



Das Lebensministerium

**Bewertung von Stickstoffdeposition in Waldökosystemen im Umfeld von  
15 sächsischen Tierhaltungsanlagen**

**Prüfung des Verfahrens nach Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für  
Immissionsschutz (LAI)**

Abschlussbericht



Claudia Neumann

21. Februar 2008

Freistaat  Sachsen



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	Hintergrund .....	1
1.2	Zielstellung .....	3
<b>2</b>	<b>MATERIAL, METHODEN UND UNTERSUCHUNGSGBIETE .....</b>	<b>4</b>
2.1	Verfahren zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen .....	4
2.2	Charakterisierung der Untersuchungsgebiete .....	14
2.3	Datengrundlage in Sachsen .....	23
2.4	Feld- und Laborarbeiten .....	27
2.4.1	Vegetationsaufnahmen .....	27
2.4.2	Bodenkundliche Untersuchungen .....	27
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>29</b>
3.1	Verfahrensanwendung .....	29
3.2	Verfahrensbewertung .....	35
3.2.1	Kriterien .....	35
3.2.2	Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme .....	42
3.2.3	Zuweisung der Schutzgutkategorie und Gefährdungsstufe .....	43
3.2.4	Beurteilungswerte .....	43
<b>4</b>	<b>SCHLUSSBETRACHTUNG.....</b>	<b>45</b>
	<b>QUELLENNACHWEIS.....</b>	<b>47</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>51</b>

**Abkürzungsverzeichnis**

BlmSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz (Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge)
BlmSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BMELF	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BML	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BNatSchG	Gesetz über Naturschutz und Landespflege
BZE	Bodenzustandserhebung
BR	Biosphärenreservat
FFH	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
FSK	Forstliche Standortkartierung
LAF	Sächsische Landesanstalt für Forsten
LAI	Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
LFP	Sächsisches Landesforstpräsidium
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
LSG	Landschaftsschutzgebiet
MMK	Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung
N	Stickstoff
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid (Lachgas)
nFK	nutzbare Feldkapazität
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
NSG	Naturschutzgebiet
o.J.	ohne Jahresangabe
RP	Regierungspräsidium
SächsNatSchG	Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz
SBS	Staatsbetrieb Sachsenforst
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SPA	special protected areas (Vogelschutzgebiete)

---

TA Luft	Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz ( Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)
TK 25	Topographische Karte im Maßstab 1: 25 000
TK L	Topographische Karte im Maßstab 1: 50 000
UBA	Umweltbundesamt
UN-ECE	United Nations Economic Commission for Europe
WIS	Waldinformationssystem
WSG	Wasserschutzgebiet

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 2.1:</b> Vorgehensweise zur Ermittlung eines ökosystemspezifischen Beurteilungswertes [verändert nach LAI 2005, S. 78] .....	7
<b>Abb. 2.2:</b> Gesamtdarstellung zur Prüfung des Schutzes der Vegetation vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch NH <sub>3</sub> -Immissionen bzw. N-Deposition im Rahmen von Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Anlagen gem. § 4 BImSchG / TA Luft (Neuerrichtung und Erweiterung) [verändert nach LAI 2005, S. 79] .....	13
<b>Abb. 2.3:</b> Übersicht der räumlichen Verteilung der bewerteten Tierhaltungsanlagen in Sachsen .....	14
<b>Abb. 3.1:</b> Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger und der nitrophilen Konkurrenzvegetation im Vergleich zu den C/N Verhältnissen in der organischen Auflage an 31 Beurteilungspunkten .....	41
<b>Abb. A. 1:</b> Untersuchungsraum Dittmannsdorf (1:15.000).....	52
<b>Abb. A. 2:</b> Untersuchungsraum Hermsgrün (1:15.000) .....	52
<b>Abb. A. 3:</b> Untersuchungsraum Herwigsdorf (1:15.000).....	53
<b>Abb. A. 4:</b> Untersuchungsraum Kleindrebnitz (1:15.000) .....	53
<b>Abb. A. 5:</b> Untersuchungsraum Kotten (1:15.000) .....	54
<b>Abb. A. 6:</b> Untersuchungsraum Merschwitz (1:15.000).....	54
<b>Abb. A. 7:</b> Untersuchungsraum Mönau (1:15.000).....	55
<b>Abb. A. 8:</b> Untersuchungsraum Neukirchen (1:15.000).....	55
<b>Abb. A. 9:</b> Untersuchungsraum Sadisdorf (1:15.000).....	56
<b>Abb. A. 10:</b> Untersuchungsraum Schlettau (1:15.000).....	56
<b>Abb. A. 11:</b> Untersuchungsraum Stangengrün (1:15.000) .....	57
<b>Abb. A. 12:</b> Untersuchungsraum Thierbach (1:15.000).....	57
<b>Abb. A. 13:</b> Untersuchungsraum Trünzig (1:15.000).....	58
<b>Abb. A. 14:</b> Untersuchungsraum Radeburg (1:20.000) .....	58
<b>Abb. A. 15:</b> Untersuchungsraum Mockrehna (1:30.000) .....	59

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 2.1:</b> Vergleich der Bodenverhältnisse Sachsens (Bodenfeuchte, Nährkraftstufe) mit den Gegebenheiten in den Untersuchungsgebieten.....	15
<b>Tab. 2.2:</b> Übersicht der flächenhaft verfügbaren Eingangsdaten zur Anwendung des LAI-Verfahrens in Sachsen.....	23
<b>Tab. 2.3:</b> Klasseneinteilung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach HÖLTING et al. (1995) [zitiert nach LFUG 2007d].....	26
<b>Tab. 3.1:</b> N-Depositionswerte (Zusatz-, Vor- und Gesamtbelastung) in den Untersuchungsgebieten.....	30
<b>Tab. 3.2:</b> Zuschlagsfaktoren und Beurteilungswerte für die untersuchten Beurteilungspunkte.....	33
<b>Tab. 3.3:</b> pH-Werte zur Ableitung der Gefährdungsstufe der Regulations- und Produktionsfunktion [LAI 2006, S. 37f].....	35
<b>Tab. 3.4:</b> Risiko durch Säurebelastung für mittlere und anspruchsvolle Pflanzengesellschaften [AK STANDORTSKARTIERUNG 1996].....	36
<b>Tab. 3.5:</b> Vorschlag für eine neue Einteilung der pH-Bereiche zur Ableitung der Gefährdungsstufe der Regulations- und Produktionsfunktion.....	37
<b>Tab. 3.6:</b> Definition der N-Zeigerwerte 5 bis 8 nach Ellenberg [ELLENBERG et al. 1992].....	38
<b>Tab. 3.7:</b> Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger zur Ermittlung der Gefährdungsstufe der Regulationsfunktion [LAI 2006, S. 37, Abs. 3ff].....	39
<b>Tab. 3.8:</b> Vorschlag für eine neue Einteilung der Deckungsgrade des Indikators „Stickstoff-Störzeiger“.....	39
<b>Tab. A. 1:</b> standortkundliche und waldbauliche Eckdaten zur Charakterisierung der stickstoffempfindlichen Ökosysteme.....	60
<b>Tab. A. 2:</b> Ergebnisse der Vegetationskartierungen.....	65
<b>Tab. A. 3:</b> Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen.....	71
<b>Tab. A. 4:</b> Empirische Critical Loads von Stickstoffdepositionen für Wälder und Forsten (G) Verlässlichkeit: ## verlässlich, # recht verlässlich, (#) Expertenmeinung [UN-ECE 2004, S. V-4].....	73
<b>Tab. A. 5:</b> Vorschlag zur Eingrenzung der Critical Loads Wertespanne auf Grundlage von Standortdaten [UN-ECE 2004, S. V-7].....	74





# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Seit den 60er Jahren wirken stark veränderte Stoffflüsse im Zusammenhang mit erhöhten Luftschadstoffkonzentrationen infolge menschlicher Tätigkeit auf den Landschaftshaushalt. Erhöhte Schwefel- und Stickstoffemissionen sind vor allem auf Bereiche der Industrie und Landwirtschaft, sowie auf ein erhöhtes Verkehrsaufkommen zurückzuführen. Während umfangreiche nationale und internationale Emissionsminderungsmaßnahmen zu einer drastischen Senkung der Schwefeleinträge geführt haben, bleiben Depositionen von oxidierten und reduzierten N-Verbindungen weiterhin auf hohem Niveau.

Stickstoff gilt mit 78 Vol.-% als das häufigste Element der Erdatmosphäre. Es liegt in einer Vielzahl reduzierter und oxidierter N-Verbindungen vor. In die Atmosphäre wird Stickstoff hauptsächlich in Form von Stickoxiden ( $N_2O$  und  $NO_x$ , als Summe von  $NO$  und  $NO_2$ ) und Ammoniak ( $NH_3$ ) eingetragen. Dabei entstehen  $NO_x$  vor allem in Kraft- und Fernheizwerken, bei Hochverbrennungsprozessen der Industrie, beim Hausbrand sowie im Straßen- und Schienenverkehr. Das Treibhausgas Distickstoffoxid ( $N_2O$ ) entsteht als Beiprodukt der chemischen Industrie sowie auf natürliche Weise bei bodenchemischen Prozessen der Nitrifikation und Denitrifikation, wo es aus der Bodenzone in die Atmosphäre entweicht. Beim Einsatz stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft werden im Durchschnitt 1,25 % in Form des klimarelevanten Lachgases freigesetzt [UBA 2002, S.19]. Als wichtigste Quelle für Ammoniak ( $NH_3$ ) gilt die Landwirtschaft. Intensive Viehhaltung und die damit verbundene Ausbringung wirtschaftseigener Dünger (Gülle, Jauche, Stallmist) sowie die Verwendung stickstoffhaltiger Mineraldünger sind zu über 90 % für die  $NH_3$ -Emissionen Deutschlands verantwortlich.

Stickstoff ist ein wichtiges Nährelement für Pflanzen. In natürlichen Ökosystemen galt es bis in die 60er Jahre des 20. Jahrhunderts aufgrund der knappen Vorräte im Boden häufig als wachstumsbegrenzender Faktor. Mit den zunehmenden Stickstoffemissionen aus Landwirtschaft und Industrie sowie infolge des wachsenden Verkehrsaufkommens änderte sich auch die N-Versorgung, mit Auswirkungen auf die gesamte Ernährungssituation, der Pflanzen. Das lebenswichtige Nährelement kann bei erhöhtem Angebot wachstumsfördernd wirken, in zu hohen Konzentrationen bzw. Depositionsraten aber auch Schädigungen an der Pflanze hervorrufen. Folgen der langfristig hohen Stickstoffeinträge in Ökosysteme sind unter anderem Veränderungen des Nährstoff- und Wasserhaushaltes. Direkte toxische Schäden an Pflanzen, wie Gewebeverätzungen oder die Schädigung der Wachsschicht von Nadeln und Blättern, können bei sehr hohen Konzentrationen an reduziertem Stickstoff (z.B. in der direkten Umgebung von Massentierhaltungsanlagen) auftreten [van der EERDEN et al. 1990; LAI

2005; HOFMANN et al. 1990]. Verschiebungen des Spross/ Wurzelverhältnisses zugunsten des Sprosses, Reduzierung der Feinwurzelmasse und des Mykorrhizabesatzes [KOTTKE 1995] sowie Veränderungen im Artenspektrum der Bodenvegetation [HOFMANN 1995] führen zu steigender Instabilität von Waldbeständen. Bei Waldbäumen wurde außerdem eine verringerte Frosthärte festgestellt [ULRICH 1995]. Erhöhte Stickstoffeinträge können überdies zu Bodenversauerung, Verarmung der Böden an wichtigen Pflanzennährstoffen oder Eutrophierung natürlicher Stickstoffmangelstandorte wie Heiden und Moore führen. Nach ELLENBERG (1990) zählen drei Viertel aller gefährdeten Pflanzenarten in Deutschland zu den Stickstoffmangelzeigern. Die gestiegenen Nitratkonzentrationen in Grund- und Oberflächenwässern gefährden zunehmend natürliche aquatische Ökosysteme und beeinträchtigen die Trinkwasserversorgung [BLOCK 1995]. Zersetzungen an Gebäudeoberflächen lassen die Stickstoffbelastung auch im urbanen Raum sichtbar werden.

Wegen der genannten Belastungen für Ökosysteme und Pflanzen durch erhöhte Stickstoffeinträge soll seit dem 01.10.2002 beim Bau und der Erweiterung landwirtschaftlicher Anlagen, die nach § 4 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) genehmigungspflichtig sind, neben der Ammoniakkonzentration erstmals auch die Stickstoff-Deposition berücksichtigt werden (TA Luft Nr. 4.8). Fehlende Konventionen zur einheitlichen Vorgehensweise bei der Ermittlung der Vorbelastung sowie der Bewertung der Stickstoffdeposition führen jedoch zu erheblichen Unsicherheiten bei der Umsetzung dieser Forderungen. Eine einzelfallbezogene Vorgehensweise mit zum Teil aufwendigen Gutachten notwendig.

Deshalb drang der Unterausschuss „Wirkungsfragen“ des Bund/Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) bei der 26. Sitzung in Ettlingen am 13./14.03.2002 auf eine Erarbeitung einer bundesweit einheitlichen Vorgehensweise. Drei Monate später konstituierte sich ein Expertenkreis mit der Aufgabe, eine TA Luft konforme, standardisierte Methodik zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen zu entwickeln, mit dem Ziel, eine Vereinfachung der Zulassungsverfahren sowie eine größere Rechtssicherheit bei der Genehmigung von Anlagen zu erreichen [LAI 2005].

Am 08.11.05 legte der Arbeitskreis bereits den 6. Entwurf bei dem zweiten Fachgespräch zur Abarbeitung der noch nicht zum Abschluss gebrachten LAI-Aufträge am 21./22.11.05 in Würzburg vor. Die aktuelle Fassung des Verfahrens stammt vom 13.09.06.

Seit 2006 befindet sich das Verfahren in der Erprobungsphase. In Zusammenarbeit mit dem Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS) und der TU Dresden wurde es im Rahmen einer Diplomarbeit [Neumann 2007] erstmals an sächsischen Waldstandorten im Umfeld zweier Geflügelanlagen (Radeburg, Mockrehna) getestet und auf Anwendbarkeit überprüft.

## 1.2 Zielstellung

Im diesem Projekt sollte, aufbauend auf den Ergebnissen der Diplomarbeit, die vom Arbeitskreis der LAI entwickelte Konvention zur „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ an Waldstandorten im Umfeld von 13 weiteren Tierhaltungsanlagen angewendet werden. Bei 12 dieser Anlagen handelte es sich um laufende Betriebe aus ehemaligen Genehmigungsfällen. Nur eine Tierhaltungsanlage stellt einen aktuellen Genehmigungsfall dar.

Wie sich bereits durch die oben erwähnte Diplomarbeit abzeichnete, sind Modifizierungen des derzeitigen Verfahrens bei Waldstandorten nötig. Ziel des Projektes war deshalb die weiterführende Evaluierung der Methodik sowie die Erarbeitung von fundierten Verbesserungsvorschlägen auf der Basis einer breiteren Datengrundlage, als sie bisher durch die zwei in der Diplomarbeit untersuchten Stallanlagen gegeben war.

Der Schwerpunkt der Arbeit lag bei der Evaluierung des zweiten Teils des Verfahrens. Hier erfolgt mit Hilfe geeigneter Indikatoren die Ableitung von Erheblichkeitsschwellen (Beurteilungswerte) zur „Bewertung der Stickstoffeinträge“.

Zum Einen sollte der Ablauf bei der Ermittlung der Erheblichkeitsschwellen geprüft, zum Anderen die Beurteilungswerte und die verwendeten Indikatoren zur Abschätzung der Stickstoffverträglichkeit von Ökosystemen bewertet werden. Gemäß dem Arbeitskreis der LAI soll das Verfahren aufgrund seiner standardisierten Vorgaben eine deutlich vereinfachte und zügige Bearbeitung von Genehmigungsanträgen ermöglichen, ohne dass zusätzliche Informationen seitens der Ministerien und Landesämter zur Verfügung gestellt werden müssen [LAI 2005]. Zentraler Punkt bei der Bewertung der Indikatoren ist somit die Frage, wie einfach (d.h. ohne zusätzliches Expertenwissen) und schnell (benötigter Zeitaufwand) sind die geforderten Parameter durch die zuständigen Genehmigungsbehörden zu ermitteln.

## 2 Material, Methoden und Untersuchungsgebiete

### 2.1 Verfahren zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen

Die folgenden Ausführungen beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Abschlussbericht des Arbeitskreises „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ [LAI 2006], im Besonderen auf die Kapitel 6 und 7.

Mit diesem Verfahren legt die LAI eine standardisierte Methode zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen im Zuge von Genehmigungsverfahren für Massentierhaltungsanlagen gemäß § 4 BImSchG, 4. BImSchV und TA Luft vor. Kerngedanke des Verfahrens ist die Ermittlung eines Grenzwertes (Beurteilungswertes) für die Stickstoffdeposition je Ökosystem, unterhalb dessen keine erheblichen Schäden im Sinne der TA Luft zu erwarten sind (vgl. Abb. 2.1). Das Verfahren basiert auf dem Konzept der Critical Loads. Diese legen die Obergrenze für Stoffeinträge fest, unterhalb derer nach heutigem Stand der Wissenschaft langfristig keine Beeinträchtigungen für Ökosysteme zu erwarten sind. Da die aktuellen Stickstoffeinträge in Deutschland die Critical Loads für empfindliche Ökosysteme großflächig überschreiten [UBA 2004, S. 27], ist die alleinige Verwendung der Critical Loads als Beurteilungswert zurzeit nicht praktikabel. Außerdem geben die Critical Loads Belastungsmengen an, unterhalb derer keine langfristigen Schäden zu erwarten sind. Ziel der TA Luft ist lediglich die Vermeidung erheblicher Schäden an Pflanzen und Ökosystemen durch Stickstoffeinträge aus genehmigungspflichtigen Tierhaltungsanlagen. Daher zielt das Verfahren auf einen stärker differenzierten Beurteilungswert ab. Dabei wird jedem stickstoffempfindlichen Ökosystem im Betrachtungsraum der Anlage eine Funktion (Lebensraum-, Regulations- und Produktionsfunktion) zugewiesen. Je nach Gefährdung („hoch“, „mittel“, „gering“) der Funktion durch die Stickstoffeinträge ergibt sich für jedes Ökosystem ein Zuschlagsfaktor zwischen eins und drei. Dieser, multipliziert mit dem Empirischen Critical Load der entsprechenden Ökosystemklasse, ergibt den Beurteilungswert. Dementsprechend kann der maximal tolerierbare Gesamteintrag von Stickstoff für Waldökosysteme zwischen 10 und 60 kg/(ha\*a) betragen.

Im Folgenden werden die einzelnen Verfahrensschritte vorgestellt. Der Focus liegt dabei auf dem Verfahrensschritt 6 „Ermittlung des Beurteilungswertes“, welcher das Kernstück des Verfahrens und Hauptuntersuchungsgegenstand des Projektes ist.

**Verfahrensschritte:****1) Ausweisung empfindlicher Pflanzen und Ökosysteme im Betrachtungsraum**

Zunächst muss der Betrachtungsraum für die zu bewertende Anlage gemäß 4.6.2.5 TA Luft abgegrenzt werden. Dies geschieht in der Regel unter Verwendung eines Radius von 1 km um den Emissionsschwerpunkt. Danach wird das Untersuchungsgebiet auf stickstoffempfindliche Pflanzen und Ökosysteme untersucht. Grundsätzlich werden Einzelpflanzen bestimmten Ökosystemen zugeordnet. Das Verfahren kann aber im Sonderfall auch auf andere Strukturen angewendet werden. Die Bewertung singulärer Pflanzen (z.B. Einzelbäume) ist jedoch nicht Gegenstand dieser Methode. In Anlehnung an die Waldschadensinventur schlägt der Arbeitskreis vor, nur Ökosysteme mit einer Mindestgröße von 0,1 ha näher zu betrachten. Für die Ausweisung der Empfindlichkeit gibt die LAI zwei Informationsquellen an:

**a) Die internationale Liste stickstoffempfindlicher Ökosysteme**

Sie enthält alle im UN-ECE Handbuch zur „Modellierung und Kartierung von Critical Loads & Levels“ aufgelisteten Ökosystemklassen, für welche die Empirischen Critical Loads für Eutrophierung beschrieben sind.

**b) Die nationale Liste stickstoffempfindlicher Ökosysteme**

Mehrere Bundesländer haben das Vorkommen und den Zustand gefährdeter Biotope in ihrer Region kartiert und zu „Roten Listen“ zusammengefasst.

In einen zweiten Schritt wird für jedes ausgewiesene Ökosystem ein Beurteilungspunkt festgelegt. Dieser ist der Punkt mit der mutmaßlich höchsten Gesamtbelastung.

**2) Abschneidekriterium**

Das Verfahren wurde für „große“ Anlagen, welche einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung nach 4. BImSchV bedürfen, entwickelt. Um zu verhindern, dass kleine Anlagen unnötig geprüft werden, schlägt der Arbeitskreis weiterhin eine „Bagatellregelung“ für alle empfindlichen Ökosysteme im Untersuchungsgebiet zu Beginn des Verfahrens vor. Wenn die Zusatzbelastung der gesamten Anlage am Beurteilungspunkt den Grenzwert von  $4 \text{ kg N}/(\text{ha} \cdot \text{a})$  unterschreitet, ist keine weitere Betrachtung der Stickstoffdeposition nötig. Anderenfalls sind die nachfolgenden Verfahrensschritte durchzuführen.

**3) Quantifizierung der Empfindlichkeit (Zuweisung der Critical Loads)**

Die von der UN-ECE Luftreinhaltkonvention ermittelte Liste weist jeder Ökosystemklasse eine Spannweite kritischer Belastungen zu. Mittels abiotischer Standortfaktoren kann diese näher eingegrenzt werden. Zur Vereinfachung des Verfahrens schlägt der Arbeitskreis vor, den Mittelwert dieser Spanne zu nutzen.

#### **4) Ermittlung der Vorbelastung**

Zur Vereinfachung des Vollzugs, und damit zur Vermeidung kosten- und zeitintensiver Messungen, wird die Vorbelastung aus dem hochauflösenden nationalen Datensatz des Umweltbundesamtes zur Stickstoff-Gesamtdeposition berechnet<sup>1</sup>. Benachbarte, bereits vorhandene Anlagen müssen nur dann extra berücksichtigt werden, wenn in den Jahren nach der Erstellung des Datensatzes gravierende Veränderungen mit Auswirkungen auf die Stickstoffeinträge vorgenommen wurden.

#### **5) Ermittlung der Zusatzbelastung**

Die Zusatzbelastung kann mittels eines einfachen Screening- Verfahrens<sup>2</sup> oder auf der Grundlage von Ausbreitungsrechnungen (z.B. AUSTAL2000, das Referenzmodell der TA Luft) abgeschätzt werden.

#### **6) Ermittlung des Beurteilungswertes**

Die Ableitung des ökosystemspezifischen Beurteilungswertes ist, wie eingangs erwähnt, Kern des Verfahrens. Dabei wird jedes empfindliche Ökosystem je nach Funktion einer Schutzgatkategorie und einer Gefährdungsstufe zugeordnet. Daraus lässt sich der Zuschlagsfaktor ableiten, mit welchem die Critical Load multipliziert wird. Abb. 2.1 stellt diesen Verfahrensteil schematisch dar.

Die Zuordnung der jeweiligen Schutzgatkategorie und Gefährdungsstufe erfolgt konsekutiv. Das heißt, es wird zunächst geprüft, ob das Ökosystem die Bedingungen der höchsten Schutzgatkategorie (also niedrigster Zuschlagsfaktor) „Gebiete zum Schutz der Natur“ erfüllt bzw. die Lebensraumfunktion im Vordergrund steht, und in welchem Zustand es sich befindet. Ist dies nicht der Fall wird die Regulationsfunktion geprüft. Bei niedriger Gefährdung derselben wird für forstlich genutzte Ökosysteme die Produktionsfunktion zur Bewertung herangezogen.

