-1}\ a^{-1}$ ] (vgl. Kap. 10.2).

### 10.1.2 Datengrundlagen

Die potenzielle Kationenaustauschkapazität KAK und die Bodenrohddichte  $p$  sind der Datenbank für die Leitprofile zur BÜK 1000 (BGR 1998) ermittelt (Tabelle 10.1-1). Dabei wurden die horizontweisen Daten bis zur effektiven Durchwurzelungstiefe tiefenstufengewichtet gemittelt.

**Tabelle 10.1-1: Bodenspezifische Eingangsdaten zur Berechnung von  $N_{crit(nut)}$**

Legenden einheit BÜK 1000	Leitböden der Legendeneinheiten der BÜK 1000, Leitbodenprofil unterstrichen	pot. Kationenaustauschkapazität [ $meq\ kg^{-1}$ ]	Bodenrohddichte [ $g\ cm^{-3}$ ]	Wassergehalt im Bodenraum [ $m^3/m^3$ ]
1	<u>Podsol-Regosol</u>	35,1	1,57	0,04-0,18
3	<u>Kalk-Marsch</u>	97,2	1,57	0,19
4	<u>Kleimarsch</u>	120	1,64	0,12
5	<u>Kleimarsch</u>	120	1,64	0,12
6	<u>Niedermoor</u>	700	0,5	0,75-1
7	<u>Hochmoor</u>	700	0,5	0,6-0,8
8	<u>Auengley</u>	127	1,6	0,18-0,6
9	<u>Auenboden</u> , Gley-Tschernosem	127	1,62	0,18-0,6
10	<u>Auenregosol</u>	80,6	1,38	0,13-0,25
11	<u>Auengley-Auenbraunerde</u>	168	1,6	0,18
12	<u>Gley</u>	71	1,45	0,42

Legenden einheit BÜK 1000	Leitböden der Legendeneinheiten der BÜK 1000, Leitbodenprofil unterstrichen	pot. Kationen- austauschkapazität [meq kg <sup>-1</sup> ]	Bodenrohddichte [g cm <sup>-3</sup> ]	Wassergehalt im Bodenraum [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
13	<u>Kalk-Pararendzina</u>	92,8	1,63	0,23-0,39
14	<u>Parabraunerde</u>	98,7	1,55	0,21-0,22
15	<u>Gley-Parabraunerde</u>	94,3	1,79	0,2-0,35
16	Podsol-Braunerde, <u>Braunerde</u>	127	1,86	0,15-0,18
17	<u>Gley-Podsol</u>	47,3	1,6	0,09-0,27
18	<u>Parabraunerde</u>	140	1,4	0,2-0,28
19	<u>Parabraunerde</u>	124	1,86	0,16
20	<u>Parabraunerde-Tschernosem</u>	104	1,71	0,18
21	<u>Kalk-Parabraunerde</u>	106	1,4	0,13-0,26
22	<u>Pseudogley</u>	103	1,73	0,16-0,17
23	<u>Gley-Pseudogley</u>	114	1,64	0,14
24	<u>Pseudogley-Tschernosem</u>	122	1,4	0,22-0,26
25	Podsol-Fahlerde, <u>Podsol-Parabraunerde</u>	90,6	1,73	0,09-0,19
26	Bänder-Parabraunerde, <u>Fahlerde</u>	65,9	1,67	0,11-0,19
27	Pararendzina, <u>Bänder-Parabraunerde</u>	64	1,6	0,1-0,18
28	<u>Podsolierte Pseudogley-Braunerde</u>	70	1,55	0,12-0,26
29	<u>Braunerde-Pseudogley</u>	53,2	1,46	0,12
30	<u>Kalk-Braunerde, podsolig</u>	78,5	1,71	0,17-0,26
31	<u>Braunerde-Podsol</u>	22,9	1,8	0,02-0,09
32	<u>Braunerde</u>	47,7	1,41	0,04-0,15
33	<u>Eisenhumus-Podsol</u>	22,7	1,6	0,02-0,04
34	<u>Regosol</u> , Lockersyrosem	19,8	1,5	0,02-0,09
35	<u>Kalk-Pararendzina</u>	84,9	1,64	0,1-0,2
36	<u>Tschernosem</u>	134	1,4	0,21-0,23
37	<u>Braunerde-Kalktschernosem</u>	133	1,3	0,2-0,29
38	<u>Tschernosem</u> (unterhalb der Durchwurzelungstiefe <u>pseudovergleyt</u> )	111	1,65	0,24
39	<u>Tschernosem</u>	124	1,55	0,24-0,29
40	<u>Tschernosem-Parabraunerde</u>	118	1,67	0,23-0,29
41	Parabraunerde, <u>Parabraunerde-Tschernosem</u>	118	1,59	0,21
42	<u>Fahlerde</u>	125	1,5	0,21
43	<u>Parabraunerde-Pseudogley</u>	107	1,5	0,23-0,4
44	<u>Parabraunerde</u>	118	1,4	0,23-0,32
45	<u>Braunerde</u>	91	1,52	0,12-0,29
46	Fahlerde, <u>Bänder-Parabraunerde</u>	96,9	1,56	0,21-0,22
47	<u>Braunerde</u>	112	1,88	0,18-0,19
48	<u>Pseudogley</u>	121	1,72	0,32-0,4
49	<u>Kalk-Rendzina</u>	356	1,3	0,25
50	Terra fusca, <u>Braunerde-Terra fusca</u>	240	1,45	0,28
51	Pelosol-Braunerde, Pelosol-Pseudogley, <u>Braunerde-Pelosol</u>	311	1,5	0,12
52	<u>Braunerde</u>	113	1,71	0,16
53	<u>Braunerde</u>	97,5	1,76	0,11-0,17
54	<u>Braunerde</u>	121	1,74	0,18

