



Scopus Indexed Journal

Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz – *Forest Ecology, Landscape Research and Nature Conservation*

www.afsv.de/index.php/waldoekologie-landschaftsforschung-und-naturschutz



Stickstoffeinträge in der FFH-Verträglichkeitsprüfung: Critical Loads, Bagatellschwelle und Abschneidekriterium

Nitrogen deposition in appropriate assessment under Article 6 (3) of the Habitats Directive: Critical Load, thresholds of insignificant impacts, and bagatelle

Stefan Balla, Dirk Bernotat, Jakob Frommer, Annick Garniel, Markus Geupel, Heike Hebbinghaus, Helmut Lorentz, Angela Schlutow & Rudolf Uhl

Abstract

For the last ten years impacts from nitrogen deposition within appropriate assessments has been a controversial issue discussed by many experts in Germany. More recently results from a R&D project funded by the Federal Highway Research Institute (BAST) have been published to establish a method on the assessment for road projects.

Adverse effects are assessed in a staged approach based on the concept of critical loads: if total environmental deposition is lower than critical loads of the most sensitive feature of the site, no likely significant effects have to be expected. Project contributions up to a de-minimis value of $0.3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ are considered as being too small to be measurable. Neither could nitrogen deposition of up to this value be detected in the field nor could damages be attributed to projects contributing such small amounts. Project contributions lower than the proposed threshold thus exert only hypothetical risks that do not justify or even demand refusals of project under Article 6.3. Only project contributions above the cut off criterion have to be considered within an appropriate assessment in combination with other projects.

With view on the protected site another threshold of 3 % of the critical load is applied that can be exceeded not only by single projects but also in combination. Its application does not depend on background deposition. It depends on the specific sensitivity of the habitat precautionarily described by critical loads. Examination of scientific results on the effects, particularly along roads has shown that a value of 3 % of a particular critical load clearly lies below detectable adverse effects on the conservation status of natura 2000 habitats.

Both thresholds are very low and thus in line with the precautionary approach prescribed by the Habitats Directive. The assessment approach encompasses legal as well as scientific

confidence. It also adheres to the principle of proportionality and has proven to be functional in practice.

As nitrogen inputs up to $0.3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ cannot be realistically attributed to a particular project, they should rather be described as diffuse part of the background deposition. High background deposition in turn should be lowered by the most efficient measures to stay in accordance with the requirement under the Habitats Directive to avoid deterioration. Very small project contributions as accepted by the proposed process will not constitute an obstacle for this.

Keywords: nitrogen impacts, eutrophication, appropriate assessment under Art. 6 Habitat directive, Annex I-habitats, approval procedure

Zusammenfassung

Die Ermittlung und Bewertung der Auswirkungen von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung ist in Deutschland seit fast zehn Jahren Gegenstand einer intensiven Fachdiskussion. Zuletzt hat sich ein Forschungsprojekt im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) mit dieser Frage beschäftigt und eine Fachkonvention für den Projekttyp Straße erarbeitet. Diese Fachkonvention, die auch auf andere Projekttypen übertragbar ist, basiert grundsätzlich auf dem Maßstab der Critical Loads zur Beschreibung der Empfindlichkeit von FFH-Lebensräumen gegenüber Stickstoffeintrag. Liegt die gebietsspezifische Gesamtbelastung mit Stickstoffeinträgen über dem standort- und vegetationsstypspezifisch zu ermittelnden Critical Load, so wird für die FFH-Verträglichkeitsprüfung ein mehrstufiges Schwellenwertkonzept zur Bestimmung von irrelevanten bzw. bagatellhaften Zusatzbelastungen empfohlen: Unterschieden wird ein vorhabenbezogenes absolutes Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ und eine rezeptorbezogene Bagatellschwelle von 3 % des jeweiligen Critical Loads. Beide Schwellenwerte sind als sehr niedrig und der Zielsetzung der FFH-Richtlinie entsprechend vorsorgeorientiert einzustufen.

Mit dem Bewertungsansatz werden alle Anforderungen, die sich aus den fachlichen und rechtlichen Maßstäben für die FFH-Verträglichkeitsprüfung ergeben, berücksichtigt. Zugleich handelt es sich um einen praxistauglichen Bewertungsansatz, der auch dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit Rechnung trägt.

Das vorhabenbezogene Abschneidekriterium soll für jedes zu genehmigende Vorhaben gelten. Für die Größenordnung von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ für den vorhabenbezogenen Stickstoffeintrag in ein FFH-Gebiet sprechen verschiedene Argumente: Einträge in dieser Größenordnung liegen deutlich unterhalb der messtechnischen Erfassbarkeit und deutlich unterhalb jeder bekannten Schwelle von Zusatzbelastungen, die negative Wirkungen für die Biodiversität auslösen können; unterhalb dieser Größenordnung ist eine Ermittlung von Belastungen und Beeinträchtigungen mit derzeit verfügbaren Modellen und Eingangsdaten auch aufgrund der Unsicherheiten und fehlenden statistischen Signifikanz nicht mehr sinnvoll möglich. Zusatzbelastungen eines Vorhabens in dieser Größenordnung stellen somit lediglich ein theoretisches Risiko dar und können keine erheblichen Beeinträchtigungen im Sinne der FFH-RL auslösen. Somit können auch nur diejenigen projektbezogenen Zusatzbelastungen, die oberhalb dieses Abschneidekriteriums liegen, für eine kumulative Prüfung mit weiteren Projekten und deren gemeinsamer Wirkung geprüft werden.