---

<sup>1</sup> Gemäß TA Luft 4.6.3.1 dürfen Immissionsmessungen oder vergleichbare Feststellungen über die Immissionsvorbelastung nur herangezogen werden, wenn sie nicht länger als 5 Jahre zurückliegen

<sup>2</sup> Weiterführende Informationen dazu liefert der LAI-Abschlussbericht [LAI 2005, S.29ff]

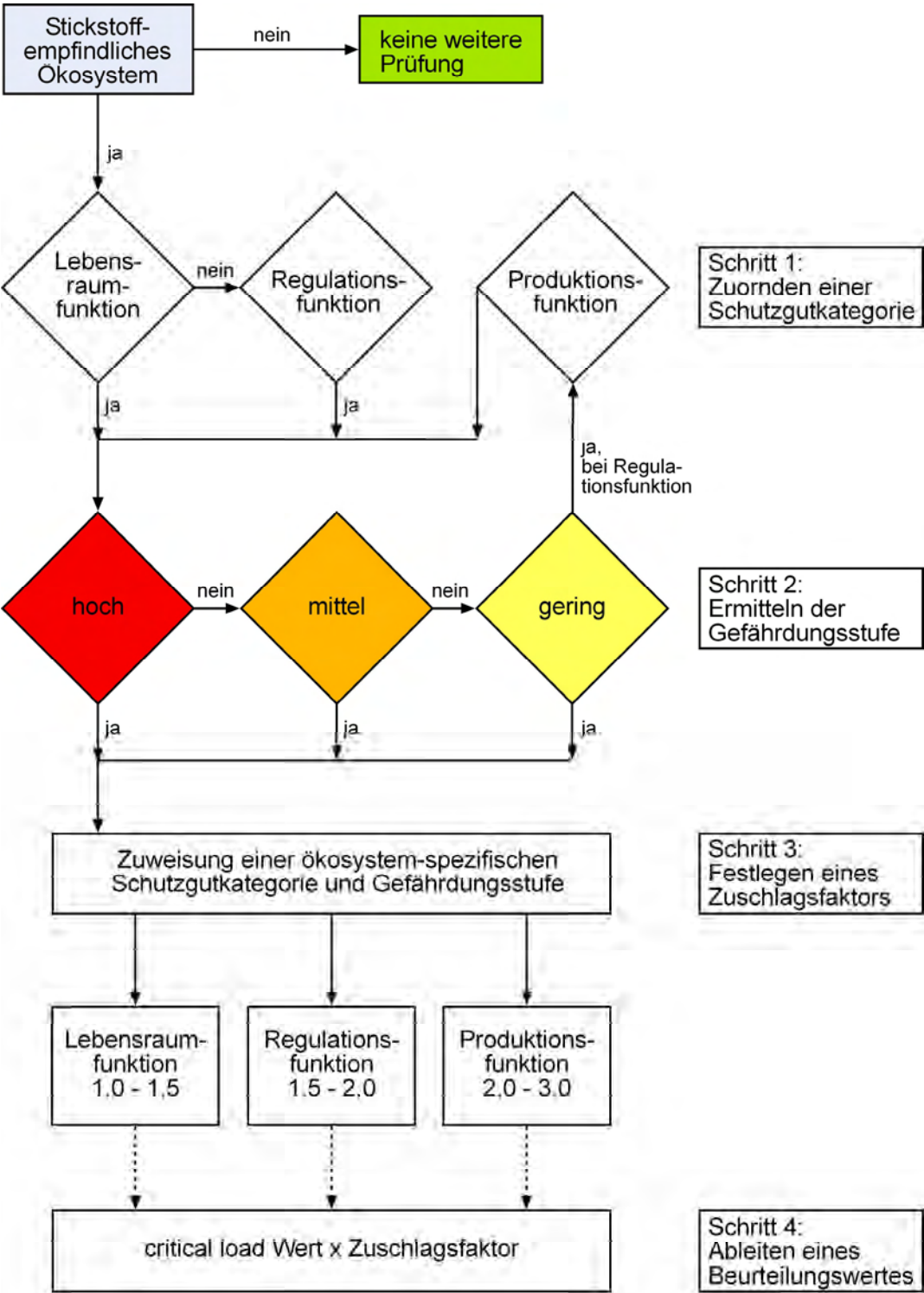


Abb. 2.1: Vorgehensweise zur Ermittlung eines ökosystemspezifischen Beurteilungswertes [verändert nach LAI 2005, S. 78]

### **Schutzgutkategorie „Gebiete zum Schutz der Natur“ (= Lebensraumfunktion)**

Diese Kategorie ist Ökosystemen zuzuweisen, die speziell dem Schutz und der Erhaltung von Flora und Fauna dienen. Hierzu gehören insbesondere stickstoffempfindliche FFH- und Naturschutzgebiete (§ 23 BNatSchG), Kernzonen von Biosphärenreservaten (§ 25 BNatSchG), Nationalparke (§ 24 BNatSchG), gesetzlich geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG) und Naturdenkmale (§ 28 BNatSchG). Zur Klassifizierung der Gefährdungslage der Lebensraumfunktion werden die Indikatoren Seltenheit, Verinselung, Langzeittrend, Größe und Qualität der Bestände herangezogen. Die Einschätzung der Gefährdung und die Zuweisung des Zuschlagsfaktors geschehen wie folgt. Dabei müssen die Ökosysteme mindestens eines der folgenden Kriterien der entsprechenden Gefährdungsstufe erfüllen:

*stark gefährdet (Gefährdungsstufe „hoch“):* *Zuschlagsfaktor 1,0*

- Ökosysteme, die Teil des Natura 2000 Netzes sind und Lebensräume nach Anhang I und Arten nach Anhang II der FFH Richtlinie aufweisen, die sehr empfindlich gegenüber Eutrophierung reagieren.
- Ökosysteme, deren Bestände durch lang anhaltenden starken Rückgang auf kritische Restbestände zusammengeschrumpft sind.
- Ökosysteme, deren Qualität annähernd im gesamten Verbreitungsgebiet so stark negativ verändert wurde, dass Bestände mit typischer Ausprägung kurzfristig von vollständiger Vernichtung bedroht sind.
- Ökosysteme, die seit jeher nur in Einzelvorkommen oder wenigen, isolierten und kleinen Beständen auftreten, die nun aufgrund der absehbaren Gesamtbelastung ernsthaft bedroht sind und die weiteren Risikofaktoren unterliegen.

*gefährdet (Gefährdungsstufe „mittel“):* *Zuschlagsfaktor 1,2*

- Ökosysteme, die heute selten sind und nahezu im gesamten Verbreitungsgebiet signifikant zurückgehen.
- Ökosysteme mit kleinen Beständen, die aufgrund gegebener und konkreter, absehbarer Eingriffe aktuell bedroht sind und weiteren Risikofaktoren unterliegen.
- Ökosysteme, deren Qualität so stark negativ verändert wurde, dass annähernd im gesamten Betrachtungsraum ein Rückgang der Bestände mit typischer Ausprägung feststellbar ist oder diese in mehreren Teilräumen bereits weitgehend vernichtet sind.

*schwach gefährdet (Gefährdungsstufe „niedrig“):* *Zuschlagsfaktor 1,5*

- Ökosysteme, die mäßig häufig bis häufig, aber durch laufende Entwicklungen bedroht sind.
- Ökosysteme, die regional bzw. vielerorts lokal in den früher von ihnen besiedelten Gebieten bereits selten geworden oder verschwunden sind.



- Ökosysteme, deren Qualität so stark negativ verändert wurde, dass in weiten Bereichen des Gebietes ein Rückgang der Bestände mit typischer Ausprägung feststellbar ist oder diese vielerorts lokal bereits ausgelöscht sind.

### **Schutzgutkategorie „Böden und Gewässer“ (= Regulationsfunktion)**

Fällt ein Ökosystem nicht in die Schutzgutkategorie „Gebiete zum Schutz der Natur“, dann wird die Regulationsfunktion geprüft. Die Leistung des Ökosystems als Schadstofffilter wird über die Indikatoren Stickstoffbindungspotential, Säurestatus, Biomasseproduktion und –export, Versickerungsrate sowie Aquiferabstand eingeschätzt und wie unten angegeben klassifiziert. Ein Kriterium muss mindestens erfüllt sein<sup>3</sup>.

*stark gefährdet (Gefährdungsstufe „hoch“):* *Zuschlagsfaktor 1,5*

- Deckung von Stickstoff-Störzeigern in der Vegetation > 75 %
- schwach wüchsige Bestände der III Ertragsklasse oder niedriger bzw. entsprechender Biomasseexport durch Nutzung im Durchschnitt der kommenden Jahre
- Boden pH-Wert < 4,2
- leicht durchlässige Sand- und Sandlössböden mit hohem Grobporenanteil
- kurze Fließstrecke des Bodensickerwassers bis zum Eintritt in den Grundwasserleiter oder Austritt in ein Oberflächengewässer

*gefährdet (Gefährdungsstufe „mittel“):* *Zuschlagsfaktor 1,7*

- Deckung der Stickstoff-Störzeiger in der Vegetation ca. 50 %
- mäßig wüchsige Waldbestände der II Ertragsklasse bzw. entsprechender Biomasseexport durch Nutzung im Durchschnitt der kommenden Jahre
- Boden pH-Wert zwischen 4,2 und 7
- locker gelagerte Lehmböden mit einem mittleren Grobporenanteil
- mittlere Fließstrecke des Bodensickerwassers bis zum Eintritt in den Grundwasserleiter oder Austritt in ein Oberflächengewässer

*schwach gefährdet (Gefährdungsstufe „niedrig“):* *Zuschlagsfaktor 2,0*

- Deckung der Stickstoff-Störzeiger in der Vegetation < 10 %
- schnellwüchsige Waldbestände, wie Pappeln oder Bestände der I Ertragsklasse bis zum Zeitpunkt an dem der laufende Zuwachs kulminiert bzw. hoher Biomasseexport durch Nutzung im Durchschnitt der kommenden Jahre
- Boden pH-Wert > 7
- dicht gelagerte Lehm- oder Tonböden mit einem niedrigen Grobporenanteil
- lange Fließstrecke des Bodensickerwassers bis zum Eintritt in den Grundwasserleiter oder Austritt in ein Oberflächengewässer

---

<sup>3</sup> Erläuterungen zu den einzelnen Kriterien befinden sich auf Seite 11

**Schutzgutkategorie „Forstwirtschaft“ (= Produktionsfunktion)**

Die Risikobewertung bei forstlicher Nutzung orientiert sich an Bodeneigenschaften (Säurestatus, verfügbarer Bodenwasserhaushalt), sowie Windwurf- und Verjüngungsgefährdung. Ein Kriterium muss mindestens erfüllt sein.<sup>4</sup>

*stark gefährdet (Gefährdungsstufe „hoch“):* *Zuschlagsfaktor 2,0*

- Boden pH-Wert < 4,2
- sehr geringer Bodenwassergehalt bzw. flachgründige trockene Sandböden sowie Tonböden
- windexponierte Hang- und Kuppenlagen
- verjüngungsfähige Waldbestände älter 80 Jahre mit stark aufgelockerter Kronenschicht
- nitrophile Konkurrenzvegetation in der Kraut- und Strauchschicht auf mehr als einem Drittel der Fläche

*gefährdet (Gefährdungsstufe „mittel“):* *Zuschlagsfaktor 2,5*

- Boden pH-Wert zwischen 4,2 und 7
- mittlerer Bodenwassergehalt bzw. mittelgründige Böden ausgewogener Texturmischung
- mittelalte Waldbestände im Stangenholz- oder Baumholzalter zwischen 20 und 80 Jahren mit lockerer bis geschlossener Kronenschicht
- nitrophile Konkurrenzvegetation in der Kraut- und Strauchschicht auf weniger als einem Drittel der Fläche

*schwach gefährdet (Gefährdungsstufe „niedrig“):* *Zuschlagsfaktor 3,0*

- Boden pH-Wert > 7
- hoher Bodenwassergehalt bzw. tiefgründige Lehm- oder Lössböden
- windgeschützte Tal- oder Muldenlagen
- aufwachsende Waldbestände im Jungwuchs- oder Dickungsalter <20 Jahre
- fehlende nitrophile Konkurrenzvegetation in der Kraut- und Strauchschicht

---

<sup>4</sup> Erläuterungen zu den einzelnen Kriterien befinden sich auf Seite 11

Erläuterungen zu den Kriterien der Schutzgutkategorien „Böden und Gewässer“ und „Forstwirtschaft“:

*Stickstoff-Störzeiger* sind Pflanzen, die sich durch einen hohen Stickstoffbedarf auszeichnen (Zeigerwerte für Stickstoff nach Ellenberg größer oder gleich 7) und atypisch für den Standort sind. Hierzu zählen unter anderem *Rubus idaeus*, *Sambucus nigra*, *Urtica dioica*.

Als *nitrophile Konkurrenzvegetation* werden Pflanzen mit hohem Stickstoffbedarf (s.o.) bezeichnet, wenn sie die ordnungsgemäße Forstwirtschaft, insbesondere die natürliche Verjüngung des Waldes oder junge Forstkulturen gefährden, wie z.B. *Calamagrostis* spp., *Deschampsia flexuosa*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus*.

Der *pH-Wert* ist in wässriger Suspension zu bestimmen aus einer Bodenprobe, die als Mischprobe in 30 cm Bodentiefe zu entnehmen ist.

Der *Bodenwassergehalt* wird über den pflanzenverfügbaren Wassergehalt für 1 m Profiltiefe angegeben mit:

- sehr gering bei < 60 mm,
- mittel bei 60 bis 180 mm,
- hoch bei > 180 mm.

Die *Gründigkeit* der Böden wird wie folgt klassifiziert:

- flachgründig, wenn die Mächtigkeit des Lockermaterials maximal 30 cm,
- mittelgründig, wenn die Mächtigkeit des Lockermaterials maximal 60 cm,
- tiefgründig, wenn die Mächtigkeit des Lockermaterials mehr als 60 cm beträgt.

Die *Fließstrecke des Bodenwassers* wird eingeschätzt als:

- kurz, wenn weniger als ein Jahr,
- mittel, wenn zwischen 1 und 10 Jahre,
- lang, wenn mindestens 10 Jahre bis zum Eintritt in das Aquifer vergehen.

### **7) Vergleich des Stickstoffeintrags mit dem Beurteilungswert**

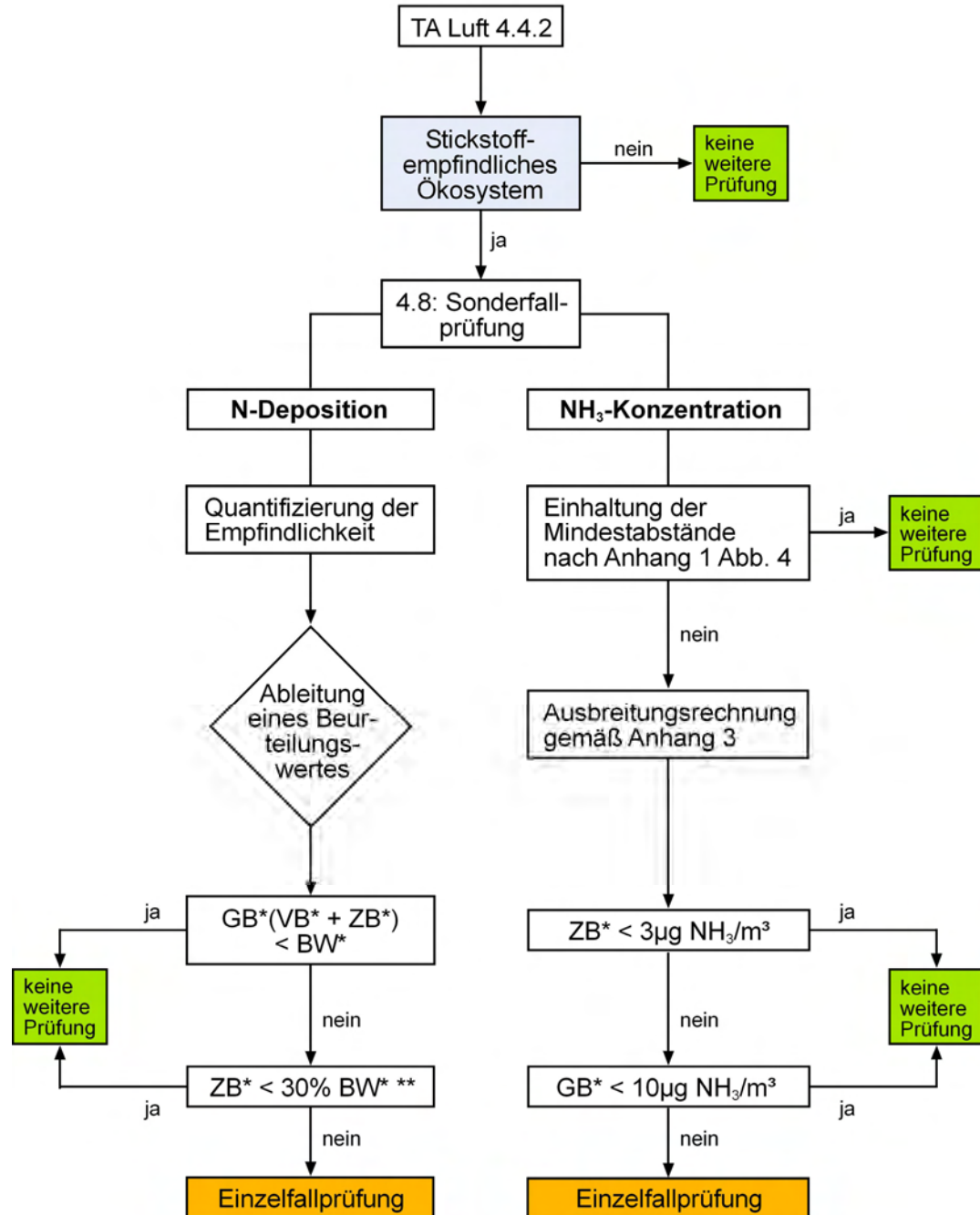
Ist die atmosphärische Stickstoff-Gesamtbelastung (Vorbelastung gemäß UBA Daten + Zusatzbelastung) kleiner als der Beurteilungswert (Critical Load \* Zuschlagsfaktor), so ist nicht mit erheblichen Nachteilen für stickstoffempfindliche Pflanzen und Ökosysteme zu rechnen. Die Anlage kann ohne weitere Prüfung genehmigt werden. Anderenfalls muss die Genehmigungsfähigkeit aufgrund einer 30 % - Regelung oder durch eine Einzelfallprüfung geprüft werden.

### **8) 30 %- Regelung**

Der Arbeitskreis schlug eine weitere Regelung vor, um der TA Luft Nummer 4.8 Rechnung zu tragen, die vorgibt, dass die Anlagenprüfung unter Berücksichtigung der Belastungsstruktur zu erfolgen hat. Überschreitet die Gesamtbelastung am Punkt höchster Deposition den Beurteilungswert, darf die Genehmigung dennoch nicht untersagt werden, wenn die Zusatzbelastung einen Wert von 30 vom Hundert des Beurteilungswertes nicht übersteigt. Diese Vorgehensweise, die ein höheres Risiko für eine Schädigung darstellt, schlug der Arbeitskreis nicht aus ökologisch wissenschaftlicher, sondern pragmatischer Sicht vor.

Überschreitet die Zusatzbelastung den Wert von 30 vom Hundert des Beurteilungswertes, dann ist der Einzelfall zu prüfen. Diese 30 % - Regelung entfällt bei Ökosystemen mit dem Zuschlagsfaktor 1,0 (= Schutzgutkategorie „Gebiete zum Schutz der Natur“ mit der Gefährdungsstufe „hoch“).

In Abb. 2.2 ist die Einbindung des Verfahrens „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ der LAI (linke Seite) in die Prüfung des Schutzes der Vegetation vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Rahmen von Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Anlagen gemäß § 4 BImSchG und TA Luft (Neuerrichtung und Erweiterung) dargestellt.



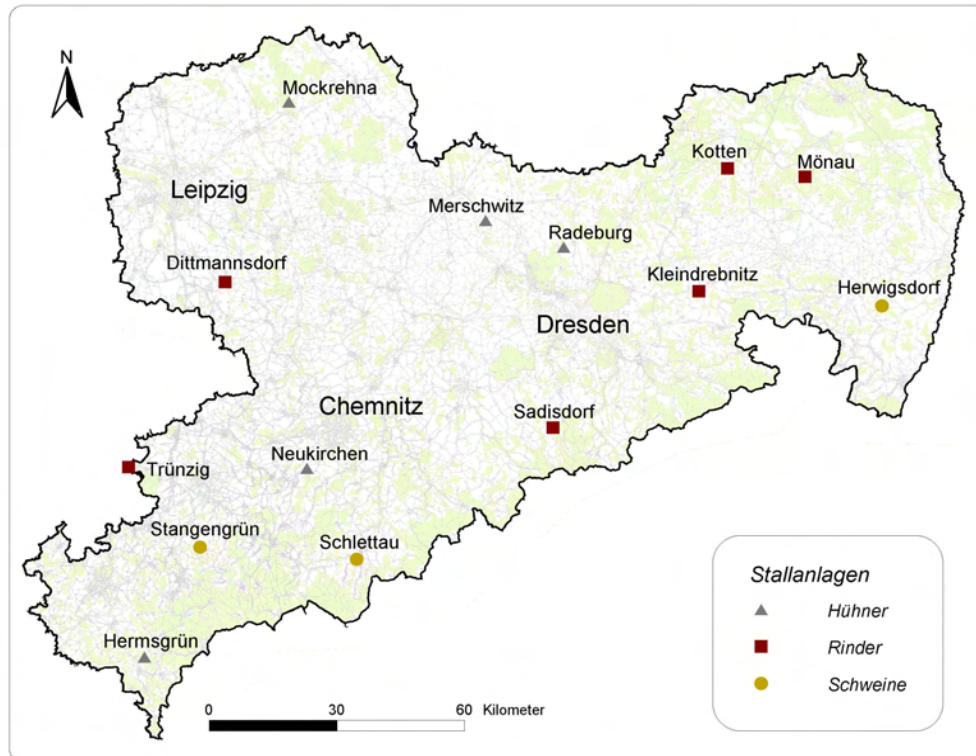
**Abb. 2.2:** Gesamtdarstellung zur Prüfung des Schutzes der Vegetation vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch  $\text{NH}_3$ -Immissionen bzw. N-Deposition im Rahmen von Genehmigungsverfahren landwirtschaftlicher Anlagen gem. § 4 BImSchG / TA Luft (Neuerrichtung und Erweiterung) [verändert nach LAI 2005, S. 79]

\* GB = Gesamtbelastung, VB = Vorbelastung, ZB = Zusatzbelastung, BW = Beurteilungswert

\*\* Die 30 %- Regelung entfällt bei stickstoffempfindlichen Ökosystemen der Schutzgatkategorie „Gebiete zum Schutz der Natur“ (Lebensraumfunktion) mit hoher Gefährdungsstufe.

## 2.2 Charakterisierung der Untersuchungsgebiete

Abb. 2.3 zeigt die räumliche Verteilung der 15 bewerteten Tierhaltungsanlagen. (Übersichtskarten der Untersuchungsgebiete befinden sich im Anhang ab Seite 52.) Die Anlagen verteilen sich auf die drei großen Naturraumeinheiten Sachsens: das glazial geprägte norddeutsche Tiefland, das lößbeeinflusste Hügelland (Sächsische Lößgebilde) und die sächsischen Mittelgebirge [KOWALKE 2000, S. 69].



**Abb. 2.3:** Übersicht der räumlichen Verteilung der bewerteten Tierhaltungsanlagen in Sachsen

Dies schlägt sich in der relativen Standortvielfalt nieder. Der geologische Untergrund der Untersuchungsgebiete reicht von pleistozänen Sanden und Lehmen im Norden Sachsen über Lößauflagen bei Neukirchen bis zu anstehendem Festgestein (hauptsächlich Granite und Gneise). Bei den Bodenarten dominieren Braunerden, Podsole und Staugleye. Tab. 2.1 zeigt einen Vergleich der Untersuchungsgebiete mit der gesamtsächsischen Standortkartierung hinsichtlich des prozentualen Auftretens der Bodenparameter Bodenfeuchte und Nährkraftstufe. Die Gegebenheiten im gesamten Freistaat werden ausreichend gut anhand der untersuchten Flächen widerspiegelt, wobei wasserbeeinflusste Standorte im Gegenzug zu den terrestrischen Standorten an den insgesamt 44 Beurteilungspunkten überrepräsentiert sind.

Die kartierten Waldstandorte sind vornehmlich mit Fichte, Kiefer, Buche, Eiche, Birke und Erle bestockt. Verschiedene Schutzkategorien des Naturschutzes wie das

Landschaftsschutzgebiet, der Naturpark aber auch Naturschutzgebiete, das Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide und Teichlandschaft (Mönau) sowie Flächen des europäischen Schutzgebietssystems Natura2000 (FFH- und SPA- Gebiete) wurden von den Beurteilungspunkten abgedeckt.

**Tab. 2.1:** Vergleich der Bodenverhältnisse Sachsens (Bodenfeuchte, Nährkraftstufe) mit den Gegebenheiten in den Untersuchungsgebieten

	Bodenfeuchte				Nährkraftstufe			
	T	W	N	B	K	M	Z	A
Standortskarte Sachsen [%] <sup>1</sup>	72	9	10	1	6	62	22	7
Untersuchungsgebiete [%]	59	16	23	2	2	77	16	5

<sup>1</sup> bereitgestellt von Herrn Katzschner (SBS), Ref. 45, am 17.01.2008

Die Abgrenzung der Beurteilungsgebiete ergibt sich gemäß TA Luft 4.6.2.5 aus der Fläche „die sich vollständig innerhalb eines Kreises um den Emissionsschwerpunkt mit einem Radius befindet, der dem 50fachen der tatsächlichen Schornsteinhöhe entspricht und in der die Zusatzbelastung im Aufpunkt mehr als 3,0 vom Hundert des Langzeitkonzentrationswertes beträgt. Absatz 1 gilt bei einer Austrittshöhe der Emissionen von weniger als 20 m über Flur mit der Maßgabe, dass der Radius mindestens 1 km beträgt.“ Da in allen beurteilten Fällen die Entlüftung in weniger als 20m Höhe stattfindet, wurde ein Radius von einem Kilometer für jeden Emissionsschwerpunkt (Stallanlage) angesetzt.

### Dittmannsdorf

Die Rinderhaltungsanlage (Milchviehhaltung) bei Dittmannsdorf befindet sich östlich von Borna im südlichen Teil der Leipziger Tieflandsbucht. Das Gebiet ist vor allem durch die Förderung von Braunkohle während der letzten 100 Jahre bzw. der Renaturierung ehemaliger Abbauflächen geprägt. Im südwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes entstand der Tagebau Bockwitz. Die Stallanlage wird von drei Seiten durch landwirtschaftliche Flächen umgeben. Nur im Süden grenzt ein Birkenbestand unmittelbar an. Das „Große Fürstenholz“ gilt als eine der letzten zusammenhängenden Restflächen in dieser waldarmen Region. Die nördlichen Teile dieses vorwiegend mit Eiche und Birke (Kiefer) bestockten Waldes zählen zu dem FFH-Gebiet „Laubwälder um Beucha“ und wurden als Wald mit besonderer Immissionschutzfunktion ausgewiesen [SBS 2007].

Auf den vom Bergbau unberührten Flächen haben sich auf den wechselfeuchten Standorten pleistozäner Lehme vorwiegend Staugleye mittlerer Trophie herausgebildet.

### **Hermesgrün**

Die Tierhaltungsanlage (Legehennenhaltung) bei Hermesdorf im Vogtland befindet sich in dem schmalen Eisenbachtal, in dem auch die Ortschaft Hermesgrün gelegen ist. Nach Süden und Norden steigt das Gelände recht stark an mit Hangneigungen bis zu 15%: Die Anlage selbst ist von landwirtschaftlicher Nutzfläche umgeben, an die sich ausgedehnte Wälder, wie der Tännicht, anschließen. Nördlich des Eisenbaches, der den Betrachtungsraum von Ost nach West durchfließt, bildet die Kiefer die vorherrschende bestandesbildende Baumart, während im Süden Fichtenbestände die Landschaft prägen. Kleinere Kiefern- und Lärchenbestände sowie ein Buchenbestand jenseits des Römerweges ergänzen das Waldbild. Das Untersuchungsgebiet ist zu 75 % bewaldet. Quarzit bzw. Quarzitschiefer bilden den geologischen Untergrund. Darauf haben sich unter Wald vornehmlich arme bis ziemlich arme Podsole gebildet.

Der Untersuchungsraum fällt vollständig in die Zone II des Naturparks „Erzgebirge/Vogtland“. Die Wälder südlich des Eisenbaches gehören außerdem zum Landschaftsschutzgebiet „Oberes Vogtland“.