Legenden einheit BÜK 1000	Leitböden der Legendeneinheiten der BÜK 1000, Leitbodenprofil unterstrichen	pot. Kationen- austauschkapazität [meq kg <sup>-1</sup> ]	Bodenrohddichte [g cm <sup>-3</sup> ]	Wassergehalt im Bodenraum [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
55	<u>Braunerde</u>	93,3	1,82	0,12
56	<u>Braunerde</u>	93,4	1,62	0,22-0,32
57	Podsol-Braunerde, <u>Podsolige Braunerde</u>	20,4	1,62	0,02-0,16
58	<u>Pseudogley-Braunerde</u>	144	1,7	0,32-0,35
59	<u>Braunerde</u>	93,2	1,93	0,16
60	<u>Podsol-Braunerde</u>	75,9	1,62	0,07
61	<u>Braunerde, z. T. podsolig</u>	62,8	1,66	0,03-0,12
62	<u>podsolige Braunerde</u>	45,3	1,52	0,06-0,08
63	<u>Braunerde-Podsol</u>	19,9	1,6	0,02-0,16
64	Podsol-Pseudogley, <u>Parabraunerde- Pseudogley</u>	71,4	1,53	0,13-0,38
65	Braunerde-Rendzina, <u>Parabraunerde</u>	139	1,8	0,18-0,36
66	Pseudogley, Rendzina, <u>Pseudogley- Pelosol</u>	344	1,6	0,42
68	Ranker, Pararendzina, Pseudogley, <u>Pseudogley-Pararendzina</u>	247	1,6	0,22
69	<u>Syrosem</u>	228	1,6	0,21
(8/13)	Gley	127	1,67	0,4
(9/13)	Kalk-Auengley-Vega	127	1,62	0,28
(11/13)	Kalk-Auengley-Auenbraunerde	168	1,87	0,42-0,58
(6/24)	Kalk-Niedermoor	168	1,87	0,42-0,58
(1/68)	Regosol/Lockersyrosem aus trockenen kalkhaltigen Sanden	270	1,57	0,18
(44/45)	Fahlerde	65,9	1,67	0,14

Der volumetrische Wassergehalt im Bodenraum [m<sup>3</sup> Wasser/m<sup>3</sup> Boden] bezieht sich auf den Bereich der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Durchwurzelungsraum bei einer Saugspannung von pF 0,5 bis 4,2. Die in Tabelle 10.1-1 angegebene Spanne für die anhydromorphen Bodenformen ergibt sich aus dem Wassergehalt am permanenten Welkepunkt bei pF=4,2 (vgl. AG Boden 2005: KA 5, S. 350). Die in Tabelle 10.1-1 angegebene Spanne für die hydromorphen Bodenformen ergibt sich aus dem Wassergehalt bei gesättigter Feldkapazität, d. h. bei pF 0,5-1,8. Torf-Horizonte wurden mit einem Wassergehalt von 0,97 belegt (AG Boden: KA 5, Tab. 68). Die Wassergehalte wurden den Horizonten der Leitboden-Profile der BÜK 1000 entsprechend KA 5, S. 350 (AG Boden 2005) zugeordnet und dann tiefenstufengewichtet gemittelt. Die Gesamttiefe, über die die Horizonte in die Mittelung einbezogen wurden, ergibt sich aus der Durchwurzelungstiefe in Abhängigkeit von der durchwurzelbaren Tiefe des Bodens und von der potenziellen Wurzellänge der charakteristischen Pflanzenarten im Vegetationstyp (s. Kapitel 9.1.2). Die Herleitung der Versickerungsrate wird in Kapitel 10.2 dokumentiert.

### 10.1.3 Beispiele

Für die Beispiel-Gesellschaft *Viola caninae-Corynephorum canescentis* werden in Tabelle 10.1-8 die Eingangsdaten und Ergebnisse der Berechnung von  $N_{crit(nut)}$  entsprechend Kapitel 10.1.1 dargestellt und mit den nach Arbeitsschritt 2 berechneten  $N_{crit(plant)}$  verglichen. Im Beispiel ist  $N_{crit(plant)}$  niedriger und bestimmt daher den in die CL-Berechnung eingestellten  $N_{crit}$ .

**Tabelle 10.1-8: Eingangsdaten und Ergebnis der Berechnung von  $[N]_{crit(nut)}$  und Vergleich mit  $[N]_{crit(plant)}$**

Eingangsdaten (Berechnung siehe auch Blatt 2-03)	Einheiten	sommerwarm-winterkühl sehr hohe Luftfeuchte Braunerde-Podsol Sande und mächtige Sand- Deckschichten Violo caninae- Corynephorretum canescentis WESTH. in WESTH. et al. 1946 (BÜK Klasse 31)	sommerwarm-winterkühl sehr hohe Luftfeuchte Regosol/ Lockersyrosem Sande und mächtige Sand- Deckschichten Violo caninae- Corynephorretum canescentis WESTH. in WESTH. et al. 1946 (BÜK Klasse 34)
$BC_{dep(n)}$	$[eq\ ha^{-1}\ a^{-1}]$	500	500
$BC_{soil(w)}$	$[eq\ ha^{-1}\ a^{-1}]$	185	175
$BC_{plant(ue)}$	$[eq\ ha^{-1}\ a^{-1}]$	0	0
PS	$[m^3\ ha^{-1}\ a^{-1}]$ ( $[mm\ a^{-1}]$ )	2336 (234)	2336 (234)
$\rho$	$[g\ cm^{-3}]$	1,8	1,5
$KAK_{pot}$	$[meq\ kg^{-1}]$	22,9	19,8
BS	[%]	20	20
$BCN_{crit}$	-	0,5	0,5
$\theta$	$[m^3\ m^{-3}]$	0,09	0,06
$N_{crit(nut)}$	$[kg\ m^{-3}]$ ( $[mg\ l^{-1}]$ )	0,0026 (2,6)	0,0028 (2,8)
$N_{crit(plant)}$	$[kg\ m^{-3}]$ ( $[mg\ l^{-1}]$ )	0,0015 (1,5)	0,0015 (1,5)
$Min\{N_{crit(plant)}, N_{crit(nut)}\}$	$[kg\ m^{-3}]$ ( $[mg\ l^{-1}]$ )	0,0015 (1,5)	0,0015 (1,5)