Die Bagatellschwelle von 3 % des Critical Loads wird demgegenüber gebietsbezogen angewendet und kann daher auch durch das Zusammenwirken mehrerer einzelner Vorhaben überschritten werden. Die Anwendung soll unabhängig von der Höhe der Überschreitung der Critical Loads in der Gesamtbelastung möglich sein. Die Bagatellschwelle ist an der spezifischen Stickstoffempfindlichkeit der FFH-Lebensräume, die durch die Critical Loads vorsorgeorientiert beschrieben wird, ausgerichtet. Eine Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsforschung, insbesondere zu Randeffekten entlang von Straßen, hat ergeben, dass der Wert von 3 % des maßgeblichen Critical Loads sicher unterhalb von feststellbaren negativen Wirkungen auf den Erhaltungszustand von FFH-Lebensräumen liegt.

Schlüsselwörter: Stickstoffeinträge, Eutrophierung, FFH-Verträglichkeitsprüfungen, FFH-Anhang I-Lebensraumtypen, Abschneidekriterium für zusätzliche Einträge, Projektgenehmigung

1 Einleitung

Diffuse Stickstoffeinträge in Ökosysteme stellen ein bedeutendes Umweltproblem dar. Zwar ist Stickstoff ein essentieller Makronährstoff für Pflanzen, sein Überfluss hat dennoch vielfältige negative Effekte insbesondere auf Boden und Vegetation (u. a. BOBBINK et al. 2010, DISE et al. 2011, HICKS et al. 2011, BROEKMEYER et al. 2012, HAUCK et al. 2013, REIF et al. 2013). Neben unmittelbaren Blattschäden kann eine übermäßige Stickstoffversorgung eine erhöhte Anfälligkeit der betroffenen Pflanzen gegenüber weiteren Stressfaktoren wie Schädlingsbefall, Trockenheit oder Frost zur Folge haben. Stickstoffeinträge beschleunigen die Bodenversauerung und können sich damit indirekt auch auf den Zustand von schwach gepufferten Gewässern auswirken. Von besonderer Bedeutung für den Naturschutz ist der Prozess der Eutrophierung, d. h. der Zunahme der Biomasseproduktion als Folge des Anstiegs der verfügbaren Nährstoffe. Da nicht alle Pflanzenarten gleichermaßen in der Lage sind, ein

erhöhtes Stickstoffangebot für sich zu nutzen, nimmt der Anteil von durch hohe Nährstoffverfügbarkeit geförderter, häufig schnellwachsender Pflanzen in der Vegetationsdecke zu, was zur Verdrängung von weniger wuchskräftigen Arten führt. Daneben sind nicht nur für Wälder stickstoffbedingte Störungen von Symbiosen zwischen Pflanzen und Wurzelpilzen von Relevanz (REIF et al 2013).

Die Verringerung der diffusen Stickstoffeinträge steht seit über 30 Jahren auf der Agenda der internationalen und europäischen Umweltpolitik. Im Rahmen der Begleitforschung zum 1979 verabschiedeten Genfer Übereinkommen über weitreichende grenzüberschreitende Luftverschmutzungen wurde das Konzept der Critical Loads (CL) entwickelt. Die CL definieren auf naturwissenschaftlichen Grundlagen die Grenze zwischen mit Sicherheit unschädlichen und möglicherweise schädlichen Stoffeinträgen. Sie basieren im Grundsatz auf einem Gleichgewichtsmodell und berücksichtigen, in welchem Maß ein Ökosystem N-Zufuhr von außen durch natürliche Prozesse wie Humusbildung, N_2 -Ausgasung oder Biomasseentzug kompensieren kann. Konkret bestimmbar sind CL auf der Basis empirischer Erkenntnisse oder Modellierungen, wobei sich beide Ansätze gegenseitig ergänzen. Sie wurden ursprünglich als Orientierungswerte für Ziele der internationalen Luftreinhaltepolitik entwickelt und haben sich mittlerweile als Beurteilungsinstrument auch in der Praxis der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Projekttypen wie Straßen, Tierhaltungs- oder Industrieanlagen etabliert, deren Betrieb stickstoffhaltige Verbindungen emittiert.

Die CL der empfindlichsten Lebensraumtypen für Stickstoff sind derzeit in weiten Teilen Deutschlands und Europas durch die Hintergrundbelastung mit Stickstoffverbindungen bereits überschritten. Verursacht ein genehmigungspflichtiges Projekt Stickstoffeinträge, stellt sich in der FFH-Verträglichkeitsprüfung (FFH-VP) regelmäßig die Frage, in welchem Umfang solche vorhabenbedingten zusätzlichen Einträge noch als FFH-verträglich bewertet werden können.

Diese Frage stand auch im Mittelpunkt eines 2012 abgeschlossenen Forschungsvorhabens im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt 2013, BMVBS 2013). Unter Einbeziehung zahlreicher nationaler und internationaler Fachexperten wurde ein abgestimmter Fachkonventionsvorschlag erarbeitet. Der vorliegende Beitrag stellt die Eckpunkte dieser Fachkonvention einschließlich der wesentlichen Begründungszusammenhänge zusammenfassend dar. Im ersten Abschnitt wird eine Übersicht über die Bewertungsschritte der Fachkonvention gegeben. Anschließend wird auf die einzelnen Beurteilungskriterien eingegangen.

2 Grundlagen

2.1 Konzeption für die vorhabenbezogene Beurteilung von Stickstoffeinträgen

Zu den Ergebnissen des BASt-FE-Vorhabens gehören methodische Empfehlungen zur Bewertung von Stickstoffeinträgen in der FFH-VP für Straßenbauvorhaben. Hierfür sind verschiedene Prüfschritte vorgesehen, die im folgenden Ablaufschema systematisch zusammengestellt sind.