### **Herwigsdorf**

Die Schweinemastanlage nahe Herwigsdorf ist in der Region Zittau, 7 Kilometer südöstlich von Löbau, gelegen. Das Umfeld des Tierbetriebes wird landwirtschaftlich genutzt. Im Norden und Süden grenzen kleinere Birken-, Eichen-, Fichten- und Lärchenwaldbestände an die Anlage. Im Osten schließt sich ein größeres Waldgebiet, vornehmlich mit Fichte und Kiefer bestockt, an. Hier befindet sich das FFH-Gebiet „Separate Fledermausquartiere und -habitate in der Lausitz“.

Das Untersuchungsgebiet fällt nach Norden hin allmählich ab. Der Katzenberg südwestlich der Anlage gilt mit 382 m als die höchste Erhebung. Im Untersuchungsgebiet dominieren unter waldbestockten Flächen wechselfeuchte Standorte, auf denen sich der Rachlauer Granit-Staugley entwickeln konnte. Auf den weniger häufigen terrestrischen Standorten haben sich Braunerden mittlerer Trophie herausgebildet.

### **Kleindrebnitz**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Osten Sachsens ca. 30 Kilometer von der Landeshauptstadt Dresden entfernt. Den Mittelpunkt bildet die Rinderhaltungsanlage zur Milchproduktion bei Kleindrebnitz. Das Gebiet ist landwirtschaftlich geprägt. Im Norden der Anlage befinden sich zwei Teiche. Ein kleines Waldgebiet ist zwischen den Bahngleisen und der Wesenitz vorhanden und als Teil des FFH-Gebietes „Obere Wesenitz und Schutzgebiete“ gesetzlich geschützt. Es wurde weiterhin als Überschwemmungsgebiet nach Sächsischem Wassergesetz ausgewiesen. Im Auenbereich hat sich ein Erlenbruchwald, ein nach § 26 SächsNatSchG geschütztes Biotop, entwickelt. Die etwas höher gelegenen Bereiche sind mit Birke und Fichte bestockt.



Inmitten der Agrarlandschaft gibt es im südwestlichen Teil des Betrachtungsraumes einen isolierten Eichenbestand sowie kleinere Kiefern- und Birkenwäldchen.

Auf pleistozänen Lehmen und Sanden über Granit haben sich Braunerden mittlerer Nährkraft entwickelt.

### **Kotten**

Diese Milchviehanlage ist im Norden Ostsachsens zwei Kilometer südlich Wittichenau gelegen. Auf den für das Tiefland charakteristischen pleistozänen Sanden und Lehmen haben sich ziemlich arme bis mittlere Braunerden, Graugleye und Staugleye herausgebildet. Das Untersuchungsgebiet ist hauptsächlich landwirtschaftlich geprägt. Die Anlage selbst ist im Süden und Norden von einem Birkenstreifen umgeben. Auf den restlichen Waldflächen dominiert die Kiefer. Entlang des FFH-Gebietes „Schwarze Elster oberhalb Hoyerswerda“ im Südosten des Betrachtungsraumes sind Eiche und verschiedene Weichholzbaumarten bestandesbildend [SBS 2007].

### **Merschwitz**

Der Luisenhof zur Haltung von Legehennen befindet sich westlich von Merschwitz in weniger als zwei Kilometer Entfernung zur Elbe. Dieses Gebiet ist Teil der Lommatzscher Pflege, welche landwirtschaftlich intensiv genutzt wird. Nur vereinzelt sind kleinere Wäldchen als Restflächen in dieser waldarmen Region erhalten geblieben. Das Waldstück im Norden der Hühneranlage besteht aus einem Mosaik aus Birke und Kiefer auf mineralischen Nassstandorten der Nährkraftstufe Z. Die kleineren Waldflächen südlich des Hofes sind mit Eiche bestockt.

Das gesamte Untersuchungsgebiet (ausgenommen die Hühnerfarm und die nordöstlich angrenzende landwirtschaftlich genutzte Fläche) gehören zum Landschaftsschutzgebiet „Riesaer Elbtal und Seußlitzer Elbhügelland“ [SBS 2007].

### **Mönau**

Der Hof ist im Nordosten Sachsens östlich der Ortschaft Mönau gelegen. Der Betrieb ist auf Milchviehhaltung (Rind) ausgerichtet. Das vor allem im Norden und Osten flächendeckend mit Kiefer bestockte Untersuchungsgebiet befindet sich im Biosphärenreservat Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft (Zone II und III) sowie in den gleichnamigen FFH- und SPA-Gebieten. Die Stallanlagen sind von Wiesenflächen umgeben, die zur Tierweide und Mahd genutzt werden. Im Südwesten des Untersuchungsgebietes schließt sich ein ausgedehnter Teichkomplex an. Die Zone II des Biosphärenreservates gilt in großen Teilen als Naturschutzgebiet, d.h. Bereiche mit naturverträglichen Nutzungsformen, z.B. Teichwirtschaften sind möglich, während der Zone III der Status eines Landschaftsschutzgebietes vorbehalten und als Hauptbereich

des Lebens und Wirtschaftens zu erhalten ist<sup>5</sup>. Da alle ausgewiesenen stickstoffempfindlichen Waldökosysteme aufgrund ihrer Lage innerhalb der Schutzgebiete der Lebensraumfunktion zuzuordnen waren, wurden hier weder Bodenanalysen noch detaillierte Vegetationskartierungen durchgeführt.

Auf pleistozänen Sanden haben sich vorwiegend arme Podsole entwickelt, die bei hohen Grundwasserständen im Norden und Nordwesten der Anlage in Humusgleye übergehen [SBS 2007].

### **Neukirchen**

Die Tierhaltungsanlage (Legehennen) bei Neukirchen, nordöstlich von Stollberg im Westerzgebirge befindet sich am Rande des Hauwaldes. Im Zuge der Waldfunktionskartierung wurden die anlagennahen Waldteile als Wald mit besonderer Immissions- und Sichtschutzfunktion ausgewiesen. Südlich der Stallanlagen beginnt das Landschaftsschutzgebiet „Hauwald-Querenbach“. Das Untersuchungsgebiet besteht aus einem Mosaik von verschiedenen terrestrischen, wechselfeuchten und nassen Standorten mittlerer Trophie, die mit Eiche, Ahorn, Birke, Fichte und Lärche bestockt sind. Aus Lößauflagen über tertiärem Ton haben sich vorwiegend Decklöß-Staugleye gebildet, während Decklehm-Braunstaugleye hauptsächlich aus Rotliegendem hervorgegangen sind.

An einem vernässten Standort zwischen den drei Betriebseinheiten hat sich ein Tümpel entwickelt der mit dichtem Brombeer- und Brennnesselbewuchs umgeben ist.

Der Goldbach, 150 m von den Stallanlagen entfernt, entwässert den östlichen Teil des Untersuchungsgebietes [SBS 2007].

### **Sadisdorf**

Die Milchviehhaltungsanlage befindet sich südlich von Sadisdorf im Osterzgebirge. Die Anlage wird nach Westen hin von Wiesenflächen umgeben. Im Süden, Osten und Norden grenzt sie direkt an ein zusammenhängendes Waldgebiet. Der vornehmlich mit Fichten bestockte Wald ist als Wald mit besonderer Erholungsfunktion (Stufe II) und besonderer Hochwasserschutzfunktion ausgewiesen [Waldfunktionskartierungen, SBS 2007]. Östlich des Kohlwegs sind drei kleinere Buchenbestände zu finden.

Braunerden und Podsole mittlerer bis ziemlich armer Trophie haben sich auf dem anstehenden Teplitzer Porphyry herausgebildet. Das Gebiet weist mit Hangneigungen bis zu 10 % eine hohe Reliefenergie auf. Der Gerichtsberg 200 m nördlich der Stallanlage ist mit 640 m die höchste Erhebung im Untersuchungsgebiet. Das Gelände fällt im Saubachtal bis auf 550 m ab. Der gesamte Betrachtungsraum liegt im Landschaftsschutzgebiet „Oberes Osterzgebirge“ [SBS 2007].

---

<sup>5</sup> <http://www.biosphaerenreservat-oberlausitz.de>, am 20.10.2007

### **Schlettau**

Die Scheinemastanlage befindet sich südöstlich von Schlettau im Mittleren Erzgebirge. Das Untersuchungsgebiet gehört zum Naturpark „Erzgebirge/Vogtland“. Es besteht zu knapp 50 % aus Offenland. Die Anlage selbst ist jedoch vollständig von Wald umgeben. Laut Waldfunktionskartierung [SBS 2007] haben die Bestände besondere Erholungs- und Hochwasserschutzfunktion und dienen gleichzeitig dem Sicht- und Immissionsschutz. Die Waldflächen sind hauptsächlich mit Fichte bestockt, kleinere Buchen-, Birken- und Lärchenbestände sind beigemischt. Direkt in Anlagennähe stehen Weichlaubbaumarten (Erle, Esche). Ein Eichenbestand ist in 150 m Entfernung östlich der Anlage zu finden.

Das Gelände steigt östlich der Anlage zum höchsten Punkt des Untersuchungsgebietes bis auf 686,5 m leicht an, bevor es steil in das Sehmatal auf 575 m abfällt. Nach Westen dacht das Gelände mäßig steil in das Rosenbachtal ab.

Auf den überwiegend terrestrischen Standorten haben sich mittel nährstoffversorgte Gneis-Braunerden, auf dem mineralischen Nassstandort südlich der Anlage Humus-Staugleye entwickelt [SBS 2007].

### **Stangengrün**

Die Tierhaltungsanlage (Ferkelerzeugung und –aufzucht) liegt in Westsachsen östlich von Stangengrün in einem locker bewaldet Gebiet an einem Waldrand. Der westliche Teil des Untersuchungsgebietes wird vorwiegend landwirtschaftlich genutzt, während im Osten bewaldete Flächen dominieren. Auf terrestrischen Standorten mittlerer Trophie, sowie mineralischen und organischen Nassstandorten nordöstlich der Anlage hat sich ein Mosaik aus Fichte, Kiefer und Birke entwickelt, wobei die Nadelhölzer (v.a. Fichtenreinbestände) das Landschaftsbild prägen. Den geologischen Untergrund bildet der Kirchberger Granit. Darauf haben sich je nach Grundwasserbeeinflussung Braunerden bzw. Humus-Staugleye entwickelt.

Die Waldflächen gehören zum Landschaftsschutzgebiet „Kirchberger Wald“ und wurden als Wald mit besonderer Immissionsschutzfunktion ausgewiesen [SBS 2007].

### **Trünzig**

Die Untersuchungsfläche um die Rinder-Jungviehaufzucht bei Trünzig liegt im sächsisch thüringischen Grenzraum. Die Anlage selbst befindet sich auf thüringischem Gebiet. Der sächsische Teil des Untersuchungsraumes ist durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Im westlichen Teil erstreckt sich das Gebiet über Teile des Wismutgeländes mit Tagebaurestlöchern. Nördlich der Tierhaltungsanlage steigt das Gelände steil an. Der Hang und ist mit einem 50jährigen strukturreicher Eichenwald (Eichleite) mit höhlenreichen Einzelbäumen bestockt.

Auf dem Schiefer haben sich unter Wald Braunerdeböden mittlerer Trophie gebildet [SBS 2007].

### **Thierbach**

Die Schweinehaltungsanlage befindet sich nordöstlich der Ortschaft Thierbach, einem Ortsteil von Pausa, an der Grenze zu Thüringen. Die bereits bestehende Anlage soll modernisiert und ausgebaut werden. Es ist der einzige aktuelle Genehmigungsfall, der in Sachsen mit dem LAI Entwurf bewertet wurde. Das Untersuchungsgebiet ist überwiegend landwirtschaftlich geprägt und befindet sich im Wasserschutzgebiet der Talsperre Weida / Zeulenroda in der Zone III (weitere Zone, Außenbereich). Im Osten grenzt das FFH-Gebiet „Nordwestvogtländische Teiche und Moor Oberlinda“ an den Beurteilungsraum. Die wenigen Waldflächen im Untersuchungsgebiet sind mit Fichte und Kiefer bestockt. Einzige Ausnahme bildet der unmittelbar westlich an die Anlage grenzende Eichenwald. Für das gesamte Untersuchungsgebiet werden Eichenbuchenwälder als PNV angegeben. Das Gelände weist hier Höhen um die 500 m NN auf. Es fällt von der Stallanlage ausgehend nach allen Seiten hin ab, wobei der Buchenwaldstreifen sowie der nördlich angrenzende Fichtenwald am Lerchenberg mit 15 % die größten Neigungen aufweisen. Braunerden mittlerer Gründigkeit mit der Nährkraftstufe M auf Schiefer dominieren das Gebiet [SBS 2007]. Insgesamt wurden drei Beurteilungspunkte ausgewiesen.

### **Radeburg**

Die Stallanlagen befinden sich nördlich der sächsischen Landeshauptstadt Dresden, zwei Kilometer südwestlich der Stadt Radeburg. Der zurzeit stillgelegte Produktionskomplex war von 1969 bis 1993 als Anlage zur Aufzucht von Legehennen mit einer Kapazität von 504.000 Aufzuchtplätzen in Flachkäfig- und Bodenhaltung in Betrieb. Anfang Februar 2006 erteilte das Regierungspräsidium Dresden dem Spreenhagener Vermehrungsbetrieb für Legehennen die Genehmigung zur Wieder-Inbetriebnahme der alten Stallanlagen mit einer reduzierten Tierzahl von 137.900 [RP DRESDEN 2006].

Das Gebiet weist Höhen zwischen 150 und knapp 200 m NN auf. Dabei steigt es vom Südosten nach Nordwesten allmählich an. Es ist flach bis wellig mit durchschnittlichen Hangneigungen zwischen 0 und 2°. Das bodenbildende Substrat ist geprägt durch Flugsande der Weichselzeit, zum Teil vermischt mit gröberem Material des Untergrundes. Nur an einigen Stellen nördlich der Anlage, zum Beispiel am Lenzberg, ist auch das darunter liegende Grundgestein (Granit und Syenit des Meißner Syenit Massivs) an der Bodenbildung beteiligt. Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes haben sich auf sandigen Substraten tiefgründige Sandbraunerden entwickelt. Im Nordwesten ergibt sich ein differenziertes Bild an Bodenarten und Bodentypen unter Wald, resultierend aus einem kleinräumigen Substratwechsel und unterschiedlicher Grundwasserhöhe. Graugleye, Humus- und Staugleye ergänzen hier das Bild. Eine mittlere Nährstoffversorgung (M) wurde für fast alle Flächen kartiert.

Der Hauptteil des Untersuchungsgebietes entwässert in den Börnsbach, der nach 1,5 km Fließstrecke südlich von Radeburg in die Promnitz mündet. Diese entwässert nach etwa 2,2 km in die Große Röder und durchfließt als solche das FFH-Gebiet „Große

Röder zwischen Großenhain und Medingen“, was dadurch in hydrologischer und stofflicher Verbindung zum Untersuchungsgebiet steht.

Ein kleinräumiger Wechsel von Grünland, Acker- und Waldflächen prägt das Landschaftsbild. Mit nur 11 % Waldfläche zählt das Gebiet zu den waldarmen Regionen Sachsens [FORSTAMT MORITZBURG, o.J.]. Die im Untersuchungsgebiet befindlichen Waldflächen bestehen zum Großteil aus Gemeiner Kiefer mit Einmischung von Stieleiche und Birke. Nach GEMBALLA [2004, S.40f] reicht die natürliche potenzielle Vegetation von Hainbuchen-Eichenwäldern bis zu kiefernreichen Eichen-Buchewäldern. Im Nordwesten der Anlage befindet sich in einer Geländesenke ein Erlen-Moorbirken-Bruchwald mit einigen Schwarzpappelhybriden. Im Bereich südwestlich der Techertschlucht konnte sich ein Walzenseggen-Erlen-Bruchwald ausbilden [SBS 2007]. Beide Biotope sind nach § 26 SächsNatSchG gesetzlich geschützt.

### **Mockrehna**

Der Produktionskomplex befindet sich in Nordwestsachsen zwischen Eilenburg und Torgau, nordwestlich von Mockrehna. Die Stallanlagen sind seit 1970 in Betrieb [HEINSDORF & KRAUß 1991]. Der Wirtschaftsbereich I, aufgeteilt in 3 Farmen mit je drei Ställen, wird derzeit durch die ALFRA Bruteier-Produktion und Handels GmbH mit einer Kapazität von insgesamt 63.000 Tieren in Bodenhaltung genutzt. Der südliche Bereich II wird durch die ALFRA Landwirtschaftliche Produktions GmbH betrieben. Die 720.000 Tierplätze für Bodenhaltung verteilen sich auf 5 Farmen mit je 5 Ställen [RP LEIPZIG 2005].

In der Wildenhainer Niederung gelegen, weist der Untersuchungsraum Höhen zwischen 99 und 123 m NN, bei mittleren Hangneigungen zwischen 0° und 2°, auf. Auf mächtigen eiszeitliche Lockersedimente der Saalekaltzeit. [HAASE 1995, S. 42] haben sich nährstoffversorgte Braunerden gebildet. Lange Verwitterungen und Bodenbildungen haben die Böden tiefgründig entkalkt und versauert. Auf wechselfeuchten Standorten mit geringmächtigen Lössauflagen über tertiärem Ton südöstlich des Anlagenbereiches entstanden Pseudogleye mit der Nährkraftstufe M. Ärmere Gleye und Humusgleye (Nährkraftstufe Z) sind vor allem am nördlichen Rand des Untersuchungsgebietes (Dierzengrund) und im Westen entlang kleinerer Gräben zu finden. Braunerden und Parabraunerden wurden unter den landwirtschaftlich genutzten Flächen im SO und S kartiert [LFUG 2007a].

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in den Einzugsbereichen der beiden Hauptflüsse Elbe und Mulde. Der östliche Teil entwässert hauptsächlich über den Horstgraben und liegt somit im Einzugsbereich der Elbe. Das Sickerwasser der westlichen Bereiche gelangt sowohl in das nördlich angrenzende Natur- und Vogelschutzgebiet „Pressler Heidewald und Moorgebiet“ als auch in den Schwarzbach, welcher bei Bad Düben in die Mulde fließt. Damit steht es in hydrologischer und stofflicher Verbindung zum FFH-Gebiet „Schwarzbach und Sprottabruch“, welches im Westen an den Untersuchungsraum angrenzt.

Obwohl mehrere kleine Gräben das Gelände durchziehen, kann das oft hoch anstehende Grundwasser aufgrund des flachen Geländes und der angrenzenden Hochflächen der Dahleener und Dübener Heide nicht vollständig abziehen. Feuchte Stellen bis hin zu Flachmooren, wie z.B. im Dierzengrund oder Wildenhainer Bruch des NSG „Presseler Heidewald und Moorgebiet“ im Norden des Untersuchungsraumes, konnten sich ausbilden. Mit Hilfe umfangreicher Dränagesysteme sind heute Grünland- und Ackernutzung in weiten Teilen möglich.

Das Untersuchungsgebiet ist fast vollständig bewaldet. Lediglich im Osten werden einige Flächen landwirtschaftlich genutzt. Die Gemeine Kiefer als bestandesbildende Baumart und hohe Anteile an Himbeere, Brombeere und Sandrohr in der Krautschicht dominieren das Waldbild. Häufig auftretende Nebenbaumarten sind (in abnehmender Reihenfolge) die Birke, die Rotbuche sowie die Rot-, Stiel- und Traubeneiche. Ausnahmen sind ein 2,1 ha großer bodensaurer Buchenbestand im Westen des südlichen Anlagenbereiches und ein Hainbuchenbiotop im Norden der Stallanlagen. Dieser Hainbuchenbestand liegt zum Teil im Natur- und Vogelschutzgebiet „Presseler Heide und Moorgebiet“, welches mit dem Einzugsbereich des Wildenhainer Bruchs und dem Dierzengrund in das Untersuchungsgebiet hineinragt. Des Weiteren liegt das Untersuchungsgebiet fast vollständig im Naturpark „Dübener Heide“ und im gleichnamigen Landschaftsschutzgebiet, welche von Norden bis an die B 87 heranreichen.

### 2.3 Datengrundlage in Sachsen

Eine Übersicht der flächenhaft verfügbaren Eingangsdaten zur Anwendung des LAI-Verfahrens für Waldstandorte in Sachsen liefert die Tab. 2.2. Punktgenaue Daten, die für eine exakte Bewertung der Beurteilungspunkte nötig wären, können aus generalisierten Karten naturgemäß nicht abgeleitet werden. Um die Verfahrensanwendung weitestgehend zu vereinfachen, wird dennoch vorgeschlagen, die unten angegebenen und im Folgenden diskutierten Materialien unter Beachtung der jeweiligen Maßstäbe zu verwenden.

**Tab. 2.2:** Übersicht der flächenhaft verfügbaren Eingangsdaten zur Anwendung des LAI-Verfahrens in Sachsen

Eingangsdaten	Datenquelle	Datenformat
Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme (Waldökosysteme)	Waldinformationssystem (WIS) [SBS 2007]	Vektorformat (auf Teilflächenebene)
	Waldbiotopkartierung (WBK) [SBS 2007]	Vektorformat (1:10 000)
	Karten zu Schutzgebieten in Sachsen [LFUG 2007, 2006b+c]	Vektorformat (verschiedene Maßstäbe)
<b>Indikatoren</b>		
Bodenart	FSK [SBS 2007]	Vektorformat (1: 10 000)
	Konzeptbodenkarte <sup>1</sup>	Vektorformat (1: 50 000)
Bodenwassergehalt	Bodenbewertungsinstrument [LFUG 2007a]	Vektorformat (1: 50 000)
Boden pH-Wert	Regionalisierte pH-Werte des SBS <sup>2</sup>	Vektorformat im 20 x 20 m Raster
Fließdauer des Bodensickerwassers	Hyk50 Hydrogeologische Spezialkarte der Schutzfunktion [LfUG 2007e]	Vektorformat (1: 50 000)
Bestandesdaten	Waldinformationssystem (WIS) [SBS 2007]	Vektorformat (auf Teilflächenebene)
Hangneigung, Exposition	Digitales Geländemodell <sup>2</sup>	Vektorformat (1:25 000)

<sup>1</sup> [http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/boden\\_15014.html](http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/boden_15014.html)

<sup>2</sup> bereitgestellt vom Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS), Herr Weise, Ref. 45, August 2007

#### Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme

Für eine erste Orientierung, welche Waldbestände im Untersuchungsgebiet vorkommen, können Daten aus dem Waldinformationssystem (WIS) des Staatsbetriebes Sachsenforst (SBS) verwendet werden. In diese Datenbank fließen alle Informationen der Forsteinrichtung ein. Spätere Ergänzungen seitens der Revierförster werden in ein speziell dafür eingerichtetes Textfeld eingetragen. Das Alter der Bestände wird laufend fortgeschrieben, alle anderen Daten beziehen sich auf das Jahr der letzten Forsteinrichtung, was unter Umständen mehrere Jahre bis Jahrzehnte

zurückliegen kann. In diesem Fall ist eine Ortsbegehung oder die Kontaktaufnahme mit dem zuständigen Förster notwendig.

Als zweite Informationsquelle können Ergebnisse der sächsischen Waldbiotopkartierung (WBK) 1994 – 2000 herangezogen werden. Bei dieser selektiven Biotopkartierung wurden naturschutzfachlich wertvolle und die nach § 26 SächsNatSchG geschützten Biotope erfasst [LAF 2001].

Wie die WBK dienen auch die Karten des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG) zu verschiedenen Schutzgebietskategorien als Hilfsmittel zur Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme sowie zur späteren Ableitung der Gefährdungsstufe bei Ökosystemen, die der Lebensraumfunktion zugeordnet wurden.

### **Bodenart**

Im LAI-Verfahren werden bei der Ermittlung der Gefährdungsstufe der Regulationsfunktion die Böden in leicht durchlässige Sand- und Sandlössböden, lockere Lehm Böden oder dicht gelagerte Lehm- und Tonböden eingeteilt. In der Forstlichen Standortkartierung (FSK), welche zurzeit aktualisiert wird, sind für alle Waldstandorte die Lokalbodenformen kartiert. Mit Hilfe von SCHWANECKE (1993) lassen sich daraus die Bodenarten ableiten. Eine zweite Datengrundlage bildet die Konzeptbodenkarte des Landesamtes für Umwelt und Geologie (LfUG). Sie vereinigt die Datenbestände der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) und der FSK und gibt sie generalisiert im Maßstab 1:50 000 wider. Für Waldböden beinhaltet sie bereits die abgeleitete Bodenart.

### **Pflanzenverfügbare Bodenwassergehalt**

Der pflanzenverfügbare Bodenwassergehalt ist ein Kriterium bei der Ermittlung der Gefährdungsstufe der Produktionsfunktion. Die Einstufung des Bodenwassergehaltes im LAI-Verfahren erfolgt entweder aus dem pflanzenverfügbaren Wassergehalt im Boden für einen Meter Profiltiefe (nFK) oder aus der Gründigkeit der Böden in Kombination mit der Körnung. Die Datengrundlage für die Körnung der sächsischen Böden wurde eben geschildert. Die Gründigkeit der Waldböden kann mit Hilfe der FSK abgeschätzt werden. Genaue Angaben im dm-Bereich, wie sie die LAI fordert, sind aber nicht möglich. Deshalb wird vorgeschlagen, die nutzbare Feldkapazität zur Abschätzung des Bodenwassergehaltes aus der digital vorliegenden Karte des LfUG zur Bodenbewertung zu nutzen. Die Karte wurde auf Grundlage der Konzeptbodenkarte erstellt und liegt wie diese im Maßstab 1:50 000 vor. Für die Ermittlung des Wasserspeichervermögens wird die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum berechnet. Der effektive Wurzelraum wird dabei aus der Bodenart abgeleitet. Für sandige Böden beträgt er zum Beispiel 7 dm. Forstlich genutzte Böden erhalten einen Zuschlag von 20 % [SMUL 2005a]. Da sich im LAI-Leitfaden die Klasseneinteilung des pflanzenverfügbaren Wassergehaltes im Boden auf einen Meter Profiltiefe bezieht, müssten die Kartenwerte gegebenenfalls angepasst werden.



### **Boden pH-Wert**

Der pH-Wert dient der Einschätzung des Säurestatus. Er findet bei der Ermittlung der Gefährdungsstufe der Regulations- und Produktionsfunktion Anwendung. Gemäß dem Verfahren soll er von einer Mischprobe aus 30 cm Bodentiefe in wässriger Suspension bestimmt werden. Für sächsische Waldstandorte liegen flächendeckend unterschiedliche bodenchemische Daten vor, da im Auftrag des ehemaligen Sächsischen Landesforstpräsidiums (LFP) eine Regionalisierung, d.h. die geostatistische Übertragung von punktbezogenen Informationen in die Fläche, durchgeführt wurde [ZIRLEWAGEN 2004]. Bei den pH-Werten wurden allerdings nur die zeitlich stabileren, in KCl-Lösung gemessenen Werte regionalisiert. Die Verwendung dieser Daten für das Verfahren ist demnach nur eingeschränkt im Rahmen einer Vororientierung möglich.