## 10.2 Versickerungsrate PS $[mm\ a^{-1}]$ und -anteil V [%]

Die Versickerungsrate (Sickerwasserrate)  $[mm\ a^{-1}]$ <sup>21</sup> ist der Teil des Niederschlages, der durch die durchwurzelte Bodenzone mehr oder weniger schnell hindurch sickert und das Grund- bzw. Stauwasser bildet. Vom Niederschlag werden daher die Verdunstungsrate und die Rate des oberflächlichen Abflusses abgezogen. Der Versickerungsanteil am Niederschlag [%] ergibt sich aus dem Quotienten von Versickerungsrate  $[mm\ a^{-1}]$  zu Niederschlagssumme  $[mm\ a^{-1}]$ .

Für die 1990 Standort-Vegetationstypen in BMVBS (2013) wurde die Sickerwasserrate nach der TUB-BGR-Methode<sup>22</sup> (WESSOLEK et al. 2004) unter Berücksichtigung der DWD-Daten 1981-2010 (DWD 2011a, b), der bodentypspezifischen Werte für die effektive Durchwurzelungstiefe, nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum, mittlerer Grundwassertiefstand (BÜK 1000), bodenartspezifischer kapillarer Aufstieg (AG BODEN 2005), der mittleren jährlichen Gesamtverdunstung durch die Vegetation nach BIERHALS, KIEMSTEDT und PANTELEIT (1984, zitiert nach LÖLF 1987) und für verschiedene Hauptbaumarten in Wäldern nach LÜTZKE et al. (1990) berechnet.

Die standorttypischen Ergebnisse sind im Blatt 5-04b (Stand 2014) enthalten.

<sup>21</sup> =  $[l\ m^{-2}\ a^{-1}]$ , wobei  $1\ [l\ m^{-2}\ a^{-1}] = 10\ [m^{-3}\ ha^{-1}\ a^{-1}]$ ; in Formeln kann die alternative Einheit  $[m^{-3}\ ha^{-1}\ a^{-1}]$  sinnvoll sein (normative Festlegung über das FGCL in Vorbereitung)

<sup>22</sup> erweitert um die Ermittlung des Oberflächenabflusses (nicht dargestellt)

Die statistische Auswertung der Ergebnisse ergab folgende Wertespanssen (Tabelle 10.2-1) in Abhängigkeit von den einflussstärksten Standortfaktoren.

**Tabelle 10.2-1: Zusammenfassung der Ergebnisse der Berechnung des Versickerungsanteils am Niederschlag in Abhängigkeit von der Jahresdurchschnittstemperatur, dem Vegetationstyp und dem Wasserhaushalt des Bodens**<sup>23</sup>

Wärmestufe	Klima-feuchte	Jahresmitteltemperatur Min (°C)	Jahresmitteltemperatur Max (°C)	Jahresniederschlag Min (mm/a)	Jahresniederschlag Max (mm/a)	Anteil der Versickerungsrate am Niederschlag (%)					
						anhydromorphe Bodenformen			hydromorphe Bodenformen		
						natürl. Offenland	halbnatürl. Grünland	Wald	natürl. Offenland	halbnatürl. Grünland	Wald
sommerkalt-winterkalt	sehr hohe Luftfeuchte	-4	5,1	1326	2710	5-35	2-22	9-28	13-27	25	12-26
sommerkühl-winterkalt	sehr hohe Luftfeuchte	3,1	8	1065	2309	4-30	3-46	8-32	11-29	16-28	9-28
sommerkühl-winterkalt	hohe Luftfeuchte	4,7	7,4	824	1160	3-35	2-54	7-36	14-32	18-34	10-30
sommerkühl-winterkalt	mittlere Luftfeuchte	5,5	7,4	662	854	8-29	16-35	8-30	24-30	24-30	13-22
sommerwarm-winterkühl	sehr hohe Luftfeuchte	8,5	11,1	745	1111	14-27	18-31	13-20	22-26	23-24	17-25
sommerwarm-winterkühl	hohe Luftfeuchte	6,8	11,1	745	1291	15-37	18-25	10-35	11-32	19-27	10-26
sommerwarm-winterkühl	mittlere Luftfeuchte	7,2	11,1	514	834	9-31	14-30	9-44	12-33	16-29	10-27
sommerwarm-winterkühl	geringe Luftfeuchte	8,1	10,7	380	578	9-28	17-29	8-46	17-32	19-30	12-31
sommerwarm-mäßig winterkühl	hohe Luftfeuchte	10,5	11,2	797	1007	18-27	12-38	9-23	23-26	21-26	15-26
sommerwarm-mäßig winterkühl	mittlere Luftfeuchte	10,1	11,8	614	864	10-27	18-33	12-17	25-27	21-27	15-26
sommerwarm-mäßig winterkühl	geringe Luftfeuchte	10,5	12	553	632	22-24	22-31	10-20	25-27	25-27	15-26

Innerhalb der in Tabelle 10.2-1 angegebenen Spannen des Versickerungsanteils wird der Wert für die Berechnung konkretisiert anhand Tabelle 10.2-2.