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die Darstellung und Begründung einiger entscheidender quantitativer Parameter und Schwellen, die im Zuge des Forschungsprojektes herausgearbeitet wurden. Weiterführende Informationen zum

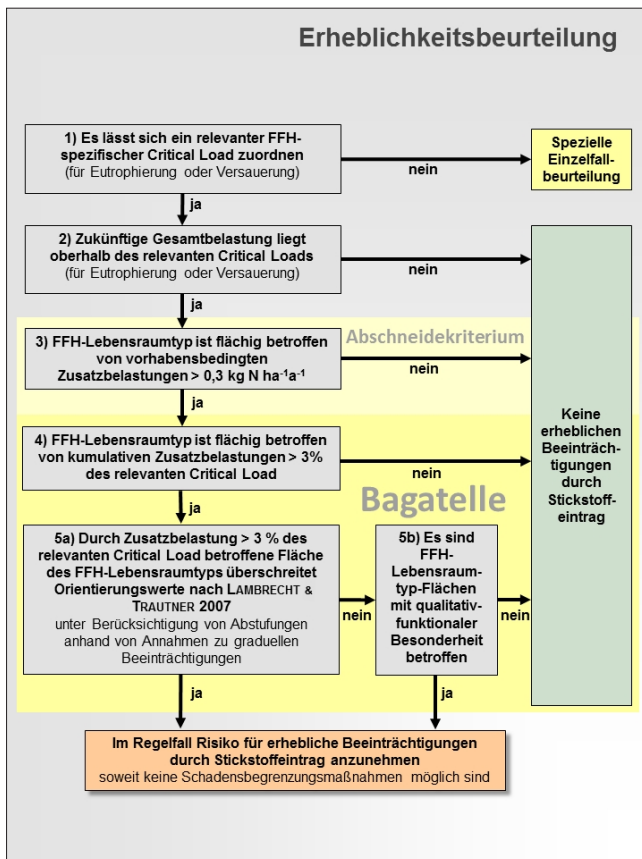


Abb. 1: Fachkonventionsvorschlag zur Erheblichkeitsbeurteilung für Stickstoffeinträge (Quelle: BAST 2013, unverändert aus BMVBS 2013).

Fig. 1: Proposal of convention for assessing the relevance of nitrogen impacts (Source: BAST 2013, BMVBS 2013).

Prüfablauf, insbesondere zur Bestimmung der Critical Loads und zur Herleitung flächenbezogener Bagatellschwellen in Anlehnung an LAMBRECHT & TRAUTNER (2007) finden sich in BMVBS (2013).

Der zentrale Prüfmaßstab zur Beurteilung der Auswirkungen der Stickstoffeinträge eines Projektes auf ein Natura 2000-Gebiet ist der standortbezogen zu bestimmende Critical Load der betroffenen Arten und Lebensraumtypen. Für einen angemessenen Einsatz in Genehmigungsverfahren auf der Ebene einzelner Vorhaben sind ergänzende Prüfschwellen notwendig. Im Wesentlichen sind dies ein vorhabenbezogenes Abschneidekriterium und eine gebietsbezogene Bagatellschwelle für die Höhe der Zusatzbelastung an Stickstoffeinträgen. Beide Instrumente werden als Massenfluss in der Einheit Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr ($\text{kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$) ausgedrückt.

2.2 Eignung des CL-Ansatzes für die Beurteilung von Stickstoffeinträgen in Natura 2000-Gebieten

Definition:

Critical Loads (CL) sind Vorsorgewerte für bestimmte Ökosysteme. Sie sind Eintragsraten, die denjenigen Eintrag von Luftschadstoffen beschreiben, bis zu dem nach derzeitigem Kenntnisstand langfristig signifikante schädliche Effekte an definierten Rezeptoren – z. B. Ökosysteme, Vegetation und Teilen davon – ausgeschlossen sind. Critical Loads werden

üblicherweise angegeben als Kilogramm pro Hektar und Jahr [$\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$] oder als Stoffmengen-Äquivalente pro Hektar und Jahr [$\text{eq ha}^{-1}\text{a}^{-1}$].

Die Original-Definition des ICP MODELLING AND MAPPING (V-1: 2004) lautet: "A critical load can be defined as a quantitative estimate of an exposure to one or more pollutants below which significant harmful effects on specified sensitive elements of the environment do not occur according to present knowledge"; siehe weiterführend auch NAGEL et al. (2004).

Die FFH-Verträglichkeitsprüfung stellt an die Eignung von Beurteilungskriterien Ansprüche, die in einigen Punkten von den Anforderungen abweichen, die aus der Praxis der Anlagenehmigung nach Immissionsrecht bekannt sind. Aus FFH-Sicht besitzt der CL-Ansatz folgende Vorteile:

(1) Die CL quantifizieren die mit Sicherheit unbedenklichen Einträge und in diesem Sinne die Belastbarkeit derjenigen Rezeptoren, die für die FFH-VP relevant sind.

Der CL stellt ein Maß für die Empfindlichkeit des betrachteten Ökosystems (im FFH-Kontext des Lebensraumtyps bzw. des Habitats einer Art) gegen einen bestimmten Stoff dar. Dieses Maß lässt sich für die einzelnen Lebensraumtypen differenziert ermitteln und ist rein naturwissenschaftlich begründet. Darin unterscheiden sich die CL von typischen gesetzlichen Grenzwerten, die häufig ein bestimmtes Maß an Schadensrisiko als akzeptabel einstufen.

(2) Durch Modellierung lassen sich CL ermitteln, die den Klima- und Bodenverhältnissen der betroffenen Region entsprechen.