### **Fließstrecke des Bodensickerwassers**

Für den recht aufwendig zu bestimmenden Indikator "Verweildauer des Bodensickerwassers bis zum Eintritt in das Aquifer bzw. Austritt in ein Oberflächengewässer" kann in Sachsen die geohydrologische Spezialkarte des Landesamtes für Umwelt und Geologie herangezogen werden. Diese ist allerdings noch nicht flächendeckend vorhanden. Zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung lagen lediglich Daten für die Waldstandorte bei Sadisdorf und Kotten vor.

Im Auftrag des LFUG wird derzeit mit Hilfe eines Verfahrens nach HÖLTING et al. (1995) eine landesweite Erhebung zur Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung durchgeführt. Als Maß für die Bewertung der Schutzfunktion gilt die Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung. Die Ermittlung der Schutzfunktion im Bereich des Bodens erfolgt auf Grundlage der Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbarem Wasser (nFK) bezogen auf eine mittlere Durchwurzelungstiefe von 1 m. Im Lockergestein wird die Sickerwasserverweilzeit aus der Permeabilität und dem Flurabstand abgeleitet. Die Schutzfunktion des Festgesteins wird vor allem durch die strukturellen Eigenschaften der Gesteine bestimmt und wird anhand von Informationen zur hydraulischen Wirkung von tektonischen Störungen sowie der Verwitterungsrate ermittelt. Weiterhin gehen Informationen zur Grundwasserneubildungsrate in die Berechnungen mit ein [LFUG 2007d]. Die Aufnahmen erfolgen im Maßstab 1: 25 000. Dargestellt werden die Ergebnisse in 1: 50 000 im Blattschnitt der TK L mit einer Rasterweite von 50 x 50 m. Für jeden Rasterpunkt wird ein Schutzfunktionswert ermittelt, welcher die Verweilzeit des Sickerwassers widerspiegelt (Tab. 2.3). Die Klasseneinteilung ist etwas anders gewählt, als im LAI-Verfahren vorgeschlagen. Bei der dreistufigen Einteilung der LAI liegen die Grenzwerte bei einem Jahr und 10 Jahren. Anhand der errechneten Punktezahl am jeweiligen Rasterpunkt müsste eine Umformung in die LAI-Klasseneinteilung jedoch möglich sein.

**Tab. 2.3:** Klasseneinteilung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung nach HÖLTING et al. (1995) [zitiert nach LFUG 2007d]

Klasse	Schutzfunktion	Punktzahl der Schutzfunktion	Verweildauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung
0	<i>Wasserflächen; keine Berechnung</i>		
1	sehr hoch	> 4000	> 25 Jahre:
2	hoch	> 2000 – 4000	10 – 25 Jahre
3	mittel	> 1000 – 2000	3 – 10 Jahre
4	gering	> 500 – 1000	mehrere Monate bis ca. 3 Jahre
5	sehr gering	< 500	wenige Tage bis etwa ein Jahr, im Karst häufig noch weniger

### Bestandesdaten

Zu den benötigten Bestandesdaten gehören Angaben zur Wüchsigkeit bzw. die Einordnung in Ertragsklassen sowie Angaben zum Alter und Kronenschlussgrad. Diese Daten können aus der WIS-Datenbank bezogen werden. Auf die Aktualität der Daten wurde im Abschnitt „Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme“ eingegangen.

### Hangneigung, Exposition

Die Hangneigung und die Exposition werden bei der Gefährdungsabschätzung der Produktionsfunktion benötigt. Bestände, die sich auf windexponierten Hang- und Kuppenlagen befinden, sind einem erhöhten Windwurfrisiko ausgesetzt. Windgestützte Tal- und Muldenlagen hingegen senken das Produktionsrisiko durch Stürme. Die reliefbezogenen Daten können aus einem digitalen Geländemodell abgelesen werden. Eine erste Übersicht kann auch die Topographische Karte des zu bewertenden Gebietes geben.

## 2.4 Feld- und Laborarbeiten

Da für die Indikatoren Stickstoff-Störzeiger und nitrophile Konkurrenzvegetation sachsenweit keine Daten vorlagen und die regionalisierten pH-Werte nur eine Vororientierung erlauben, wurden in den betroffenen Waldflächen Vegetationsaufnahmen und bodenkundliche Arbeiten durchgeführt. Die Geländearbeiten beschränkten sich gemäß dem LAI-Verfahren auf Flächen, die laut Konvention nicht der Lebensraumfunktion zuzuordnen sind.

### 2.4.1 Vegetationsaufnahmen

In den relevanten Waldgebieten wurden die Deckungsgrade der Bodenvegetation (einschließlich Strauchschicht) in einem Quadrat von 20 x 20 m aufgenommen. Die Mittelpunkte der Kartierungseinheiten bildeten die im Vorfeld ermittelten Beurteilungspunkte. Die Vegetation wurde im Spätsommer zwischen dem 29.08 und dem 06.09.2007 kartiert. Im aktuellen Genehmigungsfall Thierbach konnten die Geländearbeiten erst im Dezember durchgeführt werden. Die detaillierten Aufnahmeergebnisse sind im Anhang in Tab. A. 2 aufgelistet. Zusammen mit den Resultaten der Vegetationskartierungen um Radeburg und Mockrehna, welche im Sommer 2006 im Rahmen der Diplomarbeit [Neumann 2007] durchgeführt wurden. In Mockrehna wurden lediglich die Stickstoffstörzeiger kartiert und ihr akkumulierter Deckungsgrad festgehalten.

### 2.4.2 Bodenkundliche Untersuchungen

Parallel zu den Vegetationskartierungen wurden im selben Zeitraum jeweils Mischproben der Humusaufgabe und des Mineralbodens in 30 cm Bodentiefe entnommen. Die Probenahme erfolgte nach einer vorher festgelegten Methode. Um den Beprobungspunkt wurde in einem Radius von einem Meter aus allen 4 Haupthimmelsrichtungen eine Probe entnommen und zu einer Mischprobe zusammengefasst.

Die Proben der Humusaufgaben wurden im Labor des Staatsbetriebes Sachsenforst (SBS) zunächst 48 Stunden bei 60°C getrocknet, auf eine Korngröße von < 2 mm gesiebt, und ein Teil jeder Probe 10 Minuten in einer Planetenmühle bei 310 Umdrehungen pro Minute gemahlen und anschließend auf ihren Kohlen- und Stickstoffgehalt untersucht. Die Elementanalysen erfolgten in dem „Elementar vario El“ – Messgerät. Dazu wird die Probe in ein Zinnschiffchen eingewogen und in das mit Helium und Sauerstoff gefüllte Verbrennungsrohr (Quarzglas) gegeben. Danach wird die zu analysierende Substanz durch oxydative Verbrennung in einem mit Kupferoxid gefüllten Verbrennungsrohr bei 950-1000°C aufgeschlossen. Die Stickoxide werden in dem mit Kupfer gefüllten Reduktionsrohr bei 500°C zu molekularem Stickstoff gebunden. Nachfolgend wird das übrige Gasmisch aus Helium, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, und N<sub>2</sub> einem Trenn-Meßsystem zugeführt. Dabei durchfließt die Gasmischung ein mit P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

gefülltes Adsorptionsrohr, wobei das Wasser quantitativ aus dem Gastrom entfernt wird. Das restliche Gemisch wird durch eine zweite, mit Molsiebmaterial gefüllte Adsorptions säule geleitet. Dabei wird das CO<sub>2</sub> entfernt. In einer Wärmeleitfähigkeitsmesszelle werden die Elementgehalte von Stickstoff und Kohlendioxid nacheinander bestimmt [GEMBALLA 2005].

Bei den gesiebten Humusproben wurde der pH-Wert in wässriger Suspension sowie in 0,1 prozentiger KCl-Lösung bestimmt. Dazu wurde ein pH-Messgerät mit gelgefüllter Einstabmesskette aus Kunststoff mit Glasmembranschutz verwendet [BMVEL 2004].

Die Mineralbodenproben wurden ebenfalls 48 Stunden bei 40°C getrocknet, gesiebt und gemahlen. Die pH-Wert und C/N Bestimmung erfolgte analog den Humusproben im selben Labor (vgl. Tab. A. 3).

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Verfahrensanwendung**

Die einzelnen, in Kapitel 2.1 erläuterten, Verfahrensschritte sollen nun auf die Waldflächen der Untersuchungsgebiete angewendet werden.

#### **1) Ausweisung empfindlicher Ökosysteme und Quantifizierung der Stickstoffeinträge**

Im folgenden Absatz sind die Verfahrensschritte 1 – 5 (Ausweisung empfindlicher Ökosysteme, Abschneidekriterium, Ermittlung der Vor- und Zusatzbelastung,) aus Zweckmäßigkeit zusammengefasst.

Die Betrachtungsräume der zu bewertenden Anlagen wurden gemäß TA Luft 4.6.2.5 mit einem Radius von einem Kilometer um jeden Emissionsschwerpunkt abgegrenzt (vgl. Kap 2.2, S. 14). Danach wurden die stickstoffempfindlichen Waldökosysteme mit Hilfe der WIS-Datenbank, der Waldbiotopkartierung und digital im Internet vorhandener Karten des LFUG zu sächsischen Schutzgebieten (z.B. NSG, FFH-Gebiete, Trinkwasserschutzgebiete, etc.), unter Beachtung der Mindestgröße von 0,1 ha ausgewiesen. Für jedes Biotop wurde mit Hilfe von  $\text{NH}_3$ -Ausbreitungsrechnungen nach AUSTAL2000 der Aufpunkt mit der höchsten Gesamtbelastung (= Beurteilungspunkt), ermittelt. Im Umfeld der 13 zu bewertenden Tierhaltungsanlagen wurden 37 stickstoffempfindliche Waldökosysteme ausgeschieden (zuzüglich der 7 Standorte in Radeburg und Mockrehna), an denen die jährliche N-Zusatzbelastung am Beurteilungspunkt den vorgeschlagenen Bagatellwert von 4 kg/ha übersteigt (vgl. Tab. 3.1). Standortkundliche Eckdaten sowie waldbauliche Merkmale zur Beschreibung der einzelnen Ökosysteme sind im Anhang in Tab. A. 1 zusammengefasst.

#### **2) Quantifizierung der Empfindlichkeit**

Critical Loads werden nicht für einzelne Ökosysteme sondern für Ökosystemklassen angegeben. Alle ausgewiesenen Biotope können der Klasse der Wälder und Forsten zugeordnet werden. Die Wertespanne umfasst 10 – 20 kg N/(ha\*a) (vgl. Tab. A. 4 im Anhang). Dem Vorschlag der LAI folgend, wird für die nachstehenden Berechnungen der Mittelwert dieser Spanne, also 15 kg N/(ha\*a,) als kritische Belastungsgrenze festgesetzt.

**Tab. 3.1:** N-Depositionswerte (Zusatz-, Vor- und Gesamtbelastung) in den Untersuchungsgebieten

Stallanlage	BP	Rechtswert	Hochwert	Stickstoffbelastung [in kg N/(ha*a)]		
				Zusatzbelastung <sup>1</sup>	Vorbelastung <sup>2</sup>	Gesamtbelastung
Dittmannsdorf	DD 2	4538932	5667267	88,30	45,00	133,30
	DD 3a	4539331	5668040	13,00	40,00	53,00
	DD 3b	4539281	5668175	13,00	40,00	53,00
Hermsgrün	HG 1	4519771	5578636	7,80	34,00	41,80
	HG 2	4519654	5579055	7,80	34,00	41,80
	HG 3	4519847	5578987	20,40	34,00	54,40
Herwigsdorf	HD 2	4692896	5661918	72,70	30,00	102,70
	HD 1	4693054	5661865	46,70	30,00	76,70
	HD 3b	4692972	5662251	23,40	31,00	54,40
	HD 4	4693278	5661290	7,80	30,00	37,80
Kleindrebnitz	KD 2	4649845	5665632	57,10	33,00	90,10
	KD 4	4650049	5665828	26,00	33,00	59,00
	KD 1	4649513	5664891	13,00	32,00	45,00
Kotten	K 1	4656943	5694096		27,00	
	K 2	4656650	5694440		27,00	
	K 3	4656716	5694621		26,00	
	K 4	4657230	5694027		27,00	

Stallanlage	BP	Rechtswert	Hochwert	Stickstoffbelastung [in kg N/(ha*a)]		
				Zusatzbelastung <sup>1</sup>	Vorbelastung <sup>2</sup>	Gesamtbelastung
Merschwitz	ME 1	4599672	5681980	15,60	34,00	49,60
	ME 2	4599671	5682029	13,00	34,00	47,00
Mönau	MÖ 1	4675010	5692347	20,80	27,00	47,80
	MÖ 2	4674814	5692584	18,20	27,00	45,20
Neukirchen	NS 1b	4557766	5623326	103,00	40,00	143,00
	NS 2	4558056	5623285	103,00	40,00	143,00
	NS 2a	4558096	5623194	129,90	38,00	167,90
	NS 3	4557792	5623187	103,00	40,00	143,00
	NS 4	4558096	5622978	49,70	40,00	89,70
Sadisdorf	SD 1	4615672	5633157	34,30	46,00	80,30
	SD 2	4615912	5632913	31,70	46,00	77,70
Schlettau	SCH 1	4569610	5601798	40,20	35,00	75,20
	SCH 2	4569691	5601922	41,00	35,00	76,00
	SCH 3	4569749	5601937	26,00	35,00	61,00
Stangengrün	SG 2	4532919	5604888	20,80	35,00	55,80
	SG 3	4532945	5604992	13,00	35,00	48,00

Stallanlage	BP	Rechtswert	Hochwert	Stickstoffbelastung [in kg N/(ha*a)]		
				Zusatzbelastung <sup>1</sup>	Vorbelastung <sup>2</sup>	Gesamtbelastung
Trünzig	T 1	4516491	5624041	9,30	37,00	46,30
Thierbach	TB 1	4496652	5605444	77,90	34,00	111,90
	TB 2	4496758	5605952	7,80	34,00	41,80
	TB 3	4497506	5605556	7,80	35,00	42,80
Radeburg	R 1	4619252	5675818	16,2	33	49,2
	R 2	4618302	5676459	16,8	33,4	50,2
Mockrehna	M 1	4552766	5711395	4,4	42,2	46,6
	M 2	4553185	5710698	56,1	41,7	97,8
	M 3	4553821	5709035	9,3	42,6	51,9
	M 4	4555035	5708871	173,3	35,6	208,9
	M 5	4553429	5711458	6,2	41	47,2

<sup>1</sup> Gibt die NH<sub>3</sub>-N Zusatzbelastung, ermittelt aus den Konzentrationswerten der Ammoniak-Ausbreitungsrechnung bei einer angenommenen Sinkgeschwindigkeit von 0,02 m/s [KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT IM VDI UND DIN 2004].

<sup>2</sup> aus dem UBA Datensatz zur Stickstoffbelastung in Deutschland 2004, <http://osiris.uba.de/website/depo1/viewer.htm>



### 3) Ermittlung des Beurteilungswertes

Im nächsten Verfahrensschritt müssen alle ausgewiesenen Ökosysteme mit einer Zusatzbelastung von mindestens 4 kg N/(ha\*a) am Beurteilungspunkt unter Beachtung der Funktionen (Lebensraum-, Regulations- und Produktionsfunktion) einer Schutzgutkategorie sowie einer Gefährdungsstufe zugewiesen werden.

Daraus ergibt sich für jedes Ökosystem ein spezifischer Zuschlagsfaktor zwischen eins und drei (vgl. Kap. 2.1, S. 8ff). Multipliziert mit der im Vorfeld ermittelten Critical Load für Waldökosysteme (15 kg N/ha\*a), ergibt sich der Beurteilungswert (Tab. 3.2).

**Tab. 3.2:** Zuschlagsfaktoren und Beurteilungswerte für die untersuchten Beurteilungspunkte

Anlage	BP	Funktion	Zuschlagsfaktor	Beurteilungswert
<b>Dittmannsdorf</b>	DD 2	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	DD 3a	Lebensraumfunktion	1,0	15,0
	DD 3b	Regulationsfunktion	1,7	25,5
<b>Hermesgrün</b>	HG 1	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	HG 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	HG 3	Regulationsfunktion	1,5	22,5
<b>Herwigsdorf</b>	HD 2	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	HD 1	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	HD 3b	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	HD 4	Lebensraumfunktion	1,0	15,0
<b>Kleindrebnitz</b>	KD 2	Lebensraumfunktion	1,0	15,0
	KD 4	Lebensraumfunktion	1,0	15,0
	KD 1	Regulationsfunktion	1,7	25,5
<b>Kotten</b>	K 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	K 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	K 3	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	K 4	Lebensraumfunktion	1,0	15
<b>Merschwitz</b>	ME 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	ME 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
<b>Mönau</b>	MÖ 1	Lebensraumfunktion	1,0	15,0
	MÖ 2	Lebensraumfunktion	1,0	15,0
<b>Neukirchen</b>	NS 1b	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	NS 2	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	NS 2a	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	NS 3	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	NS 4	Regulationsfunktion	1,5	22,5
<b>Sadisdorf</b>	SD 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	SD 2	Regulationsfunktion	1,7	25,5
<b>Schlettau</b>	SCH 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	SCH 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	SCH 3	Regulationsfunktion	1,7	25,5

Anlage	BP	Funktion	Zuschlagsfaktor	Beurteilungswert
<b>Stangengrün</b>	SG 2	Regulationsfunktion	1,7	25,5
	SG 3	Regulationsfunktion	1,7	25,5
<b>Trünzig</b>	T 1	Regulationsfunktion	1,7	25,5
<b>Thierbach</b>	TB 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	TB 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	TB 3	Regulationsfunktion	1,5	22,5
<b>Radeburg</b>	R 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	R 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
<b>Mockrehna</b>	M 1	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	M 2	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	M 3	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	M 4	Regulationsfunktion	1,5	22,5
	M 5	Regulationsfunktion	1,0	15,0

#### 4) Vergleich der Stickstoff-Gesamtbelastung mit dem Beurteilungswert

Anhand der Tab. 3.1 und Tab. 3.2 wird deutlich, dass die Stickstoff-Gesamtbelastung an allen Beurteilungspunkten den Beurteilungswert übersteigt<sup>7</sup>. Es kann mit erheblichen Nachteilen für stickstoffempfindliche Pflanzen und Ökosysteme gerechnet werden. Gemäß LAI-Verfahren muss die Genehmigungsfähigkeit nun mit Hilfe der 30 % - Regelung bzw. im Ergebnis einer Einzelfalluntersuchung geprüft werden.

#### 5) 30 %- Regelung

Überschreitet die Gesamtbelastung am Punkt höchster Deposition den Beurteilungswert, kann dennoch eine Genehmigung anhand des LAI Leitfadens erfolgen, wenn die Zusatzbelastung einen Wert von 30 vom Hundert des Beurteilungswertes nicht übersteigt. Diese Regelung entfällt für Ökosysteme, die der Schutzgutkategorie „Gebiete zum Schutz der Natur“ mit der Gefährdungsstufe „hoch“ zuzuordnen sind (Zuschlagsfaktor 1,0). In untersuchten Gebieten übersteigt die Zusatzbelastung an allen Punkten den Wert von 30 vom Hundert des Beurteilungswertes. Dies macht für alle Stallanlagen eine Einzelfallprüfung erforderlich.

<sup>7</sup> Die Milchviehanlage bei Kotten kann noch nicht abschließend bewertet werden, da für diese Stallanlage derzeit noch keine Ausbreitungsrechnung vorliegt.

## 3.2 Verfahrensbewertung

Das Verfahren wurde hinsichtlich der verwendeten Kriterien, der Praktikabilität bei der Ausweisung der stickstoffempfindlichen Ökosysteme, des Verfahrensablaufes bei der Zuweisung einer Schutzgatkategorie (nur Regulations- und Produktionsfunktion) und der Gefährdungsstufe sowie bezüglich der ermittelten Beurteilungswerte evaluiert. Die folgenden Änderungsvorschläge in Bezug auf die Bewertung von Waldökosystemen wurden dem LAI AK „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ auf dem Treffen am 21.01.2008 in Berlin unterbreitet und liegen den Mitgliedern derzeit zur Diskussion vor.

### 3.2.1 Kriterien

#### Boden pH-Wert

##### a) Klasseneinteilung:

Der pH-Wert des Mineralbodens gemessen in wässriger Lösung wurde von ULRICH (1981) zur ökologischen Gruppierung von Böden nach ihrem Bodenzustand eingesetzt (sog. Pufferbereiche). Er ist ein Parameter bei der Ermittlung der Gefährdungsstufe der Schutzgatkategorien „Böden und Gewässer“ (= Regulationsfunktion) sowie der Schutzgatkategorie „Forstwirtschaft“ (= Produktionsfunktion). Dieser einfach zu erhebende Indikator dient der Abschätzung des Säurestatus der Böden und wird im LAI-Verfahren benutzt, um Aussagen über die Pufferkapazität des Bodens gegenüber depositionsbedingter Versauerung zu treffen. Zur Ableitung der Gefährdungsstufen wurden die aus Tab. 3.3 zu entnehmenden pH-Bereiche festgelegt.

**Tab. 3.3:** pH-Werte zur Ableitung der Gefährdungsstufe der Regulations- und Produktionsfunktion [LAI 2006, S. 37f]

Gefährdungsstufe	hoch	mittel	gering
pH-Wert [in H <sub>2</sub> O]	< 4,2	4,2 – 7	> 7

Der untere Schwellenwert von 4,2 beschreibt die Grenze vom Austauscher- zum Aluminiumpufferbereich (AK STANDORTSKARTIERUNG 1996, S. 147). Unterhalb dieses Wertes geht das silikatisch gebundene Aluminium vermehrt in Lösung, und stellt durch seine toxische Wirkung eine Gefahr für die Pflanzen dar. Die Tonmineralzerstörung und Basenauswaschung schreiten voran. Schwermetalle können bei diesen niedrigen pH-Werten leicht ausgewaschen werden. Die Gefährdung der Regulations- und Produktionsfunktion ist somit als hoch einzuschätzen. Der zweite genannte Schwellenwert definiert mit einem pH-Wert von 7 den Übergang zwischen alkalischen und sauren Bodenverhältnissen. Eine mittlere Versauerungsgefährdung liegt nach LAI-Verfahren bei pH-Werten zwischen 4,2 und 7 vor, während eine geringe Gefährdung bei

pH-Werten  $> 7$  zu erwarten ist. Diese zweite Schwelle erscheint aus folgenden zwei Gründen als zu hoch angesetzt:

1. Für Waldökosysteme sind pH-Werte im Oberboden  $> 7$  kein anzustrebendes Ziel. Die pH-Werte des Bodens sollten zwar so hoch liegen, dass keine toxischen Schäden durch Aluminium oder Mangan auftreten, andererseits werden bei steigendem pH einige Mikronährelemente wie Cu, Zn B und P weniger pflanzenverfügbar. [SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL 2002].
2. Waldböden in Deutschland weisen in der Regel einen pH-Wert kleiner 7 auf [BMELF 1997]. Dies bestätigt auch die auch die Auswertung der Bodenzustandserhebung (1992 - 1997) in den sächsischen Wäldern<sup>8</sup>. Rund 70 Prozent aller Standorte wiesen in 10-30 cm Tiefe einen pH-Wert  $< 4,2$  auf. Die restlichen 30 Prozent fallen in die zweite Klasse mit Werten zwischen 4,2 und 6,2. Nur an einem Standort wurde ein pH-Wert  $> 7$  gemessen. Im LAI-Entwurf ist festgelegt, dass nur dann die speziell für Forstökosysteme erstellte Produktionsfunktion zur Bewertung herangezogen werden darf, wenn die Regulationsfunktion gering gefährdet ist. Aufgrund der niedrigen pH-Werte in Waldböden ist es nahezu unmöglich, zur Produktionsfunktion zu gelangen.

### Vorschlag

In Anlehnung an die Einschätzung des Risikos durch Säurebelastung für mittlere und anspruchsvolle Pflanzengesellschaften des ARBEITSKREISES STANDORTSKARTIERUNG [1996] (Tab. 3.4) wird folgende pH-Wert-Klasseneinteilung vorgeschlagen (Tab. 3.5):

**Tab. 3.4:** Risiko durch Säurebelastung für mittlere und anspruchsvolle Pflanzengesellschaften [AK STANDORTSKARTIERUNG 1996]

Bewertung	Bewertungskriterien	pH-Bereich
Minimal	Gesamter Wurzelraum im Carbonat- oder Silikat-Pufferbereich	$> 5,0$
Gering	Oberboden im Kationenaustauscher-Pufferbereich, Folge: Beeinträchtigung säureintoleranter Arten	4,2 – 5,0
Mittel	Oberboden im Al- oder Al-Fe-Pufferbereich und Unterboden im Silikat- oder Kationenaustausch-Pufferbereich, Folge: Verdrängung säureintoleranter Arten	Oberboden: $< 4,2$ Unterboden: $> 4,2$
Stark	Ober- und Unterboden im Al- oder Al-Fe-Pufferbereich und Oh $> 3,0$ ; Folgen: – geringe bis sehr geringe Vorräte an (austauschbaren) Ca-K-, Mg- und Na-Ionen – niedrige Ca- und hohe Al-Gehalte in den Feinwurzeln – Schäden im Meristem und gehemmtes Längenwachstum von Feinwurzeln	$< 4,2$ ; Oh: $> 3,0$
sehr stark	Ober- und Unterboden im Al- oder Al-Fe-Pufferbereich und Oh $< 3,0$	$< 4,2$ ; Oh: $< 3,0$

**Tab. 3.5:** Vorschlag für eine neue Einteilung der pH-Bereiche zur Ableitung der Gefährdungsstufe der Regulations- und Produktionsfunktion

Gefährdungsstufe	hoch	mittel	gering
pH-Wert [in H <sub>2</sub> O]	< 4,2	4,2 – 5	> 5

Der untere Schwellenwert von 4,2 scheint aus oben genannten Gründen sinnvoll und wird beibehalten. Eine mittlere Gefährdung der Funktionen liegt im Austausch-Pufferbereich vor. Vor allem Austauscher mit variabler Ladung wie Tonminerale, Oxide und Huminstoffe sind dann an der Pufferung von Säureeinträgen beteiligt. Von einer niedrigen Gefährdung der Regulationsfunktion wird bei pH-Werten über 5, also im Silikat- bzw. Carbonat-Pufferbereich ausgegangen. In diesem Bereich tritt die Pufferung der Säureeinträge durch freiwerdende Gitterkationen sowie die Tonmineralneubildung in den Vordergrund. Tonminerale tragen mit ihrer hohen spezifischen Oberfläche und dem daraus resultierenden hohen Adsorptionsvermögen zur Immobilisierung von Schadstoffen bei. Dies senkt die Gefahr der Auswaschung sowie das Risiko der Grundwassergefährdung.