<sup>23</sup> Darstellung für Zwecke der Dokumentation; normative Festlegung über das FGCL im Vorbereitung

**Tabelle 10.2-2: Einflussfaktoren der Versickerung**

	hoch	mittel	niedrig
Hangneigung	gering	mittel	hoch
Solarstrahlungsenergie	gering	indifferent	hoch
Feldkapazität	niedrig	mittel	hoch
LAI (leaf area index)	niedrig	mittel	hoch
Vegetationszeitlänge	lang	mittel	kurz
Durchschnitts-Temperatur	niedrig	mittel	hoch

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung der BMVBS-Standorttypen getroffen:

1. Die Hangneigung ist hoch in den Klimaregionaltypen sommerkalt-winterkalt/sehr hohe Luftfeuchte, sommerkühl-winterkalt/sehr hohe Luftfeuchte, sommerkühl-winterkalt/hohe Luftfeuchte, sommerkühl-winterkalt/mittlere Luftfeuchte. Diese Klimaregionaltypen befinden sich in den Alpen sowie den Hoch- und Mittelgebirgen Deutschlands (vgl. BMVBS, S. 152ff). Die Klimaregionaltypen sommerwarm-winterkühl/hohe Luftfeuchte, sommerwarm-winterkühl/sehr hohe Luftfeuchte und sommerwarm-mäßig winterkühl/hohe Luftfeuchte charakterisieren untere montane bzw. colline Bereiche und werden daher mit einer mittleren Hangneigung eingeschätzt. Alle anderen Klimaregionaltypen sind mit geringer Hangneigung in die Berechnung eingegangen.

Falls sie nicht bereits anhand des Klimaregionaltyps der Hangneigungsstufe hoch zugeordnet sind, zählen alle Standort-Vegetationstypen der LRT 4060, 4070, 5110, 6230, 6432, 6520, 8110, 8120, 8150, 8210-8230, 9140, 9180, 9410-9430 hierzu

Falls sie nicht bereits anhand des Klimaregionaltyps der Hangneigungsstufe mittel zugeordnet sind, zählen alle Standort-Vegetationstypen der LRT 2120, 2130, 2140, 2150, 2160, 2170, 2180, 6110, 6212-6114, 8160 hierzu.

Alle anderen LRT werden der Hangneigungsstufe gering zugeordnet.

Hydromorphe Bodenformen liegen i.d.R. in Ebenen oder Mulden vor, wo ein Oberflächenabfluss nur dann stattfindet, wenn die Wasserspeicherkapazität aufgefüllt ist. So werden z.B. auch Hochmoore in Hangmulden im Gebirge mit einer Abflussrate belegt, denn sie geben überschüssiges Niederschlagswasser oberirdisch ab, d. h. sie „laufen über“. Der Versickerungsanteil ist dementsprechend relativ hoch, sofern der Boden durchlässig ist (s. Pkt 3).

2. Als typisch für Standorte mit hoher Strahlungsenergie an den Küsten bzw. an Südhängen im Binnenland zugeordnet werden die LRT 2120, 2130, 2150, 2160, 2170, 2310, 2330, 6110, 6120, 6212-6214, 6240, 8110, 8120, 8150, 8160, 8230, 9180 (Subtyp „trocken-warme Standorte“), 91G0, 91T0, 91U0.

Als typisch für Standorte mit verminderter Strahlungsenergie werden die LRT 8210, 8120, 9180 (Subtyp „feucht-kühle Standorte“) eingeordnet.

Alle anderen LRT sind hinsichtlich der Strahlungsenergie als indifferent einzuordnen.

3. Bodentypen mit einem hohen Sandanteil haben eine niedrige Feldkapazität. Bodentypen mit einem hohen Lehm-, Schluff- oder Tonanteil haben eine hohe Feldkapazität (vgl. AG Boden 2005: KA 5, S. 344).
4. Bäume weisen den höchsten Blattmasseanteil pro Flächeneinheit auf und somit eine hohe Verdunstungsrate, wobei immergrüne Nadelbäume unter anderem aufgrund des ganzjährigen Wasserbedarfs eine höhere Verdunstungsrate (durchschnittlich ca. 89% des Niederschlags) als Laubbäume (Buchen ca. 82% des Niederschlags) haben. Dementsprechend wurden die Wald-LRT (91..) eingestuft.

Spärliche Vegetation und somit einen geringen Blattmasseanteil pro Flächeneinheit wird den LRT 2130-2170, 2310-2330, 4030-4070, 6110, 6120, 6212-6214, 6230, 6240, 8110-8160, 8210-8230 unterstellt.

Alle anderen LRT werden mit einem mittleren LAI eingestuft.