In einer regelmäßig fortgeschriebenen europaweit gültigen Liste der empirischen CL (CL-Werte, die aus Freiland- oder Labordaten abgeleitet bzw. durch Experteneinschätzung festgesetzt werden) werden die benannten Werte als Spannen von bis zu $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ angegeben (BOBBINK & HETTELINGH 2011). Diese weiten Spannen sind zwar vor dem Hintergrund des europaweiten Bezugsraums der Liste verständlich, für die Anwendung stellt sich jedoch die Frage nach der Bestimmung des für die konkrete Region korrekten Wertes innerhalb der Spanne. Die Berechnung mit statischen oder dynamischen Modellen ermöglicht eine Differenzierung innerhalb der empirischen Wertspannen. Wie schon zuvor in den Niederlanden (VAN DOBBEN & VAN HINSBERG 2008, VAN DOBBEN et al. 2012) wurden deshalb in BMVBS (2013) für die meisten in Deutschland vorkommenden FFH-Lebensraumtypen CL-Werte modelliert, die unter Berücksichtigung der Klima-, Boden- und Vegetationsverhältnisse der Region des betroffenen Natura 2000-Gebiets die bisher differenzierteste und mit den empirischen CL harmonisierte CL-Bestimmung ermöglichen.

Die differenzierte Zuweisung eines Critical Load-Wertes für einen standorts- und vegetationspezifischen Ausprägungstyp eines LRT auf Basis der genannten Modelle erlaubt eine zuverlässigere Einschätzung der Empfindlichkeit gegen Stickstoffeinträge als die Zuweisung von empirischen Critical Load durch die Anwendung der Stickstoffzahlen nach ELLENBERG (1996). Dies vor allem deshalb, weil die Ellenberg-N-Zahl als „Nährstoffzahl“ zu interpretieren ist, die – generell und ohne die Berücksichtigung weiterer Faktoren – eine unspezifische Auskunft über die Pflanzenverfügbarkeit von Stickstoff, Kalium, Phosphor und Magnesium liefert (vgl. u. a. DIERSCHKE 1994, SCHAFFERS & ŠYKORA 2000, WAMELINK et al. 2002). Eine rezente Auswertung von 100.000 pflanzensoziologischen

Aufnahmen in Wäldern Deutschlands und angrenzender Gebiete belegt zwar die Bedeutung der N-Zahl als Indikator für eine großräumige Eutrophierung der Waldlandschaften (EWALD et al. 2013). Im Einklang mit bisherigen Studien zu diesem Thema stufen die Autoren der Untersuchung die N-Zahl aber ebenfalls als „average nutrient value“ ein (ebd. S. 105). Sie lassen offen, ob die von ihnen aufgezeigte gesteigerte allgemeine Nährstoffverfügbarkeit auf eine Regeneration des Nährstoffhaushaltes nach jahrhundertelanger Degradation durch historische Waldnutzungen (u. a. Laubstreugewinnung, Waldweide), auf gezielte Kalk- und Düngergaben, auf Entwässerungsmaßnahmen in Wäldern und/oder auf eine Zunahme der Deposition von Stickstoffverbindungen über den Luftpfad zurückzuführen ist (ebd. S. 105). Die N-Zahl liefert keine einfache Beziehung von Ursache und Wirkung und ist daher zur Ableitung von differenzierten CL-Werten für Stickstoff kaum geeignet.

(3) Die CL entsprechen dem Stand der Forschung.

CL sind international als Maßstab zur Beschreibung der Empfindlichkeit von Ökosystemen anerkannt. Der Stand der empirischen Forschung wird regelmäßig von Expertengremien zusammengetragen und ausgewertet (BOBBINK et al. 2003, BOBBINK & HETTELINGH 2011). Diese Ergebnisse fließen in die Validierung von CL-Modellen ein (DE VRIES et al. 2007, POSCH et al. 2013, BMVBS 2013, VAN DOBBEN & HINSBERG 2008). Damit ist eine wesentliche Voraussetzung zur „Berücksichtigung der besten einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse“ erfüllt (Urteil des EuGH vom 07.09.2004, C 127/02, NuR 2004, 788–791). Dieser wissenschaftliche Anspruch war maßgeblich für die Etablierung des CL-Ansatzes in der Praxis der FFH-Verträglichkeitsprüfung.

(4) Die CL stellen einen sehr vorsorglichen Beurteilungsmaßstab dar.

Genehmigungsbehörden dürfen im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsprüfung erhebliche Beeinträchtigungen nur dann verneinen, wenn sie „Gewissheit darüber erlangt haben“, dass sich ein Plan oder Projekt nicht erheblich nachteilig auf ein Natura 2000-Gebiet auswirken wird. Außerhalb von Laboren sind Vegetation und Boden eines Standortes grundsätzlich einer Vielzahl von klimatischen, stofflichen und biologischen Einflüssen ausgesetzt, die teilweise sehr zeitverzögert wirken. In einer konkreten FFH-VP ist es daher nicht möglich, die Folgen eines bestimmten Stoffeintrages über längere Zeiträume und losgelöst vom gesamten Wirkungsgefüge zu prognostizieren. Vor dem Hintergrund dieser Systemkomplexität lässt sich die von der Rechtsprechung geforderte Gewissheit über das Ausbleiben von erheblichen Beeinträchtigungen (s. oben) nur schwer erlangen. Wenn nicht mit ausreichender Plausibilität zu ermitteln ist, welcher N-Eintrag eine erhebliche Beeinträchtigung auslösen wird, so lässt sich eine solche Beeinträchtigung jedenfalls dann ausschließen, wenn gar kein Effekt zu erwarten ist. Da die CL „no effect“-Schwellen sind, erfüllen sie die Voraussetzungen für eine äußerst vorsorgliche Beurteilung.

(5) Die CL sind zur Beurteilung von vorhabenbedingten Einschränkungen des Verbesserungspotenzials von aktuellen, ökologisch unbefriedigenden Zuständen geeignet.

Wie eingangs erwähnt, wurde der CL-Ansatz zur Ermittlung der Belastbarkeit von Ökosystemen und zur Einschätzung der aus ökologischer Sicht notwendigen Senkung der Hintergrundbelastung der Luft entwickelt. Die Einhaltung der

CL bzw. eine Verminderung der CL-Überschreitung ist daher auch ein erklärtes politisches Ziel auf nationaler (NBS 2007) und europäischer Ebene (TSAP 2005).