Im Rahmen der Auswertung der bundesweiten Bodenzustandserhebung wiesen knapp 20 Prozent aller Standorte in der Tiefenstufe 10 – 30 cm einen pH(H<sub>2</sub>O)-Wert über 5 auf [BMELF 1997]. Für ca. 20 Prozent der Waldböden Deutschlands könnte also nach der neuen Klasseneinteilung theoretisch die Produktionsfunktion zur Ableitung des Beurteilungswertes herangezogen werden.

In Sachsen würde die veränderte pH-Wert-Einteilung jedoch nicht zu einem verbesserten Ergebnis führen. Unter Sachsens Wäldern haben sich vor allem stark bis sehr stark saure Böden entwickelt. Nur 5 der 279 BZE Standorte, also nicht einmal zwei Prozent, wiesen in der relevanten Tiefenstufe einen pH-Wert > 5 auf<sup>8</sup>.

#### b) Probenahme:

Laut LAI Konvention [2006, S. 35] ist „der pH-Wert in wässriger Suspension zu bestimmen und die Bodenprobe als Mischprobe aus einer Tiefe von ca. 30 cm zu entnehmen.“

#### Vorschlag

Der pH-Wert ist in wässriger Suspension nach dem Handbuch der Forstlichen Analytik [BMVEL 2004] zu bestimmen. Die Bodenprobe ist in Anlehnung an die Arbeitsanleitung zur Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II) in einer Tiefenstufe von 10 – 30 cm als Mischprobe aus 8 Satelliten um den markierten Probenmittelpunkt zu entnehmen.

<sup>8</sup> aus unveröffentlichten Daten des SBS zur BZE, bereitgestellt von Dr. Andreae (Ref. 45), 2006

### Stickstoff-Störzeiger / Nitrophile Konkurrenzvegetation

Diese Indikatoren finden bei der Ermittlung der Gefährdungsstufe der Regulations- bzw. Produktionsfunktion Anwendung. Stickstoff-Störzeiger sind Pflanzen, die sich durch einen hohen Stickstoffbedarf auszeichnen, also einen Ellenberg-Zeigerwert von mindestens 7 aufweisen und atypisch für den jeweiligen Standort sind bzw. im Falle der nitrophilen Konkurrenzvegetation, die ordnungsgemäße Forstwirtschaft gefährden [LAI 2006, S. 37ff]<sup>9</sup>.

#### a) N-Zahl nach Ellenberg:

Im LAI-Bericht sind einige Arten beispielhaft angeführt, u.a. *Calamagrostis spec.*, *Deschampsia flexuosa*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus*. Dabei ergibt sich eine Diskrepanz zwischen dem geforderten N-Zeigerwert und den angeführten Arten. Alle Arten der Gattung *Calamagrostis* weisen eine Stickstoffzahl kleiner bzw. gleich 6 auf. Der am häufigsten vorkommenden Spezies Sandrohr (*Calamagrostis epigejos*) wird ein N-Zeigerwert von 6 zugeordnet. Die Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) hat lediglich eine Stickstoffzahl von 3. Die beiden erwähnten *Rubus*-Arten weisen ebenfalls keinen N-Zeigerwert  $\geq 7$  auf. Der Himbeere (*Rubus idaeus*) wird von ELLENBERG et al. (1992) ein Zeigerwert von 6 zugewiesen. Der Brombeere hingegen (*Rubus fruticosus agg.*) kann keine eindeutige Stickstoffzahl zugeordnet werden. Von den insgesamt 161 beschriebenen Unterarten weisen nur 8 Subspezies die N-Zahl 6 auf, alle anderen liegen im Bereich zwischen 4 und 5, selten 3. ELLENBERG et al. (1992) beschreiben weiterhin, dass nitratreiche Standorte von den meisten *Rubus*-Arten gemieden werden. Stickstoff- und gleichzeitig basen-, vor allem auch kalkreiche Böden sind in der Regel frei von Brombeeren, aber reich an *Rubus caesius*.

#### Vorschlag:

Es wird vorgeschlagen, die Stickstoffzahl 6 als Kriterium zu verwenden. In einer Studie von PITCAIRN et al. (2005) wurde ebenfalls die Ellenberg N-Zahl 6 als Kriterium zur Unterscheidung von Acidophyten und Nitrophyten herangezogen.

**Tab. 3.6:** Definition der N-Zeigerwerte 5 bis 8 nach Ellenberg [ELLENBERG et al. 1992]

N-Zahl	Definition
5	mäßig stickstoffreiche Standorte
6	zwischen 5 und 7 stehend
7	auf stickstoffreichen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren
8	ausgesprochene Stickstoffzeiger

<sup>9</sup> Die Werte der Stickstoffzahl von 1 bis 9 geben das Vorkommen im Gefälle der Mineralstickstoffversorgung während der Vegetationszeit an. Pflanzen mit einem Wert von 1 zeigen stickstoffärmste Standorte an, während Zeigerwerte von 9, Arten zugeordnet werden, die sich an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentrieren [ELLENBERG et al. 1992, S. 69]

Weiterhin wird empfohlen, die Drahtschmiele nicht zur nitrophilen Konkurrenzvegetation zu zählen, weil sie lediglich einen N-Wert von 3 aufweist, auf rund 85 % aller sächsischen BZE-Standorte (236 Flächen) vorkommt<sup>10</sup> und nicht als Hindernis der ordnungsgemäßen Forstwirtschaft belegt ist.

b) Deckungsgrade Stickstoff-Störzeiger:

Die Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger sind, wie in Tab. 3.7 zu sehen, klassifiziert. Es fällt auf, dass Werte zwischen 10 und 50 % bzw. Deckungsgrade zwischen 50 und 75 % nicht eindeutig zuzuordnen sind.

**Tab. 3.7:** Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger zur Ermittlung der Gefährdungsstufe der Regulationsfunktion [LAI 2006, S. 37, Abs. 3ff]

<b>Gefährdungsstufe</b>	hoch	mittel	gering
<b>Deckung der Stickstoff-Störzeiger [in %]</b>	> 75	ca. 50	< 10

Vorschlag:

In Anlehnung an die Stufen der Deckungsgrade der nitrophilen Konkurrenzvegetation in der Produktionsfunktion wird folgende Einteilung vorgeschlagen:

**Tab. 3.8:** Vorschlag für eine neue Einteilung der Deckungsgrade des Indikators „Stickstoff-Störzeiger“

<b>Gefährdungsstufe</b>	hoch	mittel	gering
<b>Deckung der Stickstoff-Störzeiger [in %]</b>	> 2/3 der Fläche	2/3 bis 1/3 der Fläche	< 1/3 der Fläche

c) Bezeichnung „atypisch“

Stickstoff-Störzeiger sollen gemäß LAI-Methodik atypisch für den Standort sein. „Atypische Pflanzen sind [...] Pflanzen, die eigentlich nicht in eine bestimmte angenommene Vegetationseinheit passen [...]“ DOBLER [2005].

Sind Stickstoffzeiger für stickstoffempfindliche Standorte, wie sie im Verfahren betrachtet werden nicht immer *atypisch*?

Vorschlag:

Der Zusatz atypisch könnte somit eventuell weggelassen werden.

<sup>10</sup> aus unveröffentlichten Daten des SBS zur BZE

d) *N-Zeigerpflanzen als Indikator für Stickstoffstatus*

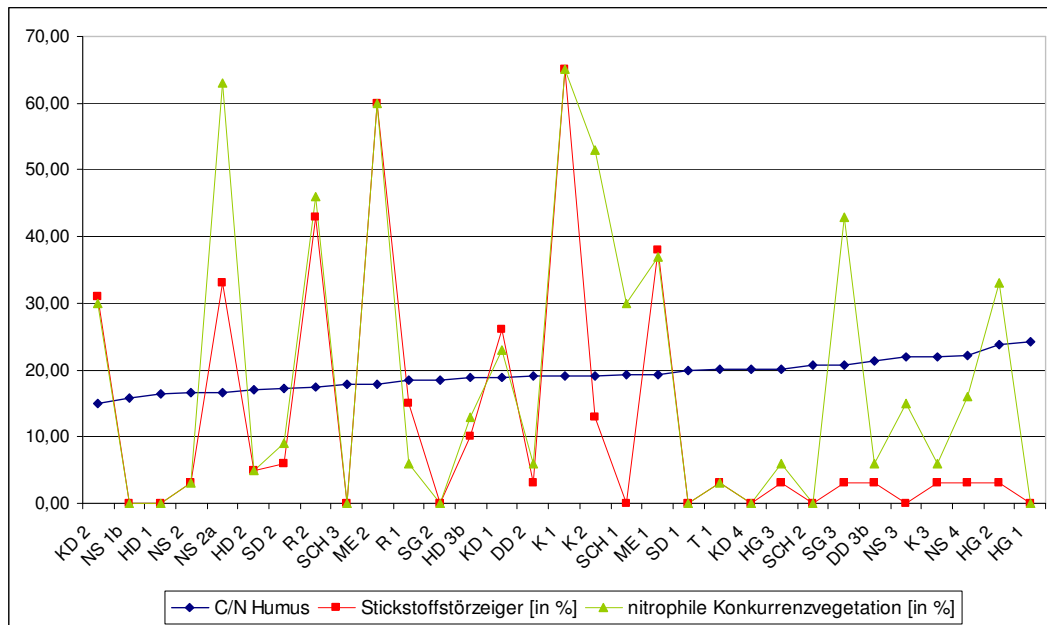
Ein weiteres Problem stellt die Komplexität von Organismen und die damit verbundenen Ansprüche an verschiedene Standortfaktoren dar. Viele Stickstoffzeiger haben gleichzeitig eine hohe Lichtbedürftigkeit [BOLTE und ANDERS 1995; BOLTE und BIRKE 1998; MURACH 2003].

Da der Beurteilungspunkt als Ort höchster Belastung naturgemäß in Stallnähe, also bei Waldökosystemen am Waldrand bzw. am Waldinnenrand liegt, sind hier oft ein erhöhtes Lichtangebot sowie ein verändertes Waldinnenklima gegeben, welche die Zusammensetzung der Bodenvegetation im Vergleich zum Waldinneren verändern können. Ebenso beeinflusst die bestandesbildende Baumart die Lichtverhältnisse unter Schirm. Ein gutes Beispiel dafür liefern zwei benachbarte Standorte im Untersuchungsgebiet Mockrehna. Der erste Punkt ist der Beurteilungspunkt M3. Er befindet sich in einem 70-jährigen Buchenbestand mit einer Stickstoff-Zusatzbelastung von 9,3 kg/(ha\*a). In diesem Waldstück gab es erwartungsgemäß im Juli 2006 keine Bodenvegetation. Der zweite Standort befindet sich auf der anderen Wegseite in einem 85-jährigen lockeren Kiefernbestand im schwachen Baumholzalter. Dieser Kiefernbestand erhält jährliche zusätzliche N-Einträge von 8,7 kg/ha. Im Zuge der Forsteinrichtung 1997 wurde behindernder Bodenbewuchs festgestellt [SBS 2007]. Die Bodenvegetation im Juli 2006 wurde von Sandrohr dominiert und bedeckte rund 50 % der Fläche. Da die beiden Standorte vergleichbaren Stickstoffbelastungen ausgesetzt sind und ähnliche Bodenverhältnisse vorliegen, ist das Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein der Bodenvegetation wahrscheinlich von den unterschiedlichen Lichtverhältnissen abhängig. Unter Kiefer beträgt die relative Beleuchtungsstärke im Schnitt zwischen 10 bis 50 % [GEIGER 1950; HOFMANN 1962; MITSCHERLICH 1971, zitiert nach BOLTE und ANDERS 1995]. In einem mittelalten Buchenbestand mit einer ausgeprägten Schattbaumart als Bestandesbildner liegt sie deutlich darunter. Die Kartierung der standortsuntypischen nitrophilen Vegetation sollte der Abschätzung des Stickstoffstatus dienen. Im eben dargelegten Fall ist der Stickstoffstatus aufgrund der jahrzehntelangen hohen N-Einträge und der vergleichbaren Bodenverhältnisse wahrscheinlich ähnlich, die Ergebnisse der Kartierung weichen jedoch deutlich voneinander ab.

Kartierungen der Bodenvegetation unter Verwendung der Ellenberg-Zeigerwerte sind als Informationsquelle für verschiedene Standortfaktoren, darunter auch die Stickstoffverfügbarkeit, sicherlich sinnvoll. Artenverschiebungen in nordostdeutschen Kiefernwäldern aufgrund von dauerhaft hohen Stickstoffeinträgen sind in der Literatur zahlreich dokumentiert [z.B. HEINSDORF & KRAUß 1991; HOFMANN et al. 1990; HEINSDORF & BECK 2003]. Das Vorhandensein von Pflanzen mit hohen N-Zahlen ist in den meisten Fällen ein Hinweis auf hohe Stickstoffverfügbarkeit am Standort, der umgekehrte Schluss muss nicht in jedem Falle zutreffen, wie am Beispiel Mockrehna dargestellt.



In Abb. 3.1 sind die Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger sowie der nitrophilen Konkurrenzvegetation an 31 Beurteilungspunkten im Vergleich zu den C/N-Verhältnissen in der organischen Auflage dargestellt. Es ist keine Korrelation zwischen den C/N-Werten als Maß für die Stickstoffversorgung im Boden und Pflanzen mit hoher N-Zahl zu erkennen. Erst bei höheren C/N Verhältnissen ( $> 20$ ) sinken die Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger wie erwartet auf 0 und 3 %. Hier handelt es sich zu meist um junge Fichtenbestände mit hohem Kronenschlussgrad.



**Abb. 3.1:** Deckungsgrade der Stickstoff-Störzeiger und der nitrophilen Konkurrenzvegetation im Vergleich zu den C/N Verhältnissen in der organischen Auflage an 31 Beurteilungspunkten

Die höheren Deckungsgrade der nitrophilen Konkurrenzvegetation gegenüber den Stickstoff-Störzeigern gehen größten Teils auf das Vorkommen der Drahtschmiele zurück, welche gemäß LAI Vorschlag nur bei der nitrophilen Konkurrenzvegetation berücksichtigt kommt

#### e) Ordnungsgemäße Forstwirtschaft

Zur nitrophilen Konkurrenzvegetation zählen gemäß dem LAI-Verfahren Pflanzen, die einen hohen N-Bedarf zeigen und die ordnungsgemäße Forstwirtschaft gefährden. Die Frage, welche Arten die ordnungsgemäße Forstwirtschaft tatsächlich gefährden, ist nicht in jedem Fall einwandfrei zu beantworten. Erschwerend kommt hinzu, dass dies je nach Baumart variieren kann. Eine einheitliche Klasseneinteilung der Deckungsgrade für alle Arten der nitrophilen Konkurrenzvegetation zur Abschätzung der Gefährdungsstufe der Produktionsfunktion ist demnach fraglich.

Für einige Pflanzen ist die Gefährdung der forstwirtschaftlichen Ziele durch zahlreiche Untersuchungen in der Literatur gut dokumentiert und in Neumann (2007) zusammen-

gestellt. Das Sandrohr zum Beispiel wird oft als Wachstumshemmnis beschrieben [u.a. BERGMANN 1990, SCHMIDT et al. 1996, HOFMANN und HEINSDORF 1990]. BOLTE und ANDERS (1995) sehen den hohen Wasserverbrauch der sich ausbreitenden Sandrohrdecken, vor allem in niederschlagsarmen Gegenden wie den Kiefernwäldern Nordostdeutschlands als Problem. Drahtschmiele und Himbeere treten zwar bei stickstoffbelasteten Flächen auf, eine Gefahr für die Forstwirtschaft kann aber nicht eindeutig belegt werden [BOLTE und ANDERS 1995]. Ähnliche Aussagen liefern WALTER et al. (1998) für Brombeervorkommen in Tannennaturverjüngung. Nach BARTEN (1997) wird die jedoch Brombeere wegen ihres Lichtzugs gegenüber den Jungpflanzen, ihrem unkontrollierten Ausbreiten und der Nährstoffkonkurrenz in Bayern von 70 % der Forstleute als ständig schädigend bei Eiche und schädigend bei Fichte eingestuft. Die Eiche wird auch in den übrigen Bundesländern fast überall durch das Aufkommen der Brombeere als gefährdet angesehen. Brombeeren erschweren außerdem die Pflege der Jungwüchse.

f) Vegetationskartierung

Für die Indikatoren „Stickstoff-Störzeiger“ sowie „nitrophile Konkurrenzvegetation“ liegen sachsenweit keine Daten vor. Das macht eine Kartierung der jeweiligen Standorte mit entsprechendem Expertenwissen notwendig. Da eine sinnvolle Aufnahme der Stickstoffzeiger erst in den Sommermonaten möglich ist, ergibt sich ein Zeitproblem für Genehmigungsverfahren, derer Anträge im Herbst oder Winter eingereicht werden.

### 3.2.2 Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme

Bei der Ausweisung stickstoffempfindlicher Ökosysteme stellt sich die Frage, wie baumartengemischter Wald mit Einzelflächen größer 0,1 ha im Umfeld einer Anlage zu bewerten ist. So gibt es am Standort Mockrehna eine Buchenwaldinsel (Beurteilungspunkt M3) innerhalb eines Kieferngebietes. Z.T. hat sich Hainbuche im Unterstand der Kiefer angesiedelt und nähert sich dem Bestandesaufbau (M1), dem nach Standortserkundung natürlichen Zustand, an. Die Kiefer ist wie oft überbetont.

Wählt man den momentan repräsentativen Bestandestyp auf repräsentativem Standort aus oder gelten z.B. Kiefern- und Buchenökosystem als verschiedene Ökosysteme?

Wie geht man mit Beständen unterschiedlichen Alters um (50jährige Fichten im Vergleich zu 100jährigen Fichten)? Sind diese als einzelne Ökosysteme zu betrachten oder wählt man den altersmäßig repräsentativen Bestand aus? Wie bedeutsam sind die Nebenbaumarten (siehe Hainbuchen bei Mockrehna)?

Diese Fragen sind noch im Arbeitskreis zu klären.

Ähnliche Schwierigkeiten ergeben sich bei in Bezug auf die Bodenparameter heterogenen Untersuchungsflächen (siehe Neukirchen, Stangengrün).

### 3.2.3 Zuweisung der Schutzgutkategorie und Gefährdungsstufe

Die „konsekutive“ Vorgehensweise von der Lebensraum- zur Regulations- hin zur Produktionsfunktion sowie von einer hohen zur niedrigen Gefährdungsstufe ist zu befürworten. Das LAI-Papier sieht bei einer schwachen Gefährdung der Regulationsfunktion die zusätzliche Berücksichtigung der Produktionsfunktion vor [LAI 2006, S. 33].

Es müssen allerdings Kriterien oder Formulierungen gefunden werden, die einen Übergang von der geringen Gefährdung der Regulationsfunktion zur Prüfung der Produktionsfunktion gewährleisten. (siehe pH-Wert Problem im Abschnitt 3.2.1, S. 35).

Sonst bleibt aus fachlicher Sicht nur die a priori - Auswahl der Schutzgutkategorie mit nachgeschalteter Zuordnung der Gefährdungsstufe.

#### Vorschlag:

Bisher musste für die Zuordnung eines Ökosystems in eine Gefährdungsstufe mindestens ein Kriterium erfüllt sein [LAI 2006, S. 37].

Um ein Durchschlagen eines einzigen Faktors, wie z.B. des pH-Wertes, zu verhindern, wird vorgeschlagen, dass künftig mindestens zwei der aufgeführten Kriterien erfüllt werden müssen.

### 3.2.4 Beurteilungswerte

Da das LAI-Verfahren als Screening- und nicht als Genehmigungsverfahren entwickelt wurde, stellt der Beurteilungswert keine rechtskräftige maximal tolerierbare Grenze der Stickstoffeinträge dar. Mit Hilfe von Waldgutachten kann im Genehmigungsverfahren durchaus eine höhere zulässige Gesamtbelastung festgesetzt werden. Niedrige Beurteilungswerte sind aber aus naturwissenschaftlicher Sicht und unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu bevorzugen. Ein Problem bringen zu geringe Beurteilungswerte jedoch mit sich. Der maximal erreichbare Beurteilungswert für Waldstandorte ergibt sich bei Ökosystemen mit geringer Gefährdung der Produktionsfunktion. Abhängig von der verwendeten Critical Load (10 – 20 kg) kann er zwischen 30 und 60 kg N/(ha\*a) schwanken. Zur Vereinfachung des Verfahrens schlägt der Arbeitskreis der LAI vor, den Mittelwert der Spanne des Critical Loads anzusetzen. Damit leitet sich ein maximaler Beurteilungswert von 45 kg N/(ha\*a) ab. In Sachsen wird dieser Höchstwert aufgrund des Kriteriums „pH-Wert“ fast nie erreicht (vgl. Kap. 3.2.1, S. 35). 70 Prozent der sächsischen Waldböden werden nach der jetzigen Fassung des LAI-Entwurfes aufgrund der niedrigen pH-Werte der Regulationsfunktion mit der höchsten Gefährdungsstufe zugeordnet. Für diese Standorte bildet demzufolge ein Beurteilungswert von 22,5 kg N/(ha\*a) die Bewertungsgrundlage. Für maximal 30 Prozent der Standorte ist die Zuweisung zur mittleren Gefährdung der Regulationsfunktion mit einem Beurteilungswert von 25,5 kg N/(ha\*a) möglich. Dies spiegelt sich

auch in den hier untersuchten Gebieten wider. 22 Standorte (39 %)<sup>11</sup> wurden der Regulationsfunktion mit der höchsten Gefährdungsstufe zugewiesen, während bei den restlichen 14 Beurteilungspunkten (61 %) gemäß LAI-Papier von einer mittleren Gefährdung auszugehen ist.

Verändert man den Verfahrensablauf wie oben vorgeschlagen (2 Kriterien müssen mindestens erfüllt sein) erhöht sich die Chance, dass stickstoffempfindliche Waldökosysteme bei geringer Gefährdung der Regulationsfunktion mit der Produktionsfunktion bewertet werden. Die Beurteilungswerte könnten sich für einige Standorte auf Werte bis maximal 45 kg N/(ha\*a) erhöhen.

Bei einer Vorbelastung von 30 bis 45 kg N/(ha\*a) in sächsischen Wäldern<sup>12</sup> können die meisten Vorhaben jedoch nur über die 30 %-Regelung genehmigt bzw. aufgrund von Waldgutachten zugelassen werden. Bei den 15 im Projekt und in der vorangegangenen Diplomarbeit bewerteten Tierhaltungsanlagen lag die Gesamtbelastung an allen Standorten über dem Beurteilungswert. Dabei betrug die jährliche Vorbelastung zwischen 26 und 46 kg N/ha. Die Zusatzbelastung überschritt in jedem Fall die 30 Prozent des Beurteilungswertes. Dies hat bei aktuellen Genehmigungsfällen eine Einzelfallprüfung zur Folge haben.

---

<sup>11</sup> Die Grundlage (100 %) bilden alle Standorte, die nicht der Lebensraumfunktion zugeordnet wurden.

<sup>12</sup> SMUL 2005, S. 9; vgl. auch Datensatz des UBA zur N-Vorbelastung 2004

## 4 Schlussbetrachtung

In diesem Projekt wurde aufbauend auf den Arbeiten einer Diplomarbeit [Neumann 2007] ein Entwurf der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ an Waldstandorten im Umfeld von 13 Tierhaltungsanlagen angewendet und kritisch überprüft. Das von einem Arbeitskreis der LAI entwickelte Verfahren soll beim Bau und der Erweiterung landwirtschaftlicher Anlagen, die nach § 4 BImSchG einer Genehmigung bedürfen, eingesetzt werden. Das Hauptaugenmerk des Projektes lag auf dem zweiten Teil des LAI-Verfahrens „Bewertung von Stickstoffeinträgen“. Mit dem Entwurf der LAI wurde ein erster Schritt in Richtung Bereitstellung eines bundesweit einsetzbaren standardisierten Verfahrens zur Bewertung der Stickstoff-Deposition im Umfeld von Massentierhaltungsanlagen gegangen.

Für eine praktikable Anwendung an Waldstandorten müssen jedoch noch einige Modifizierungen durchgeführt werden. So ist es zum Beispiel notwendig, bei dem Indikator „pH-Wert“ zur Ermittlung der Gefährdungsstufe der Regulations- und Produktionsfunktion die festgesetzten Grenzwerte zu überdenken (oberen Grenzwert 7 auf pH 5 senken). Weiterhin wurde eine technische Änderung bei der Probenahme vorgeschlagen. Die Bodenproben sollen in Anlehnung an die BZE aus einer Mischprobe (8 Satelliten) in 10 bis 30 cm Tiefe entnommen werden.

Bei der Zuordnung der Ökosysteme zur Gefährdungsstufe wird empfohlen, dass zukünftig zwei, statt wie bisher nur eines, der vorliegenden Kriterien erfüllt sein müssen.

Bei der Zuordnung von Pflanzen der Strauch- und Krautschicht zur nitrophilen Konkurrenzvegetation ist u.a. die Gefährdung der ordnungsgemäßen Forstwirtschaft ausschlaggebend. Dies ist im Einzelfall nicht ohne Expertenwissen möglich.

Die Einschätzung des Stickstoff-Status der Ökosysteme erfolgt über den Deckungsgrad der Stickstoff-Störzeiger. Ein Problem stellt die Komplexität von Organismen und die damit verbundenen Ansprüche an verschiedene Standortfaktoren dar. Viele Stickstoffzeiger haben gleichzeitig eine hohe Lichtbedürftigkeit oder zeigen Abhängigkeiten zu gut wasserversorgten Standorten. Daher ist bei einem Auftreten bzw. einem Nichtvorhandensein von Stickstoff-Störzeigern nicht immer von einer eindeutigen Stickstoffübersorgung (-unterversorgung) des Standortes auszugehen.