5. Die Vegetationszeitlänge (mittlere Anzahl der Tage im Jahr mit  $>10^{\circ}\text{C}$  Tagesmitteltemperatur) ist kurz in den Klimaregionaltypen „sommerkalt-winterkalt/sehr hohe Luftfeuchte“, „sommerkühl-winterkalt/sehr hohe Luftfeuchte“, „sommerkühl-winterkalt/hohe Luftfeuchte“, „sommerkühl-winterkalt/mittlere Luftfeuchte“ (vgl. BMVBS 2013, S. 151). Die Klimaregionaltypen „sommerwarm-mäßig winterkühl/hohe Luftfeuchte“, sommerwarm-mäßig winterkühl/mittlere Luftfeuchte“ und sommerwarm-mäßig winterkühl/geringe Luftfeuchte sind durch eine lange Vegetationsperiode charakterisiert. Die hier nicht genannten Klimaregionaltypen weisen eine mittlere Ausprägung des Klimafaktors auf.
6. Ebenso wie die Vegetationszeitlänge ist die Durchschnittstemperatur in den Klimaregionaltypen „sommerkalt-winterkalt/sehr hohe Luftfeuchte“, „sommerkühl-winterkalt/sehr hohe Luftfeuchte“, „sommerkühl-winterkalt/hohe Luftfeuchte“, „sommerkühl-winterkalt/mittlere Luftfeuchte“ niedrig (vgl. BMVBS 2013, S. 151). Die Klimaregionaltypen „sommerwarm-mäßig winterkühl/hohe Luftfeuchte“, sommerwarm-mäßig winterkühl/mittlere Luftfeuchte“ und sommerwarm-mäßig winterkühl/geringe Luftfeuchte weisen eine relativ hohe Durchschnittstemperatur auf. Die hier nicht genannten Klimaregionaltypen weisen eine mittlere Ausprägung des Klimafaktors auf.

### 10.3 Tolerierbare N-Auswaschungsrate mit dem Sickerwasser ( $N_{le}$ )

Die Berechnung der akzeptablen Stickstoffauswaschungsrate mit dem Sickerwasser ins Grundwasser erfolgt durch Multiplikation der Sickerwasserrate mit der gesetzten Grenz-Konzentration von Stickstoff im Sickerwasser wie folgt:

$$N_{le} = PS \cdot N_{crit}$$

wobei:

$N_{le}$  = akzeptable Stickstoffauswaschungsrate mit dem Sickerwasser [ $\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

PS = Sickerwasserrate (s. Kapitel 10.2) [ $\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ]

$N_{crit}$  = kritische Konzentration in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit des jeweils betrachteten Schutzgutes [ $\text{kg N m}^{-3}$ ]

#### 10.4 Denitrifikationsrate ( $N_{de}$ )

Die Denitrifikation wurde für BMVBS (2013) nach folgendem Ansatz berechnet<sup>24</sup>:

$$N_{de} = \frac{f_{de}}{1 - f_{de}} N_{le}$$

$N_{de}$  = Denitrifikationsrate [ $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ]

$f_{de}$  = Denitrifikationsfaktor (Funktion der Bodentypen mit einem Wert zwischen 0 und 1)

$N_{le}$  = Stickstoff-Auswaschungsrate mit dem Sickerwasser [ $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ]

Die Ableitung der Denitrifikationsfaktoren  $f_{de}$  erfolgt entsprechend Manual (ICP Modeling & Mapping 2004-2010) für anhydromorphe Bodenformen mittels einer Matrix nach den Tonanteilen der einzelnen Horizonte (Blatt 3-01). Der Tongehalt wird hierbei als Summen-Indikator für die Parameter Bodenfeuchte, Humusgehalt und Basensättigung angesehen. Je höher der Tonanteil im Boden ist, desto wahrscheinlicher ist eine hohe Denitrifikationsrate.

Die Denitrifikation findet unabhängig von der Vegetation statt. Deshalb ist in diesem Fall nicht die tatsächlich pflanzenartspezifische Durchwurzelungstiefe der Bereich, wo Denitrifikation stattfindet, sondern der gesamte Bereich des Lockersubstrats über Festsubstrat bzw. über Grundwassertiefststand. Die Berechnung des mittleren Tonanteils erfolgt hier also über die Horizonte bis zur oberen Tiefe des obersten C- oder Gr-Horizontes. Anhand der Tongehalte, die in den BÜK-Leitbodenhorizonten angegeben sind, wurde nun ein  $f_{de}$ -Faktor je Horizont von 0,2 bis 0,7 durch Interpolation zugewiesen. Oxidierte Grund- oder Stauwasserhorizonte wurden grundsätzlich mit dem  $f_{de}$ -Faktor 0,8 belegt.

Anschließend wurden über alle durchwurzelbaren Horizonte die Horizont- $f_{de}$ -Faktoren tiefenstufengewichtet gemittelt.

Für hydromorphe Bodenformen wird entsprechend Manual (ICP Modeling & Mapping 2004-2010) der Denitrifikationsfaktor  $f_{de}$  anhand des Grundwasserstandes unter Flur („Dränagestatus“) bestimmt (Blatt 3-01).

#### 10.5 Immobilisierungsrate ( $N_i$ )

Den größten Einfluss auf die Immobilisierungsrate haben das C/N-Verhältnis (WALSE et al. 1998 und BELYAZID 2006) und die Temperatur (SCHACHTSCHABEL et al. 1998). Bodenfeuchte und pH-Wert haben dagegen nur einen modifizierenden Einfluss, wenn sie die jeweils optimale Spanne verlassen (ebenda), wovon bei der Ermittlung typischer CL nicht ausgegangen wird.

Für das FE-Projekt (BMVBS 2013) wurde die Immobilisierungsrate somit wie folgt ermittelt:

---

<sup>24</sup> Prüfung der CL-Formeln im FGCL in Vorbereitung (z.B. für hydromorphe Böden).

$$N_i = N_{i(t)} + N_{i(plant)}$$

wobei:

$N_{i(t)}$  = temperaturabhängige Immobilisierungsrate

$N_{i(plant)}$  = vegetationsabhängige Immobilisierungsrate

Zur Bestimmung der temperaturabhängigen Netto-Immobilisierungsrate wird in grober Abschätzung davon ausgegangen, dass in Mitteleuropa eine Spanne von  $1 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (bei  $> 8^\circ\text{C}$  Jahresdurchschnittstemperatur, vgl. Manual des ICP MODELLING & MAPPING 2004-2010) und  $5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (bei  $< 5^\circ\text{C}$  Jahresdurchschnittstemperatur, vgl. STUHRMANN 2000) angesetzt werden kann.