Für einige Lebensraumtypen (z. B. einige Wiesentypen) werden die CL schon heute vielerorts eingehalten; für andere (z. B. Heiden, einige Waldtypen) könnte mittelfristig eine großflächige CL-Einhaltung durchaus erreicht werden. Es gibt jedoch auch Lebensraumtypen, insbesondere mit einem CL unter $10 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, für die – selbst bei Ergreifung umfangreicher Maßnahmen – eine mittelfristige Einhaltung der CL nicht realisierbar ist. Selbst bei diesen Lebensraumtypen ist aber eine Absenkung der Überschreitung der CL anzustreben.

Um die Critical Loads flächendeckend in Deutschland einzuhalten, sind nach wie vor erhebliche Anstrengungen im Bereich der Emissionsminderung v. a. auch im Bereich reduzierter Stickstoffverbindungen notwendig. Je nach Region und Ökosystem sind die aktuellen Überschreitungen allerdings unterschiedlich stark. Dieser Aspekt ist insbesondere vor dem Hintergrund des in der FFH-RL verankerten Ziels der Verbesserung von aktuell ungünstigen Erhaltungszuständen von Bedeutung. Gemäß Art. 2 Abs. 3 der FFH-RL sollen zwar die hierfür getroffenen Maßnahmen den Anforderungen von Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur sowie den regionalen und örtlichen Besonderheiten Rechnung tragen, im Rahmen des Zumutbaren sind dennoch Anstrengungen zur Senkung der derzeit hohen bis sehr hohen Stickstoffbelastungen angebracht.

Neben den beschriebenen Vorteilen wirft die praktische Anwendung des Maßstabs der Critical Loads aber auch einige Probleme auf:

(6) Sonderfall der Lebensraumtypen mit sehr niedrigen CL.

Ohne menschlichen Einfluss gelangt pflanzenverfügbarer Stickstoff durch mikrobiologische Stickstofffixierung oder durch Oxidation von Luftstickstoff bei Blitzschlägen und anschließende Deposition in terrestrische Ökosysteme. Dieser Hintergrundeintrag liegt in einer Größenordnung von $2\text{--}6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (BOBBINK et al. 2010, VITOUSEK et al. 2013, CLEVELAND et al. 1999). Die CL der europaweit empfindlichsten Ökosysteme liegen in einer vergleichbaren Größenordnung. Anthropogene Prozesse, insbesondere seit der Industrialisierung und der Erfindung des Mineraldüngers, führen dazu, dass der Eintrag von pflanzenverfügbarem Stickstoff aus der Luft diese natürlichen Hintergrundwerte deutlich übersteigt. Solche Hintergrundwerte treten aktuell nur noch in sehr dünn besiedelten Regionen ohne nennenswerte Landwirtschaft, insb. Viehhaltung, Industrie oder Verkehr und abseits des Ferntransports aus Gebieten mit derartigen Aktivitäten auf. In Europa herrschen solche Bedingungen z. B. im Norden Schottlands oder in den nördlichen Teilen Skandinaviens. In Mittel- und Westeuropa übersteigt die Hintergrundbelastung der Luft dagegen vielerorts seit längerem die CL der empfindlichsten Lebensraumtypen (vgl. Modellierung der Hintergrundbelastung mit Stickstoff in den Jahren 1860 und 2000 in BOBBINK et al. 2010, S. 49). Vollkommen intakte Ausprägungen von Lebensraumtypen, die nur bei einer externen Stickstoffzufuhr weit unter $10 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ existieren können, können daher in Deutschland nicht mehr vorkommen. Da ihre empfindlichsten Arten mittlerweile großräumig ausgestorben sind (z. B. Flechten, HAUCK et al. 2013) und da z. T. irreversible Standortveränderungen u. a. durch Versauerung eintraten (REIF et al. 2013), ist eine Regeneration dieser Standorte/Ökosysteme zu weitgehend unberührten Zuständen

aller Wahrscheinlichkeit nach aussichtslos. Eine Rückkehr zu Verhältnissen, die eine Einhaltung der niedrigsten CL gewährleisten, würde drastische, gesamtgesellschaftliche Einschnitte erfordern, die von der FFH-RL nicht gefordert werden (vgl. Art. 2 Abs. 3 FFH-RL) und in dicht besiedelten Regionen keine realistischen Aussichten auf Erfolg hätten (vgl. Kap. 3.3). Dies stellt nicht den CL-Ansatz an sich in Frage, sondern seine unreflektierte Übertragung in die Genehmigungspraxis. Je nach typspezifischer Empfindlichkeit und Wiederherstellungsaussichten ist eine abgestufte Vorgehensweise notwendig, die Sonderfällen gerecht wird.

(7) Die CL sind in der Regel gut validiert, es gibt aber Ausnahmen.

Während sich die Folgen von massiven Stickstoffgaben rasch einstellen, werden Vegetationsveränderungen infolge relativ geringer aber stetiger Einträge meistens erst verzögert sichtbar. Mittlerweile hält die flächenhafte N-Anreicherung in Europa über 60 Jahre an. In den borealen Regionen konnte festgestellt werden, dass selbst geringe Einträge insbesondere bei Moosen und Flechten sowie in der Krautschicht von Wäldern erkennbare Veränderungen auslösen (Übersicht in BOBBINK et al. 2010). Auch in Mitteleuropa reagieren diese Rezeptoren am empfindlichsten (u. a. REMKE et al. 2009, NIELSEN et al. 2011, EWALD et al 2013, REIF et al 2013).