Beide Indikatoren weisen eine Diskrepanz zwischen der geforderten N-Zahl nach Ellenberg von mindestens 7 und den tatsächlichen Stickstoffzahlen der beispielhaft angeführten Arten auf. In Anlehnung an eine Studie von PITCAIRN (2005) wird eine N-Zahl von 6 zur Abgrenzung der nitrophilen Arten vorgeschlagen. Zudem liegen für beide Indikatoren sachsenweit keine Daten vor. Eine Kartierung der jeweiligen Standorte und entsprechendes Expertenwissen sind nötig. Da eine sinnvolle Aufnahme der Stickstoff-

zeiger erst in den Sommermonaten möglich ist, ergibt sich ein Zeitproblem für Genehmigungsverfahren, derer Anträge im Herbst oder Winter eingereicht werden.

Bei der Ausweisung empfindlicher Ökosysteme ist noch zu klären, wie mit baumartengemischten Flächen bzw. heterogenen Untersuchungsgebieten in Bezug auf die Bodenparameter umzugehen ist.

Aufgrund der hohen Stickstoff-Vorbelastung in sächsischen Wäldern übertrifft die Gesamtbelastung immer den Beurteilungswert. Die bewerteten Stallanlagen konnten auch nicht über die 30 %-Regelung genehmigt werden. Es ist in jedem Fall eine Einzelfallprüfung nachzuschalten.

## Quellennachweis

- AK STANDORTSKARTIERUNG (1996): Forstliche Standortsaufnahme. 5. Auflage, IHW-Verlag Eching bei München.
- BARTEN, R. (1997): Brombeere (*Rubus fruticosus*) – ein Problem im Forst? In: Forst und Holz, 52/7, S. 190-192.
- BERGMANN, J.-H. (1990): Der Einfluß des Sandrohrs (*Calamagrostis epigejos*) auf das Kiefernwachstum unter Bedingungen starker Stickstoffimmissionen. In: Beiträge für die Forstwirtschaft, 24/1, S.12-15.
- BMELF [Hrsg.](1997): Deutscher Waldbodenbericht 1996 - Band 2. Bonn, (= BMELF informiert).
- BML [Hrsg.](2000): Kennwerte zur Charakterisierung des ökochemischen Bodenzustandes und des Gefährdungspotentials durch Bodenversauerung und Stickstoffsättigung an Level II-Waldökosystem-Dauerbeobachtungsflächen – Arbeitskreis C der Bund-Länder Arbeitsgruppe Level II, Bonn.
- BMU [Hrsg.](2002a): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG)  
In: <http://www.bmu.de/luftreinhaltung/downloads/doc/36008.php> am:22.06.2006.
- BMU [Hrsg.](2002b): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft)  
In: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf> am: 13.02.2006.
- BMVEL [Hrsg.](2004): Handbuch Forstliche Analytik – Teil A Boden und Humusuntersuchungen.
- BOLTE, A.; ANDERS, S. (1995): Zur Rolle der Bodenvegetation bei der Destabilisierung stickstoffbelasteter Kiefernökosysteme. In: Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie, 29/4, S. 151-155.
- BOLTE, A.; BILKE, A. (1998): Wirkung der Bodenbelichtung auf die Ausbreitung von *Calamagrostis epigejos* in den Kiefernforsten Norddeutschlands. In: Forst und Holz, 53/8, S.232-236.
- DOBLER, G. (2005): Die Forstliche Vegetationskunde wissenschaftstheoretisch hinterfragt. In: waldoekologie online, Vol. 2, Freising, S. 59 -67.
- FORSTAMT MORITZBURG [Hrsg.](o.J.): Charakteristik des Sächsischen Forstamtes Moritzburg. In: <http://www.radeburg-net.de/moritzburg/forstamt.php> am: 20.04.2006.
- EERDEN, van der L.J. et al. (1990): Effects of atmospheric ammonia and ammonium on vegetation. In: Ammoniak in der Umwelt, Braunschweig-Völkerode.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULIßEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 2. verbesserte und erweiterte Auflage, Göttingen.
- GEMBALLA, R. / LFP [Hrsg.](2004): Ökogramme der Natürlichen Waldgesellschaften und Stamm-Vegetationsformen in Sachsen – Erarbeitet aus dem Vegetationsformen-Katalog der Stamm-Standortsgruppen in Sachsen (Köhler 2001). Graupa. (= Schriftenreihe des Landesforstpräsidiums H. 27/04).
- GEMBALLA, U. (2005): Laborarbeitsanweisung – C/N-Messung am „Elementar vario EL“. Graupa, unveröff..

- HAASE, G. (1995): Düben-Dahlener Heide. In: MANNSFELD, K. / RICHTER, H. [Hrsg.] (1995): Naturräume in Sachsen - Forschungen zur Deutschen Landeskunde. Bd. 238, Zentralausschuss für deutsche Landeskunde, Trier, S. 42-50.
- HEINSDORF, D.; BECK, W. (2003): Langjährige Untersuchungen zur Wirkung hoher N-Zufuhren auf Ernährung und Wachstum eines Kiefernbestandes. In: Beiträge zur Forstwirtschaft und Landschaftsökologie, 37/1, S. 28-35.
- HEINSDORF, D.; KRAUß H.-H. (1991): Massentierhaltung und Waldschäden auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. In: Forst und Holz, 13, 356-361.
- HOFMANN, G. (1995): Zur Wirkung von Stickstoffeinträgen auf die Vegetation nordost-deutscher Kiefernwaldungen. In: UBA [Hrsg.](1995): Wirkungskomplex Stickstoff und Wald. IMA-Querschnittsseminar am 21./22.11.1994, UBA-Texte 28/95, Berlin, S. 131-140.
- HOFMANN, G.; HEINSDORF, D.; KRAUß, H.-H. (1990): Wirkung atmosphärischer Stickstoffeinträge auf die Produktivität und Stabilität von Kiefern-Forstökosystemen. In: Beiträge für die Forstwirtschaft, 24/2, S. 59-73.
- HOFMANN, G.; HEINSDORF, D. (1990): Depositionsgeschehen und Waldbewirtschaftung – Quantifizierung und Abgrenzung des Depositionsgeschehens in den Wäldern als Grundlage für eine ökologisch orientierte Waldbewirtschaftung. In: Der Wald, 40/7, S. 208-213.
- HÖLTING, B.; HAERTLE, T.; HOBERGER, K.-H.; NACHTIGALL, K.; VILLINGER, E.; WEINZIERL, W.; WROBEL, J.-P. / Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geologische Landesämter der Bundesrepublik Deutschland [Hrsg.] (1995): Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung. - Geologisches Jahrbuch C 63, S. 5-24, Hannover.
- KOWALKE, H. (2000): Sachsen. Klett-Perthes, Gotha.
- LAF [Hrsg.](2000): Hilfstafel zur sächsischen Forsteinrichtungsdienstanweisung. Graupa.
- LAF [Hrsg.](2001): Waldbiotopkartierung in Sachsen – Ergebnisse der Kartierung 1994 – 2000. Graupa.
- LAI [Hrsg.](2005): Arbeitskreis „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ – Abschlussbericht, 6. Entwurf, Stand 08.11.2005.
- LAI [Hrsg.](2006): Arbeitskreis „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ – Abschlussbericht (Langfassung), Stand 13.09.06.
- LFUG [Hrsg.] (2007): Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000 Sachsen.  
In: [http://www.lfug.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive\\_karten\\_12970.html](http://www.lfug.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive_karten_12970.html) August 2007.
- LFUG [Hrsg.](2007a): Auszug aus dem Datenbestand des LFUG für die Karte zur Bodenbewertung 1:50.000. bereitgestellt von Herrn Siemert, Freiberg, August 2007.
- LFUG [Hrsg.](2007b): FFH- und SPA-Gebiete.  
In: [http://www.lfug.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive\\_karten\\_10956.html](http://www.lfug.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive_karten_10956.html) August 2007.
- LFUG [Hrsg.](2007c): Schutzgebiete in Sachsen.  
In: [http://www.lfug.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive\\_karten\\_10956.html](http://www.lfug.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive_karten_10956.html) August 2007.
- LfUG [Hrsg.] (2007d): Erläuterungen zur Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung in Anlehnung an HÖLTING et al. 1995.



- In: [http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/a-geologie\\_12540.html](http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/a-geologie_12540.html) August 2007.
- LfUG [Hrsg.] (2007e): Hyk50 Hydrogeologische Spezialkarte der Schutzfunktion [http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/a-geologie\\_12540.html](http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/a-geologie_12540.html) August 2007.
- MURACH, D. (2003): Abschätzung möglicher Auswirkungen der geplanten Geflügelhaltung „Meissner Landstraße“ auf die Böden und Bestände der angrenzenden Forstökosysteme. unveröff. forstwissenschaftliches Gutachten.
- Neumann, C. (2007): Bewertung von Stickstoffdeposition in Waldökosysteme - Prüfung des Verfahrens nach Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI). Diplomarbeit, Dresden.
- Pitcairn, C.E.R.; Leith, .D., Dijk, N. van and M.A. Sutton (2005): Refining and testing the Ellenberg Index biomonitoring method at the intensive sites. In: Leith, I.D., van Dijk, N., Pitcairn, C.E.R., Wolseley, P.A., Whitfield, C.P., Sutton, M.A [Hrsg.] JNCC Report 386: Biomonitoring methods for assessing the impacts of nitrogen pollution: refinement and testing S. 44-66
- RP DRESDEN [Hrsg.](2006): Immissionsschutzrechtliche Genehmigung – Bekanntmachung des RP Dresden vom 09. Feb. 2006. bereitgestellt durch Herrn Dr. Andreae (SBS), AZ 8823.12/7.
- SBS [Hrsg.](2007): FGIS-online, Graupa, August 2007.
- SCHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. 15. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg – Berlin.
- SCHMIDT, W.; PFIRRMANN, H.; BRÜNN, S. (1996): Zur Ausbreitung von *Calamagrostis epigejos* in den niedersächsischen Kiefernwäldern. In: Forst und Holz, 51/11, S. 369-372.
- SCHWANECKE, W. / LAF [Hrsg.](1993): Haupt- und Lokalbodenformen der forstlichen Standortserkundung im Freistaat Sachsen (Bodenformenkatalog). 124 S. - lose Blattsammlung, Graupa.
- SMUL [Hrsg.](2005): Waldzustandsbericht 2005.
- SMUL [Hrsg.](2005a): Bodenbewertungsinstrument Sachsen.
- UBA [Hrsg.](2002): Umweltdaten Deutschland 2002, Berlin.
- ULRICH, B. (1981): Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Vol. 144, S. 289 –305.
- ULRICH, B. (1995) Entwicklung der Waldschäden aus ökosystemarer Sicht. In: UBA [Hrsg.](1995): Wirkungskomplex Stickstoff und Wald. IMA-Querschnittsseminar am 21./22.11.1994, UBA-Texte 28/95, Berlin, S. 9-19.
- UN-ECE (2004): Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. In: [www.icpmapping.org](http://www.icpmapping.org) am: 20.04.2006.
- KOMMISSION REINHALTUNG DER LUFT IM VDI UND DIN [Hrsg.](2004): Umweltmeteorologie – Atmosphärische Ausbreitungsmodelle: Depositionsparameter. – Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (Entwurf), Beuth Verlag, Berlin.
- WALTER, M.; KRUG, M.; SCHREINER, M.; REIF, A. (1998): Brombeeren auf dem oberen Buntsandstein – Vorkommen und Einfluß auf die Tannen-Naturverjüngung im Fbz. Villingen. In: AFZ – Der Wald, 11, S. 600-603.

ZIRLEWAGEN, D. (2004): Regionalisierung von bodenchemischen Daten aus Flächen des forstlichen Umweltmonitorings in Sachsen – Abschlußbericht, September 2004. Kenzingen.

## ***Anhang***

1. Untersuchungsgebiete
2. Standortkundliche und waldbauliche Eckdaten zur Charakterisierung der stickstoffempfindlichen Ökosysteme in den Untersuchungsgebieten
3. Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen
4. Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen
5. Empirische Critical Loads für Wälder und Forsten

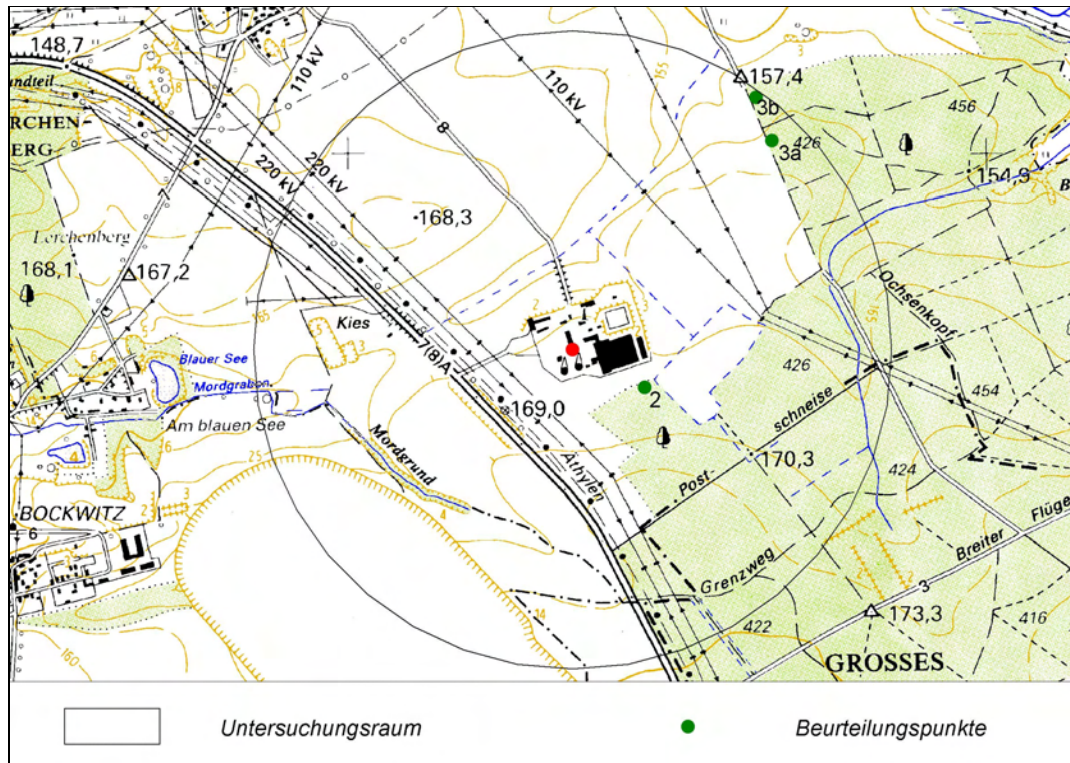


Abb. A. 1: Untersuchungsraum Dittmannsdorf (1:15.000)

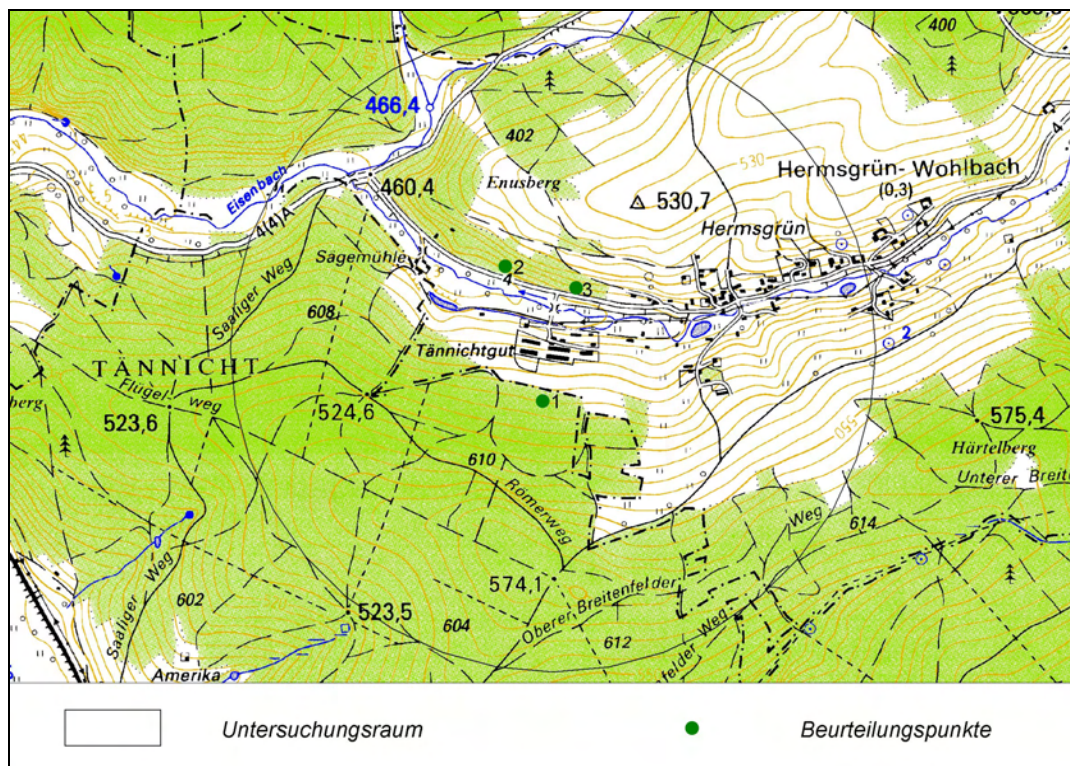


Abb. A. 2: Untersuchungsraum Hermegrün (1:15.000)

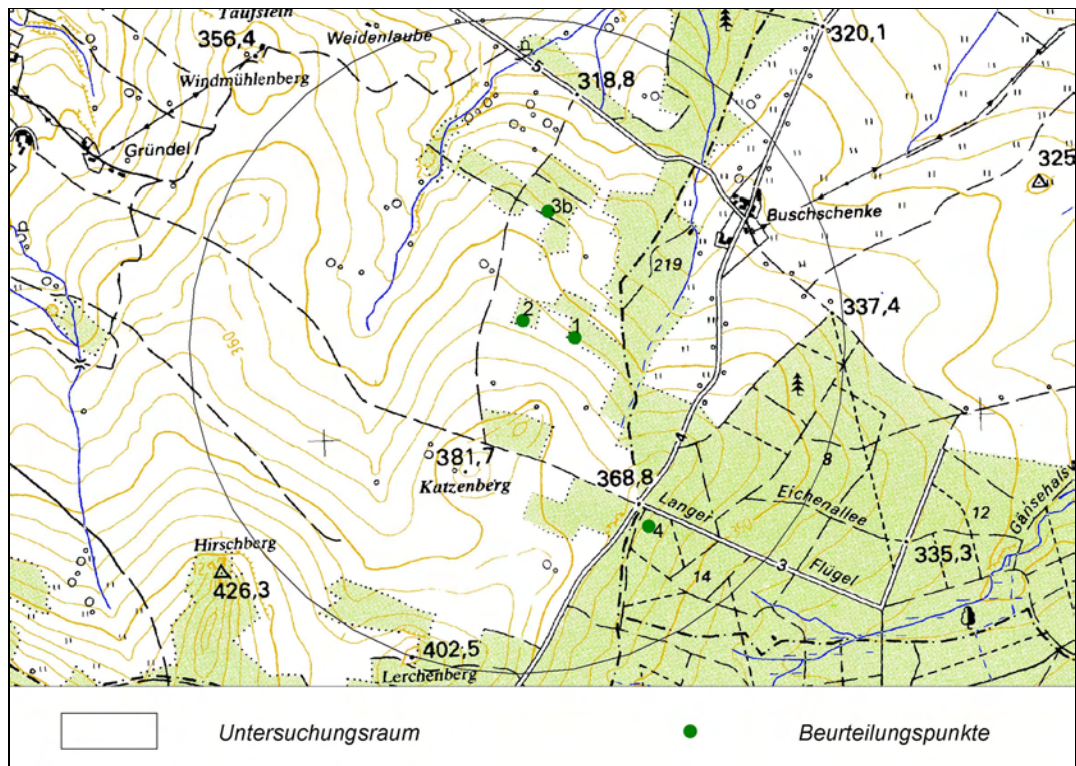


Abb. A. 3: Untersuchungsraum Herwigsdorf (1:15.000)

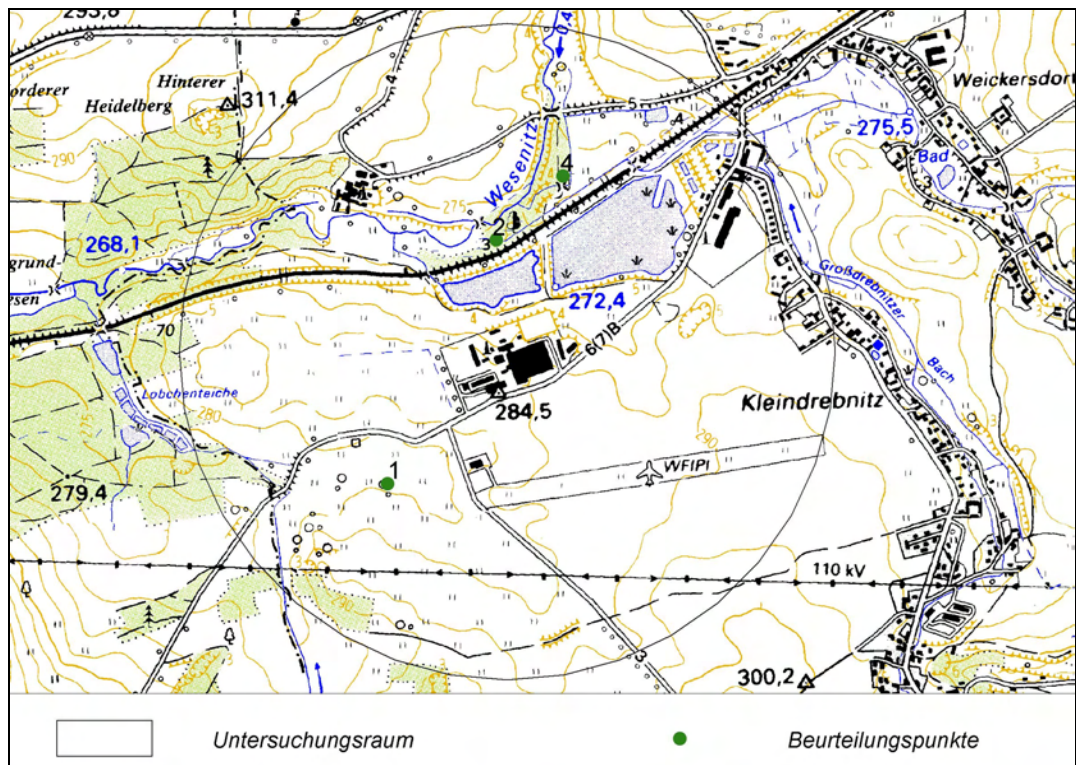


Abb. A. 4: Untersuchungsraum Kleindrebnitz (1:15.000)

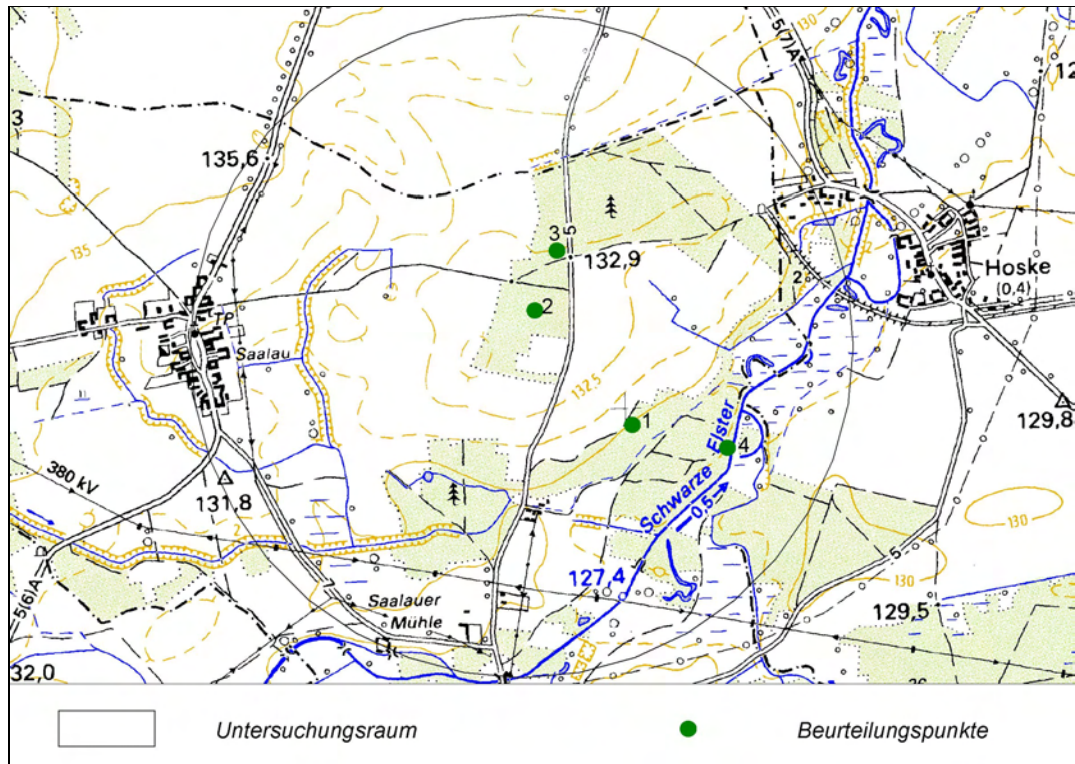


Abb. A. 5: Untersuchungsraum Kotten (1:15.000)