Hieraus ergeben sich folgende empirische Funktionen (s. Blatt 4-01):

$$N_{i(t)} = 6 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}, \text{ wenn } T \leq 3^\circ\text{C}$$

$$N_{i(t)} = 0,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}, \text{ wenn } T \geq 11^\circ\text{C}$$

$$N_{i(t)} = 0,0804 \cdot T^2 - 1,8589 \cdot T + 11,204 \text{ anderenfalls}$$

Zwischen den natürlichen und deshalb zulässigen Werten für ein bodentypabhängiges Maximum  $CN_{\max(\text{soil})}$ , und dem entsprechenden Minimum-C/N-Verhältnis  $CN_{\min(\text{soil})}$ , ist die Nettomenge an N, die immobilisiert wird, eine lineare Funktion des C/N-Verhältnisses, das durch die Vegetation selbst bestimmt wird ( $CN_{\text{crit}(plant)}$ ).  $CN_{\max(\text{soil})}$  und  $CN_{\min(\text{soil})}$  werden von K LAP et al. (1997) in Auswertung europaweiter Untersuchungen mit 20-40 bzw. 10-15 angegeben (s. Blatt 4-07).

$$N_{i(plant)} = f_i(N_{AV})$$

$$f_i = \frac{CN_{\text{crit}(plant)} - CN_{\min(\text{soil})}}{CN_{\max(\text{soil})} - CN_{\min(\text{soil})}} \quad \text{für} \quad CN_{\min(\text{soil})} < CN_{\text{crit}(plant)} < CN_{\max(\text{soil})}$$

$$f_i = 1 \quad \text{für} \quad CN_{\text{crit}(plant)} \geq CN_{\max(\text{soil})}$$

$$f_i = 0 \quad \text{für} \quad CN_{\text{crit}(plant)} \leq CN_{\min(\text{soil})}$$

wobei:

$N_{av}$  = verfügbarer Stickstoff ( $N_{av} = N_{dep} - N_{ue} - N_{i(t)}$ ) mit  $N_{dep} = CL(N)$  (s. u.)

$CN_{\min(\text{soil})}$  = niedrigstes akzeptables (bodenspezifisches) CN-Verhältnis

$CN_{\max(\text{soil})}$  = höchstes akzeptables (bodenspezifisches) CN-Verhältnis

$CN_{\text{crit}(plant)}$  = kritischer Schwellenwert für das CN-Verhältnis (vegetationsgesellschaftsspezifisch)

Setzt man für  $N_{dep}$  definitionsgemäß  $CL_{\text{nut}}N$  ein, ergibt sich:

$$N_{av} = N_{ue} + N_i + N_{de} + N_{le} - N_{ue} - N_{i(t)} = N_{de} + N_{le} + N_i - N_{i(t)} = N_{de} + N_{le} + N_{i(plant)}$$

$$\text{mit } N_{i(plant)} = f_i(N_{av}) = f_i(N_{de} + N_{le} + N_{i(plant)}).$$

Somit ergibt sich:

$$N_{i(\text{plant})} = \frac{f_i}{1 - f_i} (N_{de} + N_{le})$$

Hinweis: Die Formeln für  $N_{i(\text{plant})}$  und  $N_{de}$  ergeben jeweils einen mathematisch hergeleiteten Wert<sup>25</sup>. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Immobilisierung schneller vonstattengeht als die Denitrifikation und dass erst der Rest an Stickstoff, der nach Abzug der Immobilisierungs- und Denitrifikationsrate noch im Sickerwasser verbleibt, ausgewaschen wird. Ob dies immer in den Ökosystemen in dieser Reihenfolge so zutrifft, ist derzeit noch nicht verifizierbar. Jedoch ist die Summe aus  $N_{i(\text{plant})}$ ,  $N_{de}$  und  $N_{le}$  immer konstant, so dass die tatsächlichen Anteile von  $N_{i(\text{plant})}$ ,  $N_{de}$  und  $N_{le}$  an der daraus gebildeten Summe für die Bestimmung des  $CL_{nut}N$  keine Rolle spielen.

## 10.6 Depositionsrates basischer Kationen ( $Bc_{dep(n)}$ )

In die Berechnung des  $N_{crit(nut)}$  geht der natürliche Hintergrund-Eintrag von basischen Kationen aus der Atmosphäre ein. In Deutschland spielen Einträge aus Sahara-Sandstäuben keine Rolle. Hier sind es die Einträge aus Seesalz-Spray insbesondere der Nordsee, in geringerem Maße auch aus der Ostsee, die als natürliche Quellen signifikante Auswirkungen haben. Da der Seesalz-Eintrag eng mit der Entfernung der Klimaregionaltypen zum Atlantik bzw. zur Nordsee korreliert sind, lässt sich aus dem Depositions-Rasterdatensatz (BUILTJES et al. 2011) eine Zuordnung der mittleren Eintragsraten aus dem Seesalz-Spray zu den Klimaregionaltypen in einer groben Annäherung treffen (s. Blatt 2-05).