Für manche Lebensraumtypen zeichnet sich ab, dass das Wachstum von potenziell dominanten Arten – trotz N-Überfluss – durch standortspezifische Mängel an einem oder mehreren anderen Nährstoffen wie z. B. Phosphor und/oder Kalium begrenzt sein kann (WASSEN et al. 2005). Es liegen zuverlässige Beispiele für langjährige CL-Überschreitungen ohne Auswirkungen vor. Im seit 1941 von der Universität Bonn betreuten Experiment in Rengen (Eifel, Nordrhein-Westfalen) stellte sich beispielsweise in kontrollierten Düngeversuchen heraus, dass N-Gaben auch nach mehreren Jahrzehnten keinen nachweisbaren Einfluss auf einen Borstgrasrasen ausübten (HEJCMAN et al. 2007, 2010). Andere Studien kommen jedoch zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen für denselben Lebensraumtyp in anderen Regionen (DUPRÉ et al. 2010). Aufgrund der Vielzahl der Faktoren, die unabhängig von Klima, Boden und Nutzung die Entwicklung von Pflanzen und Vegetationsbeständen beeinflussen, ist nicht zu erwarten, dass die jeweils auf einen Stoff fokussierte CL-Konzeption oder ein sonstiger, verallgemeinerungsfähiger Ansatz die gesamte Systemkomplexität unfehlbar abbildet. Monitoringstudien aus den letzten 60 Jahren deuten aber darauf hin, dass die CL die Belastbarkeit der naturnächsten Ausprägungen der Lebensraumtypen mit Stickstoff in der Regel adäquat beschreiben.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die CL nach aktuellem Stand der Wissenschaft grundsätzlich eine – zurzeit wahrscheinlich die einzige – geeignete quantitative Beurteilungsgrundlage zur Bewertung von Stickstoffeinträgen in der FFH-VP darstellen. Zur angemessenen Übertragung des aus der Grundlagenforschung stammenden CL-Ansatzes in die Genehmigungspraxis sind allerdings ergänzende Prüfinstrumente notwendig. Zu diesem Zweck sind in BMBVS 2013 insbesondere eine rezeptorbezogene Bagatellschwelle und ein vorhabenbezogenes Abschneidekriterium definiert und begründet worden.

3 Ergebnisse

3.1 Rezeptorbezogene Bagatellschwelle

Definition:

Mit Hilfe der Bagatellschwelle wird die Höhe des zusätzlichen Stickstoffeintrags definiert, der höchstens vernachlässigbare Effekte und mit Sicherheit keine erheblichen Beeinträchtigungen auslösen kann. Als Bagatelle dürfen per se nur sehr geringe Einträge eingestuft werden.

In Fällen, in denen die Gesamtbelastung (Summe aus Vorbelastung = Hintergrundbelastung, vorhabenbedingten Einträgen und Einträgen aus anderen Plänen und Projekten) mit Stickstoff den maßgeblichen CL überschreitet, liegt grundsätzlich ein ökologisch unerwünschter Zustand vor. Der Bagatellvorbehalt wird Vorhaben auf der Grundlage des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zugestanden. Die Bagatellschwellen für Stickstoff richten sich nach der spezifischen Stickstoffempfindlichkeit der Pflanzen und Lebensraumtypen. Nach Auswertung der Ergebnisse der Wirkungsforschung wird die Bagatellschwelle auf 3 % des maßgeblichen CL gesetzt.

Stickstoff ist in der Landschaft allgegenwärtig und wird aus zahlreichen Quellen emittiert, die mitunter in Entfernungen von mehreren 100 km oder mehr liegen können. Die CL der besonders empfindlichen Lebensraumtypen sind – wie bereits beschrieben – vielerorts bereits seit mehreren Jahrzehnten überschritten. Würde der CL als alleinige Beurteilungsgrundlage herangezogen, so würde jeder zusätzliche, auch noch so kleine Eintrag den Abstand zwischen dem aktuellen und dem aus ökologischer Sicht wünschenswerten Zustand vergrößern und möglicherweise die Wiederherstellung naturnäherer Lebensraumtypausprägungen erschweren. Dies hätte allerdings zur Folge, dass neue, Ausbau- oder Erweiterungsvorhaben unabhängig von der Höhe ihrer Einträge im weiten Umfeld von Natura 2000-Gebieten nur im Rahmen eines Ausnahmeverfahrens nach § 34 Abs. 3–5 BNatSchG genehmigungsfähig wären. Auf der Grundlage des im EU-Recht verankerten Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit ist es jedoch möglich, Einträge als bagatellartig einzustufen, wenn sie aufgrund ihres geringen Umfangs *per se* nicht dazu geeignet sind, erhebliche Beeinträchtigungen auszulösen. Diese Auffassung wurde vom BVerwG u. a. in seinem Himmelsthür-Beschluss vom 10.11.2009 (Az. 9 B 28.09: B 1 Himmelsthür, DVBl 2010, 176–178) sowie in seinem Urteil vom 14.04.2010 (9 A 5.08: A44, VKE 32, NuR 2010, S. 558) vertreten und nachfolgend in weiteren Urteilen bestätigt.

Der aus rechtlichen Erwägungen abgeleitete Bagatellvorbehalt entbindet jedoch nicht von der Notwendigkeit, den Umfang der tolerierbaren Bagatelle aus der Sicht der betroffenen Rezeptoren, d. h. naturschutzfachlich zu begründen.

3.1.1 Verhältnis von CL und Bagatelle

Ob ein Stoffeintrag von bagatellartigem Umfang ist, kann im Kontext der FFH-VP nur aus der Sicht der betroffenen Rezeptoren beurteilt werden. Bei der Definition von Bagatellwerten sind daher die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der einzelnen Arten und Lebensraumtypen zu berücksichtigen. Es liegt folglich nahe, die art- bzw. lebensraumtypspezifische Bagatellschwelle als Prozentsatz ihres CL auszudrücken.