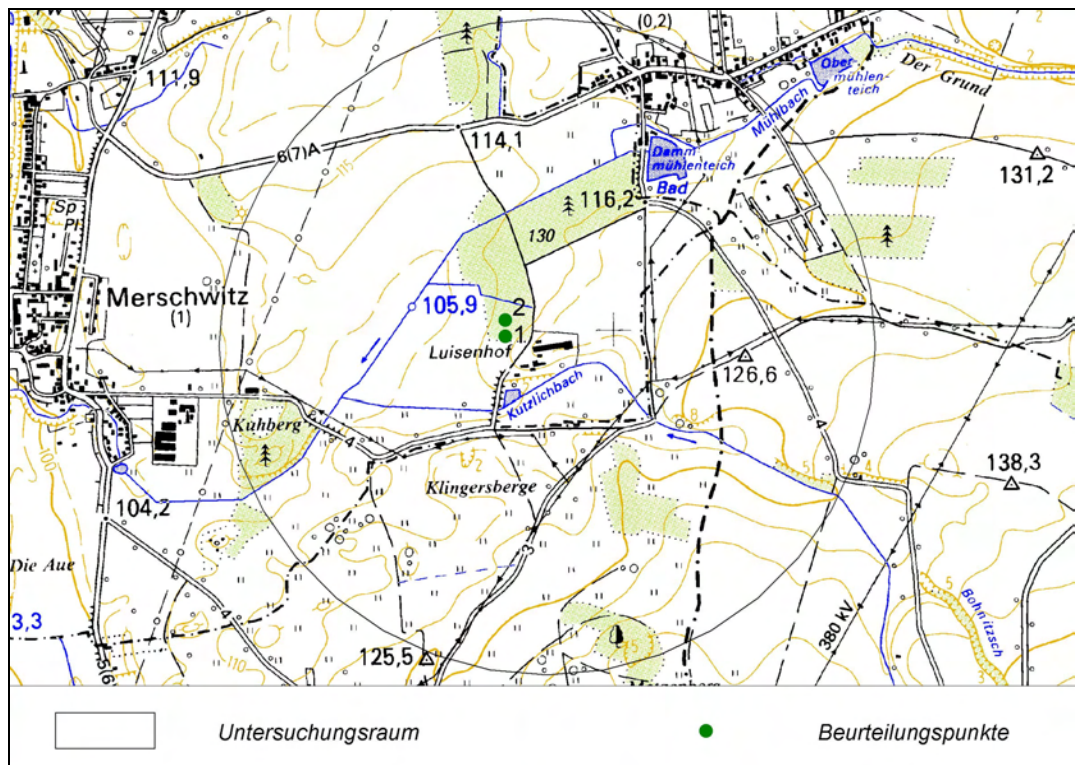


Abb. A. 6: Untersuchungsraum Merschwitz (1:15.000)

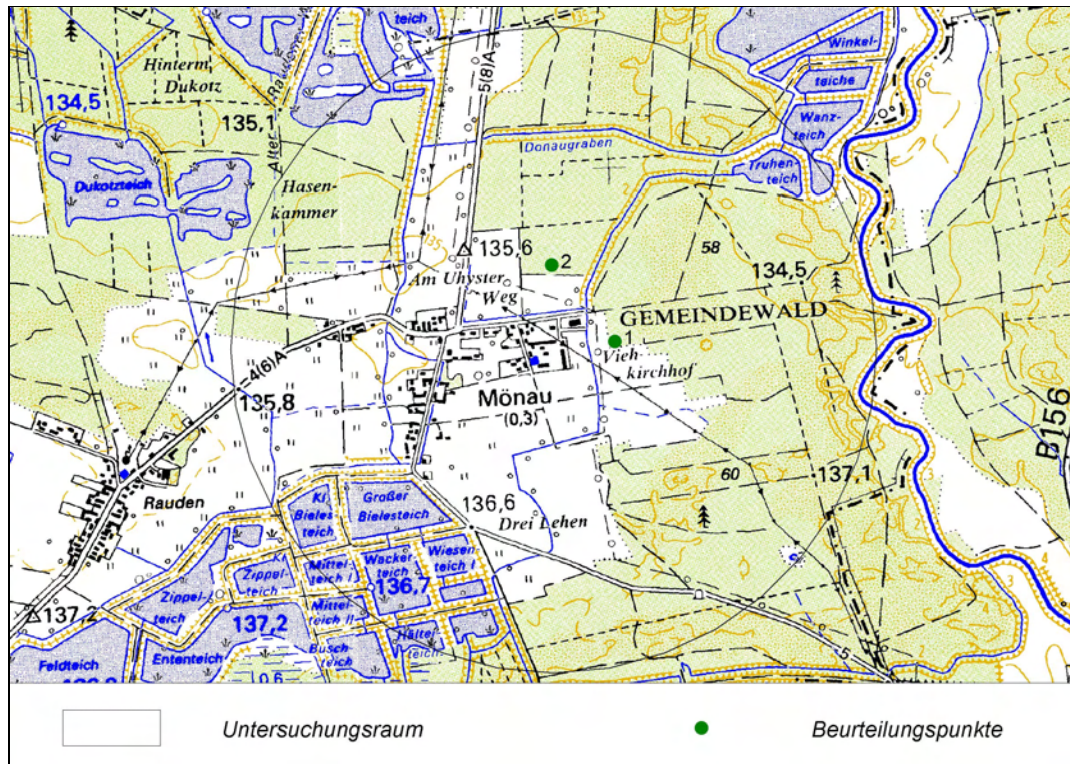


Abb. A. 7: Untersuchungsraum Mönau (1:15.000)

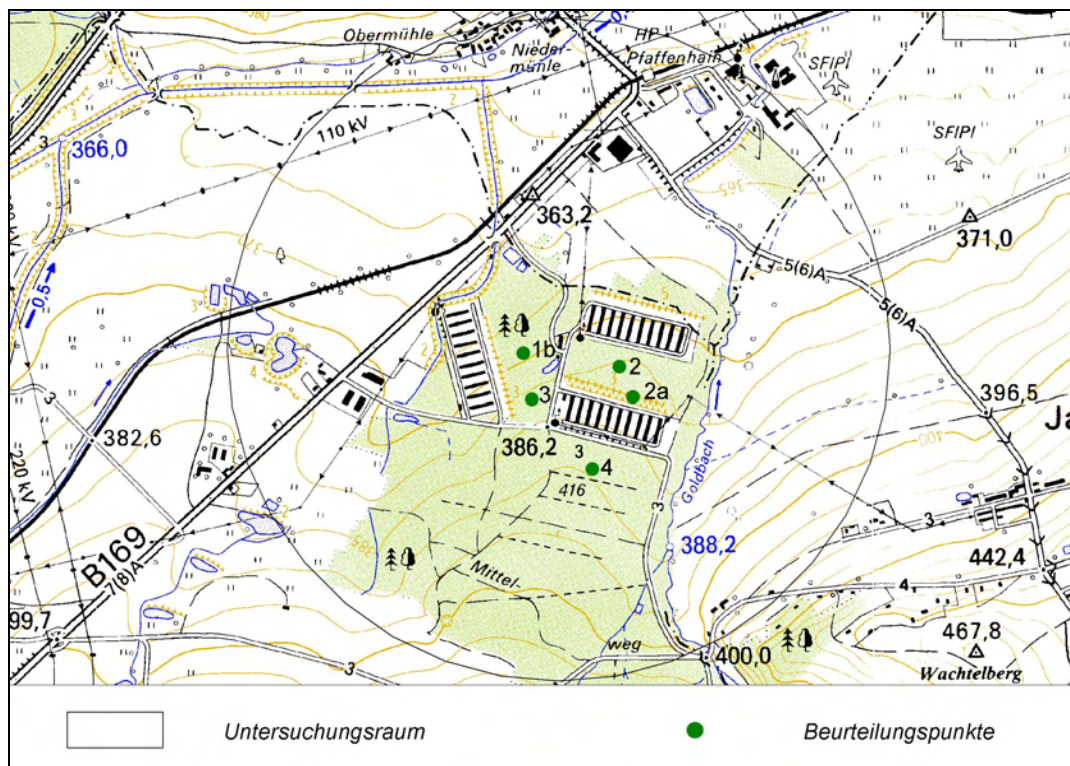
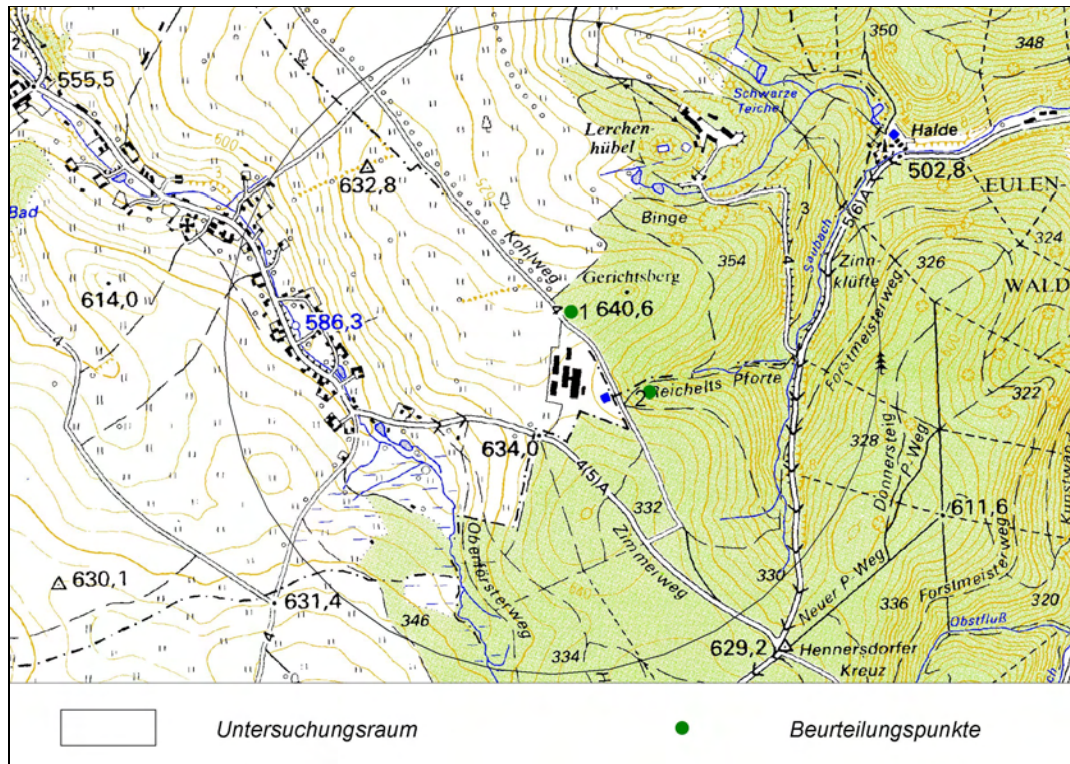
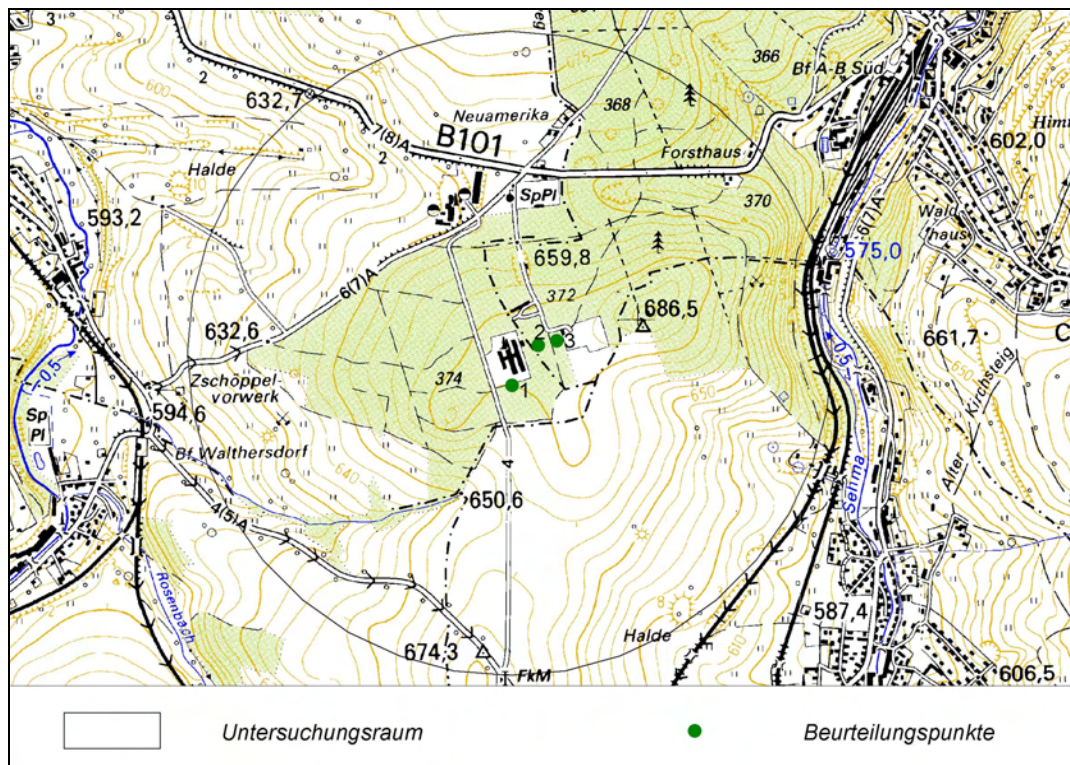


Abb. A. 8: Untersuchungsraum Neukirchen (1:15.000)

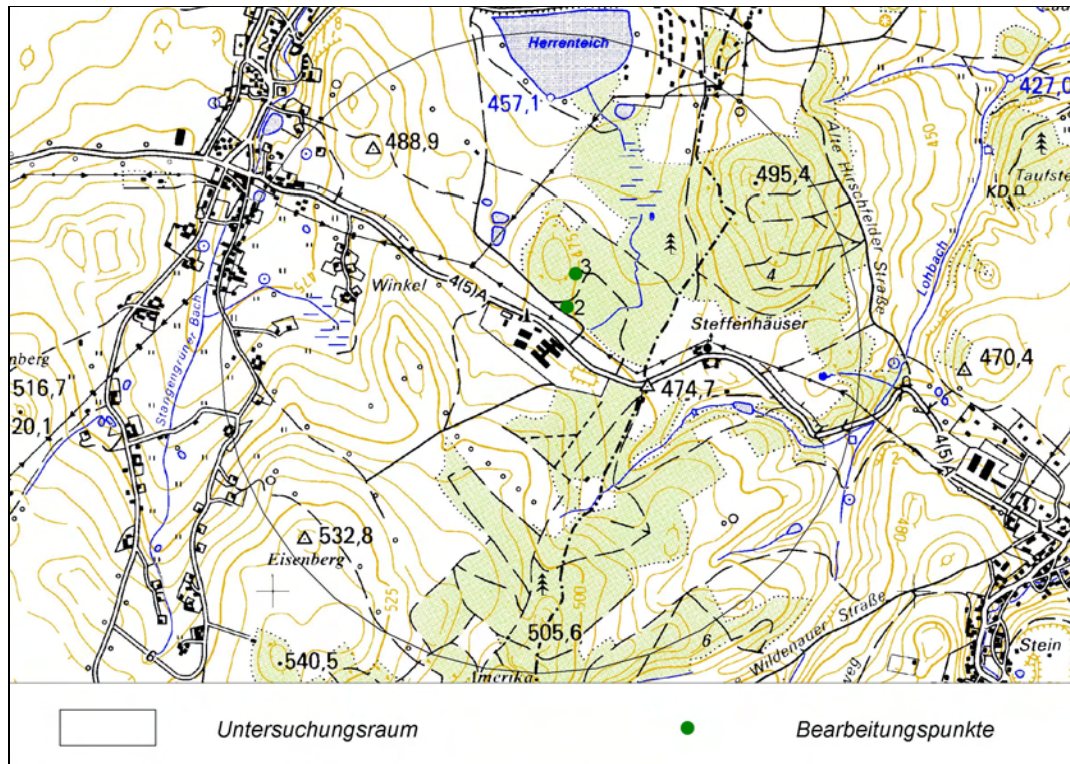


**Abb. A. 9:** Untersuchungsraum Sadisdorf (1:15.000)

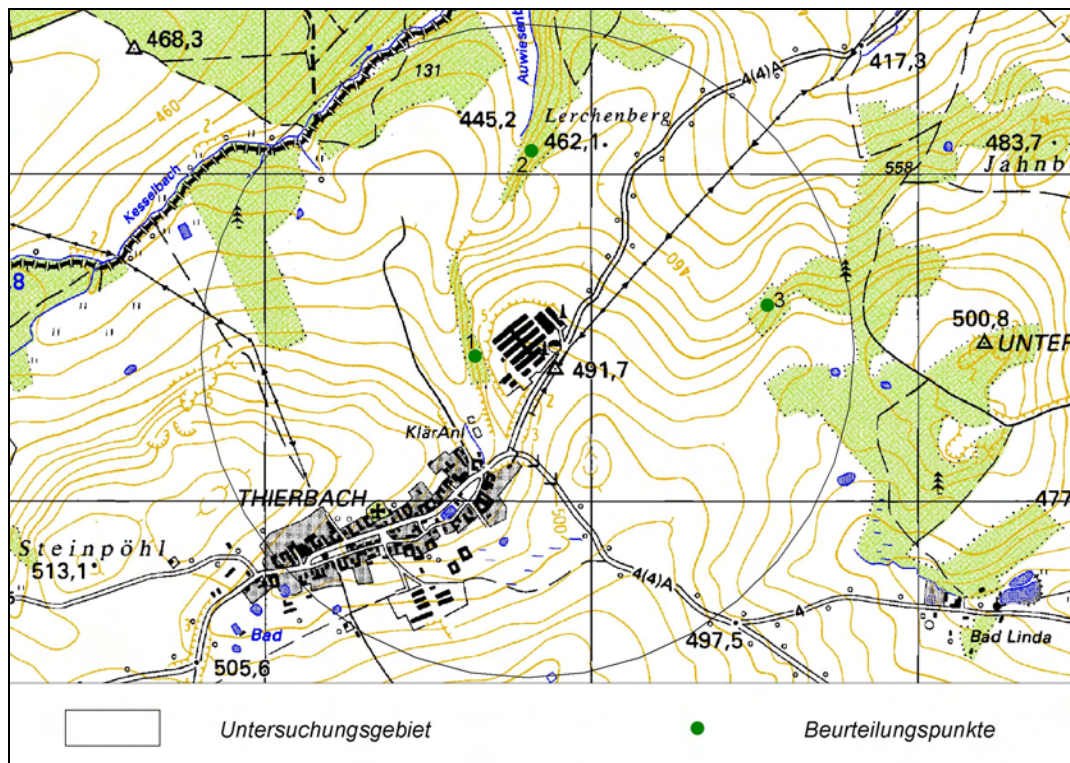


**Abb. A. 10:** Untersuchungsraum Schlettau (1:15.000)





**Abb. A. 11:** Untersuchungsraum Stangengrün (1:15.000)



**Abb. A. 12:** Untersuchungsraum Thierbach (1:15.000)

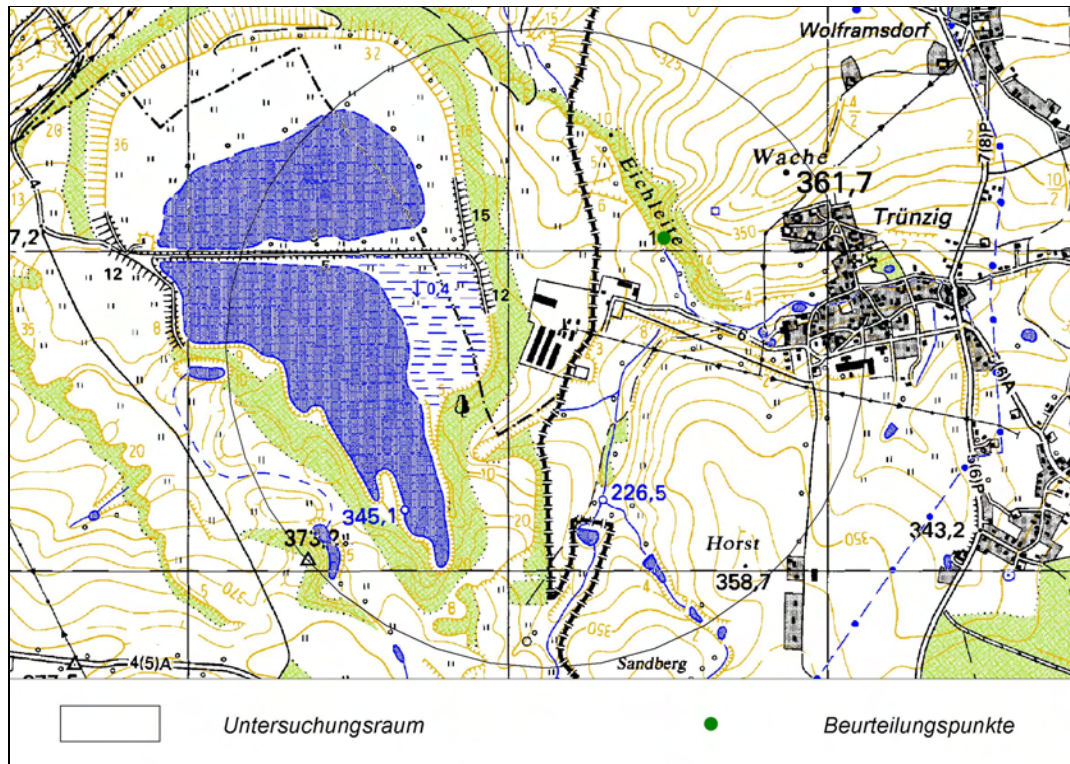


Abb. A. 13: Untersuchungsraum Trünzig (1:15.000)

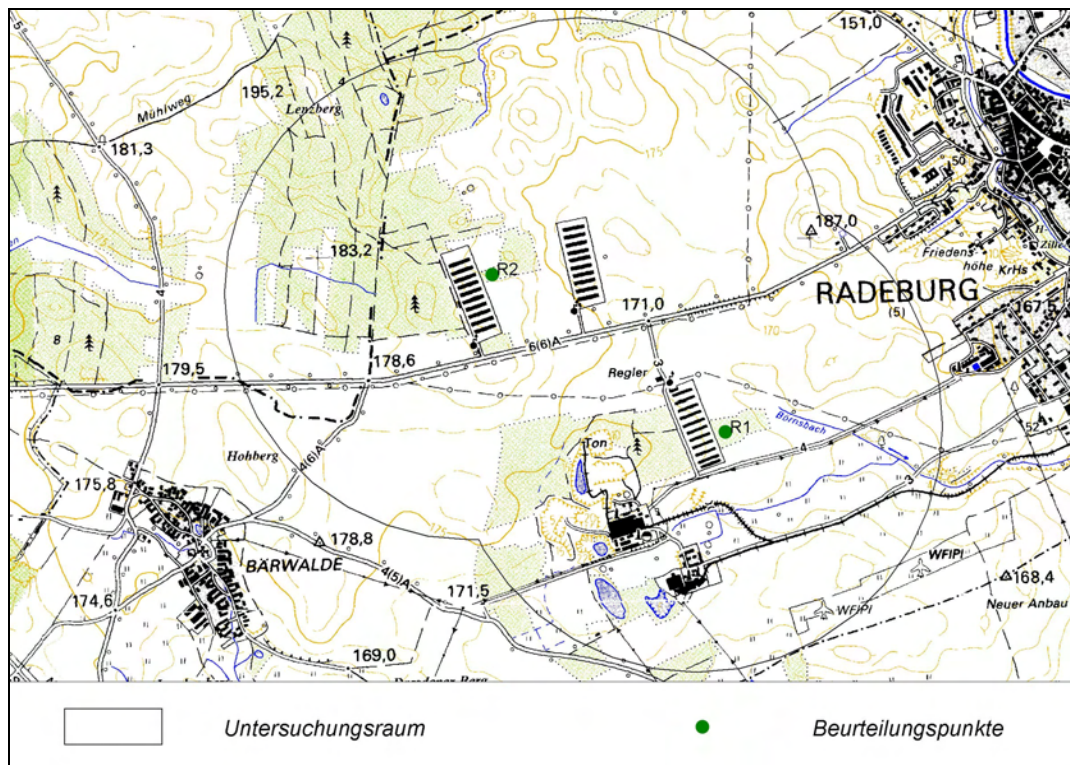


Abb. A. 14: Untersuchungsraum Radeburg (1:20.000)

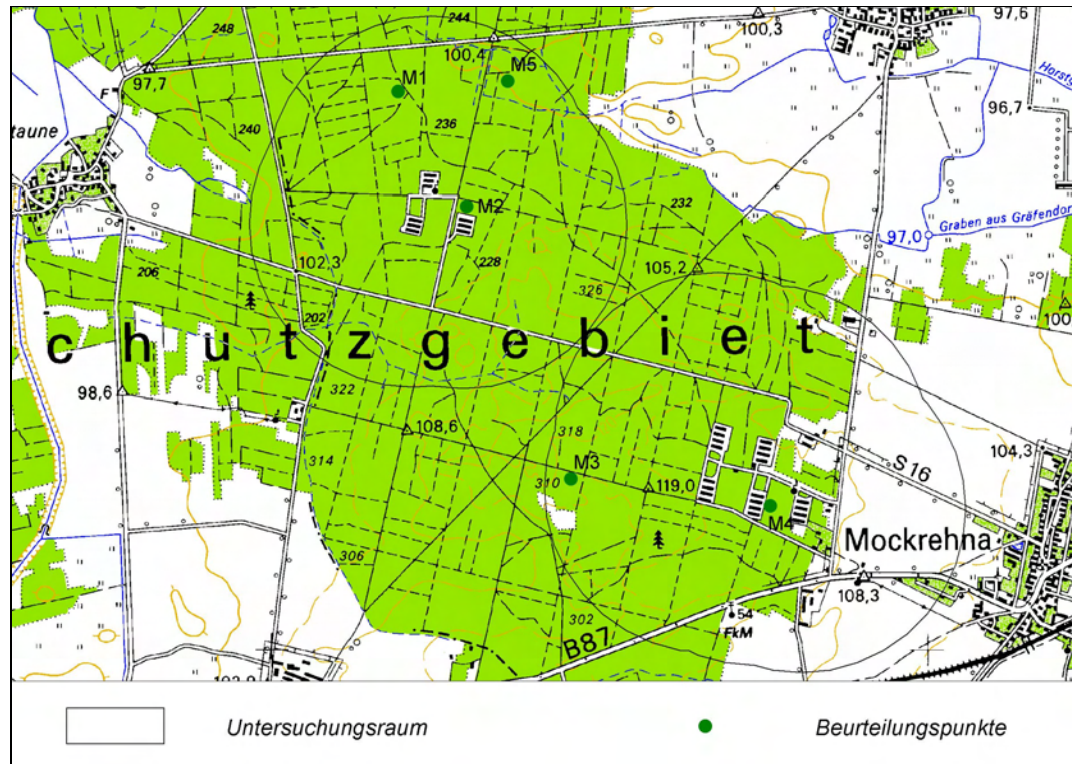


Abb. A. 15: Untersuchungsraum Mockrehna (1:30.000)