## 10.7 Aufnahmerate basischer Kationen ( $Bc_{plant(ue)}$ ) und Stickstoff ( $N_{ue}$ ) in die Vegetation

Für die Bestimmung der Entzugsrate von N und Bc wurde im FE-Projekt (BMVBS 2013) die minimale, den Bestand erhaltende Nutzungs- bzw. Pflegeintensität als Maßstab angesetzt. In Wäldern (LRT 91xx) wurde im Regelfall eine extensive Nutzung angenommen, d. h. eine Durchforstung zur Bestandsregulierung in Waldgesellschaften, die in Deutschland üblicherweise als Forsten angelegt wurden (Buchen-, Fichten-, Kiefern-, Eichenmischwälder). Ausnahmen hiervon bilden die Wald-LRT, für die im BfN-Handbuch für FFH-LRT (SSYMANCK et al. 1998) ausdrücklich ein Nutzungsverzicht empfohlen wird (LRT 9180, 91D0, \*91E0 teilweise, 91F0, 91G0, 9420).

Die meisten Grünlandstandorte in Mitteleuropa sind auf eine regelmäßige Pflege angewiesen, um langfristig stabil regenerierungsfähig zu bleiben. Diese Pflege muss immer auch mit Biomasseentzug verbunden sein. Einige Offenland-LRT unterliegen typischerweise keiner Nutzung durch den Menschen (SSYMANCK et al. 1998). Die Art und Weise sowie der daraus resultierende N-Entzug wird im Blatt 5-04 für die 1990 Standort-Vegetationstypen der in Deutschland vorkommenden LRT dokumentiert.

Die Entzugsrate von Stickstoff und basischen Kationen mit der Ernte von Biomasse ergibt sich aus dem Ertrag der zu erntenden Biomasse, multipliziert mit dem Stoffgehalt wie folgt:

---

<sup>25</sup> hier vereinfachte Annahme; Gegenstand der laufenden Abstimmung im BUND-LÄNDER FACHGESPRÄCH CRITICAL LOADS

$$X_{ue} = X_{Gehalt} \cdot E$$

mit

$X_{ue}$  = Entzugsrate des Stoffes X [ $\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$  bzw.  $\text{eq ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ ]

$X_{Gehalt}$  = Gehalt des Stoffes X in der Trockenmasse des Erntegutes [ $\text{kg t}^{-1}\text{TS}$  bzw.  $\text{eq t}^{-1}\text{TS}$ ]

E = Ertrag an Trockenmasse des Erntegutes [ $\text{t TS ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ].

Der Stickstoffentzug ( $N_{ue}$ ) und der Entzug basischer Kationen ( $Bc_{plant(ue)}$ ) für genutzte Wälder ergibt sich aus dem geschätzten Biomasseentzug durch den Jahreszuwachs an Derbholz und Rinde der Haupt- und Nebenbaumarten der aktuellen Bestockung am Standort im 100-jährigen Durchschnitt (Blatt 1-02), multipliziert mit den Durchschnittsgehalten an Nährelementen in Derbholz und Rinde (Blatt 1-04).

$N_{ue}$  und  $Bc_{plant(ue)}$  für extensiv genutzte Grünlandbiotope ergeben sich aus der Zuwachsrate oberirdischer Grünmasse im Jahr (Blatt 1-03) und den Stoff-Gehalten in der Erntemasse (Blatt 1-05). Dort wurde das 5er Perzentil der Stickstoffgehalte aus recherchierten Literaturwerten zur CL(N)-Berechnung angesetzt, um zu vermeiden, dass aktuell hohe N-Gehalte, die aufgrund langjähriger hoher N-Hintergrunddepositionen entstanden sind, auch in Zukunft zugrunde gelegt werden, wenn der N-Hintergrundeintrag zurückgehen wird. Die Bc-Gehalte wurden aus den N-Gehalten und dem Bc/N-Verhältnis gemäß Blatt 2-04 berechnet.

Je fruchtbarer der Standort ist, desto höher muss auch die bestandserhaltende Mindestnutzung bzw. Pflege sein. Die Spannenobergrenze  $E_{max}$  (s. Blätter 1-02 und 1-03) gibt also nicht den physiologisch maximal möglichen Trockenmasseertrag an, sondern den bestandserhaltenden Mindestbiomasseentzug auf den fruchtbarsten typischen Böden des jeweiligen Vegetationstyps bei günstigem Klima.

Die in den Blättern 1-02 und 1-03 ausgewiesenen vegetationstypspezifischen Ertrags-Spannen wurden unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Standortfaktoren, also anhand des Ertragspotenzials des Standorts, spezifiziert. Dazu ist zunächst die bestmögliche Abschätzung der Bodenfruchtbarkeit in Abhängigkeit von den Bodenarten der Horizonte notwendig (s. BMVBS 2013, S. 182ff). Verschiedene Bodeneigenschaften werden im Hinblick auf die Ertragsbildung jeweils als sehr ungünstig (Wert 1) bis sehr günstig (Wert 5) eingeschätzt. Diese Werte beziehen sich auf die Horizonte (hier aus der BÜK-1000-Datenbank). Zur Einstufung der Leitbodenprofile hinsichtlich ihres Ertragspotenzials werden in einem weiteren Bearbeitungsschritt die horizontbezogenen Angaben entsprechend der Mächtigkeit der Horizonte gewichtet und über das Profil bis zur effektiven Durchwurzelungstiefe gemittelt.

Die Differenz aus Minimum und Maximum der Erträge laut Ertragstafeln (Blätter 1-02 und 1-03) wird nun entsprechend dem standörtlichen Ertragspotenzial interpoliert.