Auf der anderen Seite ist der CL ein Instrument, das sich zur Quantifizierung von bagatellartigen Einträgen *per se* nicht

eignet. Ein CL stellt grundsätzlich einen Kippschalter mit den beiden Stellungen „Effekt möglich“ und „Effekt ausgeschlossen“ dar. Nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft bedingt eine größere CL-Überschreitung ein höheres Risiko für den Eintritt von negativen ökologischen Folgen als eine geringere Überschreitung; aufgrund der Datenlage lässt sich diese Risikoerhöhung in den meisten Fällen allerdings nicht quantifizieren. Eindeutige Dosis-Wirkungsbeziehungen sind bisher nicht bekannt. Wie bereits von anderen Autoren hervorgehoben, charakterisiert der CL nicht zwangsläufig eine beginnende Schädigung, sondern das Verlassen des Bereichs, in dem ein Effekt mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden kann (vgl. u. a. DE VRIES et al. 2010, S. 69 [„We show that linked biogeochemistry-biodiversity models for N have potential for applications to support European policy to reduce N input, but the definition of damage thresholds for terrestrial biodiversity still represents a major challenge.“]). Der CL markiert daher nicht zwangsläufig eine Erheblichkeitsschwelle, sondern stellt einen Wert dar, der – dem Stand der Forschung entsprechend – vorsorglich als solche eingesetzt wird. Um vernachlässigbare von potenziell erheblichen Effekten zu trennen, ist es daher gerechtfertigt, ergänzende Beurteilungsschwellen heranzuziehen.

3.1.2 Bagatellschwelle in der Größenordnung von 3 % des CL

Die Größenordnung von 3 % des CL als Bagatellschwelle geht auf einen Vorschlag zurück, der bereits 2007 formuliert wurde (UHL et al. 2007). Der Wert basiert auf einer Befragung von Fachleuten, die eine Zusatzbelastung unter $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ übereinstimmend als nicht signifikant verändernd eingeschätzt haben. Angeführt wurde, dass $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ etwa 3 % der CL von sehr empfindlichen Wald- und Offenland-Lebensraumtypen und häufig weniger als 1 bis 2 % der Hintergrundbelastung entsprechen. Dieser Wert wurde in der Folgezeit in anderen Projekten angewendet (KIFL 2008). Er liegt im unteren Bereich der Spanne der Werte, die in anderen EU-Mitgliedstaaten in vergleichbaren Kontexten zum Einsatz kommen (vgl. HICKS et al. 2011) und wurde vom BVerwG als überzeugend beurteilt (ständige Rechtsprechung nach dem Himmelstür-Beschluss vom 10.11.2009, s. oben).

In BMVBS 2013 wurde eine erweiterte Auswertung der aktuellen Literatur aus dem In- und Ausland über die Auswirkungen von Stickstoffeinträgen vorgenommen. Im Mittelpunkt stand die Reichweite der feststellbaren Boden- und Vegetationsveränderungen entlang von Straßen. Als Ergebnis der umfangreichen Recherchen stellte sich heraus, dass die meisten Studien über eine stark belastete Spritzwasserzone von einigen Metern hinaus keinen eindeutigen Effekt in der straßenbegleitenden Vegetation ermitteln konnten. Wenige Studien haben physiologische Effekte bzw. Verschiebungen in der Artenzusammensetzung je nach Verkehrsbelastung bis maximal 100 bis 200 m beobachtet (vgl. BMVBS 2013, Kap 5.4, SCHAFFERS 2010, HICKS & ASHMORE 2005 S.26ff, SIGNAL et al. 2004 S.27f, RASSMUS et al. 2003 S.91). Eine groß angelegte Studie in Süddeutschland, die sehr stark befahrene Autobahnabschnitte in Bayern untersucht hat, hat Verschiebungen in der Artenzusammensetzung von Wäldern bis zu einem Abstand von 230 m nachgewiesen (KIRCHNER et al. 2006), was im konkreten Fall einer Zusatzbelastung von über $1 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ entsprach.

Einträge, die eine CL-Überschreitung auslösen oder verstärken, führen nicht zwangsläufig zu Schäden. Dies ist nicht verwunderlich, da die CL vorsorglich so gesetzt wurden,

dass sie das Eintreten jeglicher Wirkung ausschließen. Sie liegen deshalb *per se* unterhalb von Wirkungsschwellen. Experimentelle Studien zur Untersuchung der Auswirkungen von Stickstoffeinträgen arbeiten dementsprechend mit deutlich höheren Gaben in der Größenordnung von mindestens $5 \text{ bis } 20 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$, was sich auf die Auflösung und die direkte Übertragbarkeit ihrer Ergebnisse niederschlägt. Den Feld- oder Laborstudien folgt deshalb eine Auswertung durch Experten, bevor empirische CL festgelegt werden (BOBBINK & HETTELINGH 2011).

Auch mit Hilfe des BERN-Modells, das zur Ermittlung von lebensraumtypischen CL in BMVBS 2013 verwendet wurde, ist überprüft worden, ob eine Erhöhung um 3 % des CL die Regenerationsfähigkeit der betrachteten Pflanzengesellschaften signifikant einschränken könnte. Auch diesbezüglich konnten keine statistisch signifikanten Effekte festgestellt werden.