**Tab. A. 1:** standortkundliche und waldbauliche Eckdaten zur Charakterisierung der stickstoffempfindlichen Ökosysteme

Anlage	BP	gesetzlicher Schutzstatus <sup>1</sup>	Bodenform <sup>1</sup>	Standortform <sup>1</sup>	Bodenart <sup>2</sup>	Sickerwasser-dauer <sup>3</sup>	Wpfl <sup>3</sup>	Baumart <sup>1</sup>	Alter <sup>1</sup>	Ertragsklasse <sup>4</sup>
<b>Dittmannsdorf</b>	DD 2		Wermsdorfer-Decklöß-Staugley	WM2	Ls2		234	GBI	53	II,7
	DD 3a	FFH-Gebiet (Laubwälder um Beucha)	Wermsdorfer-Decklöß-Staugley	WM3	Ls2		234	REI	45	
	DD 3b		Wermsdorfer-Decklöß-Staugley	WM4	Ls2		234	REI	45	II,0
<b>Hermesgrün</b>	HG 1	Naturpark (Erzgebirge/Vogtland) (Zone II), LSG (Oberes Vogtland)	Beerheider Quarzit-Humusstaugley	NM2	UI - L		101	GFI	20	II,1
	HG 2	Naturpark (Erzgebirge/Vogtland) (Zone II)	Hermesgrüner Quarzit-Braunpodsol	TZ2	SI - L		91	GKI	77	II,0
	HG 3	Naturpark (Erzgebirge/Vogtland) (Zone II)	Hermesgrüner Quarzit-Braunpodsol	TZ2	SI - L		91	GFI		k.A.
<b>Herwigsdorf</b>	HD 2		Rachlauer Granit-Staugley	WM2z	SI - Ls		87	GBI	50	I,6
	HD 1		Rachlauer Granit-Staugley	WM2z	SI - Ls		87	GFI	18	II,9

Anlage	BP	gesetzlicher Schutzstatus <sup>1</sup>	Bodenform <sup>1</sup>	Standortsform <sup>1</sup>	Bodenart <sup>2</sup>	Sickerwasserdauer <sup>3</sup>	Wpfi <sup>3</sup>	Baumart <sup>1</sup>	Alter <sup>1</sup>	Ertragsklasse <sup>4</sup>
<b>Herwigsdorf</b>	HD 3b		Rachlauer Granit-Braunerde	TM2	SI - Ls		80,70	SEI	50	II,2
	HD 4	FFH-Gebiet (Seperate Fledermausquartiere und -habitate in der Lausitz)	Rachlauer Granit-Braunerde	TM2	SI - Ls		k.A	GFI	17	
<b>Kleindrebnitz</b>	KD 2	FFH-Gebiet (Obere Wesenitz und Schutzgebiete), Erlenbruchwald an der Wesenitz, Überschwemmungsgebiet nach SächsWG	Kleinröhrsdorfer Löß-Bachtälchen	BM2	UI - SI		137,5	RER	51	III,5
	KD 4	FFH-Gebiet (Obere Wesenitz und Schutzgebiete), Überschwemmungsgebiet nach SächsWG	Kleinröhrsdorfer Decklöß-Braunerde	TM2	Ls2 - Us2		163,3 5	GFI	jung	
	KD 1		Kleinröhrsdorfer Decklöß-Braunerde	TM3	Ls2 - Us2		163,3 5	SEI	62	0,3
<b>Kotten</b>	K 1		Wiepersdorfer Sand-Graugley	TZ1	mS - fS	wenige Tage bis ein Jahr	63,5	GBI	65	IV,1
	K 2		Nedlitzer Sand-Braunerde	TM2f	SI2	mehrere Monate bis 3 Jahre	148	PAP	44	> III
	K 3		Radeberger Tieflehm-Staugley	NM2	S (40-80cm), dann L	mehrere Monate bis 3 Jahre	147,8	GKI	84	III,1

Anlage	BP	gesetzlicher Schutzstatus <sup>1</sup>	Bodenform <sup>1</sup>	Standortsform <sup>1</sup>	Bodenart <sup>2</sup>	Sickerwasserdauer <sup>3</sup>	Wpfl <sup>3</sup>	Baumart <sup>1</sup>	Alter <sup>1</sup>	Ertragsklasse <sup>4</sup>
<b>Merschwitz</b>	ME 1	LSG (Riesaer Elbtal und Seußlitzer Elbhügelland)	Wiepersdorfer Sand-Graugley	NZ2	mS - fS		84	GKI	62	0,7
	ME 2	LSG (Riesaer Elbtal und Seußlitzer Elbhügelland)	Wiepersdorfer Sand-Graugley	NZ2	mS - fS		84	GBI	67	II,7
<b>Mönau</b>	MÖ 1	FFH-Gebiet (Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft), SPA-Gebiet (BR OHTL), BR , Zone II, NSG (OHTL), LSG (Spree- und Teichlandschaft südlich Uhyst)	Weißacker Sand-Gleyrostpodsol	TA2	mS - fS			GKI	106	II,5
	MÖ 2	SPA-Gebiet (BR Oberlausitzer Heide- und Teichlandschaft), BR, Zone III, LSG (Spree- und Teichlandschaft südlich Uhyst)	Gritteler Sand-Gleyhumusrorstopodsol	NA2	mS - fS			GKI	122	0,5
<b>Neukirchen</b>	NS 1b		Lauterbacher Decklöß-Staugley	WM2	Us - Ls2		106	BAH	16	
	NS 2		Lauterbacher Decklöß-Staugley	WM2	Us - Ls2		106	SEI	23	0,9
	NS 2a		Leubnitzer Decklehm-Braunstaugley	TM2w	Us - Ls2		128	GBI	54	III,4
	NS 3		Leubnitzer Decklehm-Braunstaugley	TM2	Us - Ls2		128	GFI	56	II,1
	NS 4	LSG (Hauwald-Querenbach)	Herzogswalder Decklöß-Humusstaugley	NM2	Us - Ls3		120	GFI	58	I,8

Anlage	BP	gesetzlicher Schutzstatus <sup>1</sup>	Bodenform <sup>1</sup>	Standortsform <sup>1</sup>	Bodenart <sup>2</sup>	Sickerwasser-dauer <sup>3</sup>	Wpfl <sup>3</sup>	Baumart <sup>1</sup>	Alter <sup>1</sup>	Ertragsklasse <sup>4</sup>
<b>Sadisdorf</b>	SD 1	LSG (Oberes Osterzgebirge)	Altenberger Porphyр-Podsol	TZ2	UI - Ls	mehrere Monate bis 3 Jahre	61,1	PFI	21	
	SD 2	LSG (Oberes Osterzgebirge)	Georgenfelder Porphyр-Braunerde	TM2	UI - L	3 - 10 Jahre	113,7 5	BAH	54	
<b>Schlettau</b>	SCH 1	Naturpark (Erzgebirge/Vogtland) (Zone II)	Oelsengrunder Gneis-Humusstaugley	NM2	SI - Ls		68,4	RER	20	III,9
	SCH 2	Naturpark (Erzgebirge/Vogtland) (Zone II)	Oelsengrunder Gneis-Braunerde	TM2	SI - Ls		62,4	GFI	42	I,4
	SCH 3	Naturpark (Erzgebirge/Vogtland) (Zone II)	Oelsengrunder Gneis-Braunerde	TM2	SI - Ls		62,4	RBU	72	I,4
<b>Stangen-grün</b>	SG 2	LSG (Kirchberger Wald)	Plohner Granit-Humusstaugley	NM2	SI - Ls		63,07	GFI	15	II,5
	SG 3	LSG (Kirchberger Wald)	Plohner Granit-Braunerde	TM2	SI - Ls		57,82	GFI	66	I,8
<b>Trünzig</b>	T 1		Boosgrund-Schiefer-Braunerde	TM3	UI - L		62,4	SEI	50	< 0,3
<b>Thierbach</b>	TB 1	WSG III, Talsperre Weida/Zeulenroda,	Boosgrund-Schiefer-Braunerde	TM3	UI - L			RBU	88	II,6
	TB 2	WSG III, Talsperre Weida/Zeulenroda,	Boosgrund-Schiefer-Braunerde	TM3	UI - L			GFI	72	I,8

Anlage	BP	gesetzlicher Schutzstatus <sup>1</sup>	Bodenform <sup>1</sup>	Standortsform <sup>1</sup>	Bodenart <sup>2</sup>	Sickerwasserdauer <sup>3</sup>	Wpfl <sup>3</sup>	Baumart <sup>1</sup>	Alter <sup>1</sup>	Ertragsklasse <sup>4</sup>
<b>Thierbach</b>	TB 3	WSG III, Talsperre Weida/Zeulenroda,	Heinsdorfer Schiefer-Braunerde	TM2	L			GKI	17	0,7
<b>Radeburg</b>	R 1		Kauxdorfer Sand-Braunerde	TM2	Sl2		148	GKI, (SEI)	36 (k.A.)	0,2
	R 2		Kauxdorfer Sand-Braunerde	TM2	Sl2		152	GKI, (SEI)	115 (45)	II,5
<b>Mockrehna</b>	M 1	Naturpark, LSG (Dübener Heide)	Nedlitzer Sand-Braunerde	TM2f	Ss-Ss, G2		85	GKI, HBU	51, 69	I,5
	M 2	Naturpark, LSG (Dübener Heide)	Nedlitzer Sand-Braunerde	TM2f	Ss-Ss, G2		85	GKI, Bi	29, (29)	I,5
	M 3	Naturpark, LSG (Dübener Heide)	Zahnaer Sand-Braunerde	TK2	SlI3-Ss, G2		145	RBU	70	0,8
	M 4	Naturpark, LSG (Dübener Heide)	Nedlitzer Sand-Braunerde	TM2	Ss-Ss, G2		85	GKI	101	II,3
	M 5	NSG und SPA (Pressler Heidewald und Moorgebiet), Naturpark, LSG (Dübener Heide)	Stechauer Sand-Humusgley	NZ1	S		85	GKI	48	

Datenquellen: <sup>1</sup>[SBS 2007]; <sup>2</sup>[Schwanecke 1993]; <sup>3</sup>pflanzenverfügbare Wassergehalt im Boden [LfUG 2007e]; <sup>4</sup>[SBS 2007] In der Datenbank des Waldinformationssystems SBS [SBS 2007] sind nur die absoluten DGZ<sub>50/100</sub>-Bonitäten enthalten. Diese wurden mit Hilfe der „Hilfstafel zur Sächsischen Forsteinrichtungsdienstanweisung“ [LAF 2000] in relative Ertragsklassen umgerechnet.



Tab. A. 2: Ergebnisse der Vegetationskartierungen

Anlage	BP	Datum	Baumart	Art	lateinischer Name	Deckung [in %]	N-Zahl	Stickstoff- störzeiger [in %]	nitrophile Konkurrenz- veg. [in %]	
Dittmannsdorf	DD 3b	04.09.2007	Ei	Maiklößchen	<i>Convallaria majalis</i>	3	4	3	3	
				Waldsauerklee	<i>Oxalis acetosella</i>	3	7			
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-			
	DD 2	04.09.2007	Bi	Zittergras Segge	<i>Carex brizoides</i>	20	3	6	6	
				Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>	3	6			
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-			
Hermgrün	HG 1	31.08.2007	Fi, Bi	keine				-	-	
	HG 2	31.08.2007	Ki, Fi, Bi	Heidelbeere	<i>Vaccinium myrtillus</i>	10	3	3	33	
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	30	3			
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-			
				Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	3	6			
	HG 3	31.08.2007	Fi	Heidelbeere	<i>Vaccinium myrtillus</i>	5	3	3	6	
				Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	3	6			
				Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>	3	6			
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	3			
	Herwigsdorf	HD 2	30.08.2007	Bi, Fi, Ei	Faulbaum	<i>Rhamnus frangula</i>	1 Ind. 0,5	-	5	5
					Goldrute	<i>Solidago virgaurea</i>	1 Ind. 0,5	5		
					Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	5	-		
Heidelbeere					<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	3			
Straußgras					<i>Agrostis</i>	50	-			
HD 1		30.08.2007	Fi	-				-	-	

Anlage	BP	Datum	Baumart	Art	lateinischer Name	Deckung [in %]	N-Zahl	Stickstoff- störzeiger [in %]	nitrophile Konkurrenz- veg. [in %]
Herwigsdorf	HD 3b	30.08.2007	Ei, Bi	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	10	-	10	13
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	3		
				Heidelbeere	<i>Vaccinium myrtillus</i>	3	3		
				Springkraut	<i>Impatiens parviflora</i>	1 Ind. 0,5	6		
				Straußgras	<i>Agrostis</i>	50	-		
Kleindrebnitz	KD 2	30.08.2007	Erle	Zittergras Segge	<i>Carex brizoides</i>	80	3	31	30
				Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>	30	6		
				Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>	(1 Ind.) 1	9		
	KD 4	30.08.2007	Fichte	-	-	-	-	-	-
	KD 1	30.08.2007	Ei	Zittergras Segge	<i>Carex brizoides</i>	bis > 80	3	26	23
				Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>	3	6		
Brombeere				<i>Rubus fruticosus</i>	20	-			
Schwarzer Holunder				<i>Sambucus nigra</i>	(5 Ind.) 3	9			
Faulbaum				<i>Rhamnus frangula</i>	(1 Ind.) 1	-			
Kotten	K 3	06.09.2007	Ki, B	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-	3	6
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	3		
	K 2	06.09.2007	Bi, Ki	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-	13	53
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	40	3		
				Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>	10	6		
	K 1	06.09.2007	Bi, Ei	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	50	-	65	65
				Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>	15	6		

Anlage	BP	Datum	Baumart	Art	lateinischer Name	Deckung [in %]	N-Zahl	Stickstoff- störzeiger [in %]	nitrophile Konkurrenz- veg. [in %]
Merschwitz	ME 1	04.09.2007	Ki, Ei	Springkraut	<i>Impatiens parviflora</i>	20	6	38	37
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	7	-		
				Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>	30	6		
				Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>	(1 Ind.) 1	9		
	ME 2	04.09.2007	Bi, Ei	Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>	10	6	60	60
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	50	-		
Agrostis				<i>Straußgras</i>	20	-			
Neukirchen	NS 4	29.08.2007	Fi	Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	10	3	3	16
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-		
				Himbeere	<i>Rubus ideaus</i>	3	6		
	NS 3	29.08.2007	Fi	Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	15	3	-	15
				Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	3	6		
	NS 1b	29.08.2007	BAh, Bi	Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	3	6	-	-
	NS 2	29.08.2007	Ei	Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	3	6	3	3
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-		
	NS 2a	29.08.2007	Bi	Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	30	3	33	63
				Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>	30	6		
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-		
				Wurmfarn	<i>Dryopteris dilitata</i>	3	6		
Faulbaum				<i>Rhamnus frangula</i>	3	-			

Anlage	BP	Datum	Baumart	Art	lateinischer Name	Deckung [in %]	N- Zahl	Stickstoff- störzeiger [in %]	nitrophile Konkurrenz- veg. [in %]
Sadisdorf	SD 1	03.09.2007	Fi	-	-	-		-	-
	SD 2	03.09.2007	BAh	Springkraut	<i>Impatiens parviflora</i>	5	6	6	9
				Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	10	6		
				PurpurroteTaubnessel	<i>Lamium purpureum</i>	5	X		
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	3	3		
				Himbeere	<i>Rubus ideaus</i>	3	6		
				Heidelbeere	<i>Vaccinium myrtillus</i>	10	3		
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-		
				Waldsauerklee	<i>Oxalis acetosella</i>	3	7		
Fuchsgeiskraut	<i>Senecio fuchsii</i>	3	8						
Schlettau	Sch 1	29.08.2007	Bi, Er, Es	Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	30	3	-	30
				Straußgras	<i>Agrostis</i>	70	-		
	Sch 2	29.08.2007	Fi	-	-	-		-	-
	Sch 3	29.08.2007	Bu	-	-	-		-	-

Anlage	BP	Datum	Baumart	Art	lateinischer Name	Deckung [in %]	N-Zahl	Stickstoff- störzeiger [in %]	nitrophile Konkurrenz- veg. [in %]
<b>Stangengrün</b>	SG 2	05.09.2007	Fi	keine		-		-	-
	SG 3	05.09.2007	Fi	Heidelbeere	<i>Vaccinium myrtillus</i>	5	3	3	43
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	3	-		
				Waldsauerklee	<i>Oxalis acetosella</i>	5	7		
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	40	3		
				Wurmfarn	<i>Dryopteris filix mas</i>	3	6		
<b>Trünzig</b>	T 1	05.09.2007	Ei	Himbeere	<i>Rubus ideaus</i>	3	6	3	3
<b>Thierbach</b>	TB1	19.12.2007	Bu	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	20	-	20	20
	TB2		Fi	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	20	-	20	25
				Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	5	3		
TB3	Ki	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	60	-	60	60		
<b>Mockrehna</b>	M 1	19.07.2006	Ki, Hbu	keine		-		-	-
	M 2		Ki	Himbeere	<i>Rubus ideaus</i>		6	50	50
				Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>		6		
	M 3		Bu	keine					
M 4	Ki	Himbeere	<i>Rubus ideaus</i>		6	65	65		
		Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>		-				
		Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>		6				

Anlage	BP	Datum	Baumart	Art	lateinischer Name	Deckung [in %]	N-Zahl	Stickstoff- störzeiger [in %]	nitrophile Konkurrenz- veg. [in %]				
Radeburg	R 1	29.06.2006	Ki	Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>	<5	9	15	6				
				Traubenholunder	<i>Sambucus racemosa</i>	<5	8						
				Spätblühende Traubenkirsche	<i>Prunus serotina</i>	<5	?						
				Faulbaum	<i>Frangula alnus</i>	<5	x						
				Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>	<5	6						
				Springkraut	<i>Impatiens parviflora</i>	16 - 25	6						
				Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>	<5	x						
				Gewöhnliche Gilbweiderich	<i>Lysimachia vulgaris</i>	<5	x						
				Stieleiche	<i>Quercus robur</i>	<5	x						
				Weiches Honiggras	<i>Holcus mollis</i>	<5	3						
				Hohlzahn	<i>Galeopsis spec.</i>	5 - 15	-						
				Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	<5	-						
				R 2	Ki	Faulbaum	<i>Frangula alnus</i>			<5	x	43	46
						Himbeere	<i>Rubus idaeus</i>			16-25	6		
	Springkraut	<i>Impatiens parviflora</i>	<5			6							
	Eberesche	<i>Sorbus aucuparia</i>	<5			x							
	Zitterpappel	<i>Populus tremula</i>	<5			x							
	Stieleiche	<i>Quercus robur</i>	<5			x							
	Weiches Honiggras	<i>Holcus mollis</i>	5-15			3							
	Hohlzahn	<i>Galeopsis spec.</i>	<5			-							
	Brombeere	<i>Rubus fruticosus</i>	16-25			-							
	Sandrohr	<i>Calamagrostis epigejos</i>	<5			6							
	Drahtschmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	<5	3									
Segge	<i>Carex spec.</i>	<5	-										
Straußgras	<i>Agrostis</i>	<5	-										

**Tab. A. 3:** Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen

Anlage	BP	Mineralboden			organische Auflage		
		C/N	pH [H <sub>2</sub> O]	pH [KCl]	C/N	pH [H <sub>2</sub> O]	pH [KCl]
<b>Dittmannsdorf</b>	DD 2	16,53	<b>4,74</b>	3,86	19,03	5,55	5,10
	DD 3b	12,95	<b>4,76</b>	4,00	21,26	6,12	5,57
<b>Hermesgrün</b>	HG 1	12,46	<b>4,23</b>	3,55	24,26	3,73	2,99
	HG 2	14,07	<b>4,25</b>	3,63	23,91	4,01	3,22
	HG 3	21,94	<b>3,75</b>	2,98	20,21	3,71	2,98
<b>Herwigsdorf</b>	HD 2	13,12	<b>4,36</b>	3,61	17,13	4,25	3,68
	HD 1	10,86	<b>4,25</b>	3,79	16,32	4,04	3,46
	HD 3b	14,57	<b>4,32</b>	4,02	18,90	5,06	4,56
<b>Kleindrebnitz</b>	KD 2	12,31	<b>3,98</b>	3,51	15,00	3,86	3,31
	KD 4	14,96	<b>4,90</b>	3,90	20,09	4,03	3,39
	KD 1	14,74	<b>4,20</b>	3,85	18,96	3,88	3,40
<b>Kotten</b>	K 1	22,06	<b>4,28</b>	4,05	19,06	4,45	3,74
	K 2	18,33	<b>4,68</b>	4,45	19,08	5,28	4,62
	K 3	25,63	<b>4,28</b>	4,15	22,01	4,27	3,71
<b>Merschwitz</b>	ME 1	15,49	<b>4,24</b>	3,79	19,27	3,97	3,34
	ME 2	17,71	<b>4,47</b>	3,74	17,87	4,36	3,73
<b>Neukirchen</b>	NS 1b	11,85	<b>4,44</b>	3,80	15,78	4,25	3,56
	NS 2	9,66	<b>4,20</b>	3,65	16,58	3,91	3,55
	NS 2a	8,49	<b>4,28</b>	3,88	16,69	4,06	3,47
	NS 3	10,75	<b>4,05</b>	3,79	21,95	3,99	3,23
	NS 4	10,44	<b>4,00</b>	3,61	22,20	4,06	3,29
<b>Sadisdorf</b>	SD 1	20,19	<b>3,86</b>	3,25	19,82	3,91	3,24
	SD 2	18,52	<b>4,37</b>	3,79	17,25	5,44	4,96
<b>Schlettau</b>	SCH 1	11,07	<b>4,32</b>	3,89	19,24	3,97	3,22
	SCH 2	14,77	<b>4,14</b>	4,19	20,68	3,64	2,96
	SCH 3	11,20	<b>4,47</b>	4,16	17,80	4,65	4,02
<b>Stangengrün</b>	SG 2	15,37	<b>4,22</b>	3,70	18,50	3,79	3,19
	SG 3	19,68	<b>4,44</b>	4,02	20,68	3,94	3,15
<b>Trünzig</b>	T 1	8,89	<b>4,41</b>	3,90	20,04	4,34	3,67

Anlage	BP	Mineralboden			organische Auflage		
		C/N	pH [H <sub>2</sub> O]	pH [KCl]	C/N	pH [H <sub>2</sub> O]	pH [KCl]
<b>Thierbach</b>	TB 1		<b>4,06</b>	3,62		3,87	3,18
	TB 2		<b>3,81</b>	3,28		3,85	3,05
	TB 3		<b>4,11</b>	3,50		3,89	3,23
<b>Radeburg</b>	R 1		<b>3,53</b>	3,67	18,48	4,04	3,56
	R 2		<b>3,42</b>	4,05	17,5	3,91	3,54
<b>Mockrehna</b>	M 1		<b>4,26</b>				
	M 2		<b>4,22</b>				
	M 3		<b>4,21</b>				
	M 4		<b>4,20</b>				



**Tab. A. 4:** Empirische Critical Loads von Stickstoffdepositionen für Wälder und Forsten (G)  
Verlässlichkeit: ## verlässlich, # recht verlässlich, (#) Expertenmeinung [UN-ECE  
2004, S. V-4]

Ökosystem	Critical Load [kgN/(ha*a)]	Verlässlichkeit	Überschreitungsmerkmale
<b>Bodenprozesse</b>			
Laub- & Nadelwälder	10 - 15	#	Erhöhte N-Mineralisation und Nitrifikation
Nadelwälder	10 - 15	##	Erhöhte Nitrat auswaschung
Laubwälder	10 - 15	(#)	Erhöhte Nitrat auswaschung
<b>Bäume</b>			
Laub- & Nadelbäume	15 - 20	#	Geändertes N / Makronährstoffverhältnis, Abnahme von P, K, Mg und Anstieg der N-Konzentration im Blattgewebe
Wald in gemäßigtem Klima	15 - 20	(#)	Erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen; Änderungen der Konzentration pilzlicher Phenole
<b>Mykorrhiza</b>			
Wälder in gem. Klima und boreale Wälder	15 - 20	(#)	Reduzierte Sporocarpproduktion; Veränderung bzw. Reduzierung der Bodenartenzusammensetzung
<b>Bodenvegetation</b>			
Wälder in gem. Klima und boreale Wälder	10 - 15	#	Änderung der Artenzusammensetzung, Zunahme stickstoffliebender Arten, erhöhte Anfälligkeit für Parasiten
<b>Flechten und Algen</b>			
Wälder in gem. Klima und boreale Wälder	10 - 15	(#)	Zunahme von Algen; Rückgang von Flechten
<b>Global</b>			
Wälder in gemäßigtem Klima	10 - 20	#	Veränderung von Bodenprozessen, Bodenvegetation und Mykorrhiza, erhöhtes Risiko von Nährstoffungleichgewichten und Anfälligkeit für Parasiten
Boreale Wälder	10 - 20	#	Veränderung von Bodenprozessen, Bodenvegetation und Mykorrhiza, erhöhtes Risiko von Nährstoffungleichgewichten und Anfälligkeit für Parasiten

Die Critical Loads gelten als verlässlich [##], wenn mehrere Publikationen über verschiedene Studien vergleichbare Werte zeigen; als recht verlässlich [#], wenn die Ergebnisse einiger Studien vergleichbar sind und als Expertenmeinung [(#)], wenn keine empirischen Daten für diese Ökosysteme verfügbar sind und die kritischen Belastungsmengen deshalb anhand von Experimenten über ähnliche Ökosysteme geschätzt wurden [UN-ECE 2004, S. V-3].

Die Wertespansen ergeben sich aus folgenden Gründen:

- a) tatsächliche Unterschiede zwischen gleichen Ökosystemtypen in verschiedenen Regionen,
- b) unterschiedliche Intervalle bei der experimentellen Zugabe von Stickstoff
- c) unterschiedliche Depositionsraten, auf die sich die empirischen Critical Loads beziehen [UN-ECE 2004, S. V-3]. Diese Wertebereiche können mit Hilfe von abiotischen Standortdaten, wie in Tab. A. 5 beschrieben, für den Einzelfall eingegrenzt werden.

**Tab. A. 5:** Vorschlag zur Eingrenzung der Critical Loads Wertespanne auf Grundlage von Standortdaten [UN-ECE 2004, S. V-7]

<b>Temperatur / Frostperiode</b>	<b>Bodenfeuchtigkeit</b>	<b>Verfügbarkeit basischer Kationen</b>	<b>P-Limitation</b>	<b>Bewirtschaftungsintensität</b>	<b>Vorgehensweise</b>
kalt / lang	trocken	gering	N-limitiert	niedrig	Wahl niedriger Werte
mittel	normal	mittel	unbekannt	normal	Wahl mittlerer Werte
heiß / keine	nass	hoch	P-limitiert	hoch	Wahl hoher Werte