Der Ertrag ergibt sich somit unter Berücksichtigung der vegetationsspezifischen Ertragsspannen und des standortspezifischen relativen Ertragspotenzials wie folgt:

$$E = E_{min} + ((E_{max} - E_{min})/4) \cdot (EP_{soil} - 1)$$

Die Ermittlung des Ertragspotenzials ist im BMVBS 2013, S.177-186 umfassend beschrieben. Das Ergebnis ist für die Legendeneinheiten der BÜK 1000 (BGR 1998 ff) im Blatt 1-01 dokumentiert.

## 10.8 Literatur

AG Boden - Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.), Hannover., 438 S.

BELYAZID, S. (2006): Dynamic modelling of biogeochemical processes in forest ecosystems. Doctoral Thesis. Lund Institut of Technology, Lund University, Sweden:19-24.

BGR (1998): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1 : 1 000 000 (BÜK 1000) von REINHARD HARTWICH, JÜRGEN BEHRENS, WOLF ECKELMANN, GÜNTER HAASE, ANDREAS RICHTER, GÜNTER ROESCHMANN, ROLF SCHMIDT, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Leitprofile, Hannover, 1998

BIERHALS, KIEMSTEDT, PANTELEIT (1984) (zitiert in Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen (1987) siehe dort)

BMVBS – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Endbericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, verfasst von BALLA, S., UHL, R., SCHLUTOW, A., LORENTZ, H., FÖRSTER, M., BECKER, C., SCHEUSCHNER, TH., KIEBEL, A., HERZOG, W., DÜRING, I., LÜTTMANN, J., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K.= Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft **1099**, BMVBS Abteilung Straßenbau, Bonn. 362 S.

BUILTJES, P., HENDRIKS, E., KOENEN, M., SCHAAP, M., BANZHAF, S., KERSCHBAUMER, A., GAUGER, T., NAGEL, H.-D., SCHEUSCHNER, T., SCHLUTOW, A. (2011): Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland (MAPESI – Modelling of Air Pollutants and Ecosystem Impacts). Abschlussbericht zum UFOPLAN-Vorhaben FKZ 3707 64 200. Utrecht, März 2011.

DWD - Deutscher Wetterdienst (2011a): Mittlere monatliche Niederschlagsmengen für die Monate Januar-Dezember aus dem Zeitraum 1981-2010. Rasterdatei.

DWD - Deutscher Wetterdienst (2011b): Mittlere Tagesmitteltemperatur der Referenzperiode 1981-2010 für Sommer und Winter. Rasterdatei.

ICP MODELLING & MAPPING (ED.) (2004-2010): Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads & levels. Print version German Federal Environmental Agency UBA-Texte 52/2004. Updated version 04/2010 online, [www.icpmapping.org](http://www.icpmapping.org).

KLAP, J.M.; DE VRIES, W.; ERISMAN, J.W.; VAN LEEUWEN, E.P. (1997): Relationships between forest condition and natural and anthropogenic stress factors on the European scale; pilot study. DLO Winard Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research, Report, 150 S.

- LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG  
NORDRHEIN-WESTFALEN (1987): Anleitung zur Erarbeitung des ökologischen Fachbeitrages,  
Recklinghausen, unveröffentlicht
- LÜTZKE, R., MÜLLER, J., KRUMNOW, C., KIRCHHOFF, K.-H. (1990): Wasserhaushalt von forst-  
lichen Bestockungen mit unterschiedlichen Baumarten auf Sandstandorten des ostdeutschen  
Tieflands. Forschungsbericht der Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Eberswalde
- SCHACHTSCHABEL, P., AUERSWALD, K., BRÜMMER, G., HARTKE, K.H., SCHWERTMANN, U. (1998):  
Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart., 494 s.
- SSYMANK, A., HAUKE, U., RÜCKRIEM, C., SCHRÖDER, E., MESSER, D. (1998): Das europäische  
Schutzgebietssystem NATURA 2000. BfN-Handbuch zur Umsetzung der Fauna- Flora-Habitat-  
Richtlinie (92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG). Schriftenreihe für Land-  
schaftspflege und Naturschutz, Heft 53, Bonn-Bad Godesberg.
- STUHRMANN, M. (2000): Verbleib eingetragenen Stickstoffs in Waldböden entlang eines klimati-  
schen Transektes durch Europa. In: Bayreuther Forum Ökologie, Band 79, 2000. 154 S.
- WALSE, C., BERG, B., SVERDRUP, H. (1998): Review and synthesis on experimental data on organic  
matter decomposition with respect to the effect of temperature, moisture and acidity. In: En-  
vironmental Review 6:25-40.
- WESSOLEK, G.; DUIJNISVELD, W. H. M.; TRINKS, S. (2004): Die Entwicklung eines neuen Verfahrens  
zur bundesweit einheitlichen Berechnung der Sickerwasserrate aus dem Boden im Rahmen des  
Projektes „Hydrologischer Atlas von Deutschland“ (HAD). In: Bund-Länder-Ausschuss Boden-  
forschung 2004): UAG Sickerwasserprognose der Ad-hoc-AG Hydrogeologie und der Ad-hoc-  
AG Boden Empfehlungen für die Charakterisierung und Parametrisierung des Transportpfades  
Boden-Grundwasser als Grundlage für die Sickerwasserprognose. Online im Internet. URL:  
[http://www.infogeo.de/ueberuns/hydrogeologie/publikationen\\_und\\_downloads/pdf\\_pool/Empfehlungen\\_Sickerwasserprognose\\_BLA-GEO.pdf](http://www.infogeo.de/ueberuns/hydrogeologie/publikationen_und_downloads/pdf_pool/Empfehlungen_Sickerwasserprognose_BLA-GEO.pdf).