Im Lichte dieser Ergebnisse besteht kein Anlass für die Annahme, dass eine Überschreitung in der Größenordnung von 3 % des CL nachteilige Effekte haben könnte. Gemessen an den Ergebnissen der Wirkungsforschung liegt diese Schwelle sehr niedrig. In der oben erwähnten Studie von KIRCHNER et al. 2006 wurden Wirkungen in Pflanzenbeständen in bis zu 230 m Entfernung vom Rand einer stark befahrenen Autobahn festgestellt. Bei Anwendung der 3 %-Schwelle werden bei einem CL von $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ bei gleicher Verkehrsmenge eine Reichweite von potenziell relevanten Einträgen bis über 600 m im Wald und über 750 m im Offenland unterstellt. Aus dem Unterschied zwischen dem als Prüfhypothese angenommenen Wirkabstand gegenüber der Reichweite nachweisbarer Effekte wird der vorsorgliche Charakter der 3 %-Schwelle deutlich. Da der Bagatellwert unterhalb naturwissenschaftlich nachweisbarer Effekte liegt, besitzt er notwendigerweise den Charakter einer Fachkonvention. Diese Konvention schöpft ihre fachliche Legitimation aus dem Konsens des im Rahmen des Forschungsvorhabens beteiligten Expertenkreises aus dem In- und Ausland.

Die 3 %-Schwelle wurde 2007 sehr niedrig gesetzt, weil sie ursprünglich als vorhabenbezogene Irrelevanzschwelle konzipiert wurde. Durch die Wahl eines sehr niedrigen Bagatellwertes sollte nicht nur ausgeschlossen werden, dass ein Vorhaben einzeln relevante Beeinträchtigungen auslöst, sondern auch, dass es jeglichen signifikanten Beitrag zu einer eventuellen Summation leisten könnte. Die spätere Interpretation der Bagatellschwelle als gebiets- bzw. als rezeptorbezogene Schwelle (Urteil des OVG Münster vom 01.12.2011, 8 D 58/08, NRWE – Rechtsprechungsdatenbank NRW), d. h. als höchst zulässige Summe aller Einträge aus verschiedenen Plänen und Projekten, hat die Diskussion um eine weitere, logischerweise unterhalb der nun rezeptorbezogenen Bagatelle liegenden Schwelle entfacht, ab welcher vorhabenbezogene Depositionsbeiträge überhaupt berücksichtigt werden können. Dieses erforderte die Definition eines weiteren Instruments, des sog. vorhabenbezogenen Abschneidekriteriums.

3.2 Vorhabenbezogenes Abschneidekriterium

Definition:

Das Abschneidekriterium kennzeichnet die maximale Höhe der Stoffdeposition, die unter konservativen Annahmen nach dem Stand der Wissenschaft einer bestimmten Quelle valide zugeordnet werden kann. Das Abschneidekriterium

für Stickstoff hat einen Wert von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$. Bei Depositionsraten kleiner oder gleich diesem Wert lassen sich keine kausalen Zusammenhänge zwischen Emission und Deposition nachweisen, so dass die Voraussetzungen für die Prüfung der Verträglichkeit eines Vorhabens nicht mehr erfüllt sind. Das Abschneidekriterium wird in der FFH-VP v. a. zur Abgrenzung des Untersuchungsraums herangezogen.

Zur Bestimmung der Einträge eines Vorhabens in ein Natura 2000-Gebiet ist eine Depositionsberechnung durchzuführen. Der atmosphärische Ferntransport von Luftschadstoffen führt dazu, dass es prinzipiell nicht möglich ist, einen geographischen Bereich anzugeben, außerhalb dessen es mit absoluter Sicherheit zu keinem stofflichen Eintrag aus einer bestimmten Quelle mehr kommt. Der praktikable Vollzug der gesetzlichen Vorgaben erfordert jedoch grundsätzlich einen definierten Untersuchungsraum und darum ein vorhabenbezogenes Abschneidekriterium, d. h. eine untere Grenze der relevanten Zusatzbelastung, da ansonsten jedes beliebig entfernte Natura 2000-Gebiet in die Prüfung der FFH-VP einbezogen werden müsste. Eine solche Grenze ist spätestens dort anzusetzen, wo die Höhe der zusätzlichen Belastung eines Vorhabens nicht mehr mit vertretbarer Genauigkeit bestimmbar ist bzw. wo ein vorhabenbedingter Eintrag nicht mehr eindeutig von der Hintergrundbelastung abgegrenzt werden kann.

Die FFH-Verträglichkeit gehört zu den Nachweisen, die bei möglicher Betroffenheit von Natura 2000-Gebieten im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zu erbringen sind. Die Genehmigungsbehörden dürfen im Zweifelsfall die Genehmigung nicht erteilen, wenn sie nicht mit hinreichender Sicherheit erhebliche Beeinträchtigungen ausschließen können. Andererseits dürfen sie eine Genehmigung nicht aus rein theoretischen Besorgnissen verwehren (Urteil des BVerwG vom 17.01.2000, 9 A 20/05, NuR 2007, S. 336–358, Rn. 60). Für die Versagung der Genehmigung müssen nicht ausräumbare, vernünftige Zweifel an der Verträglichkeit des Vorhabens bestehen. Eine grundlegende Voraussetzung hierfür ist ein nachvollziehbarer und nachweisbarer Zusammenhang zwischen Ursache (Vorhaben) und Wirkung (Schaden am Rezeptor). Vor diesem Hintergrund ist die Nachweisbarkeit bzw. Zurechenbarkeit des vorhabenbedingten Eintrags von entscheidender Bedeutung.

3.2.1 Höhe des geringsten messtechnisch nachweisbaren Eintrags

Nach Ansicht der Autoren lassen sich Ergebnisse von Rechenmodellen nur dann Genehmigungsentscheidungen zugrunde legen, wenn sie hinreichend validiert sind. Der kleinste modellierte Wert muss dazu in der Nähe der noch messtechnisch zugänglichen Größenordnung liegen.

Die für bodennahe Quellen wie Straßen entscheidende trockene Deposition von Stickstoffverbindungen lässt sich allerdings nicht ohne weiteres direkt messen, sondern nur indirekt durch Kombination von Messungen und aufwändiger Bilanzmethoden bestimmen. Die nasse bzw. Bulk-Deposition ist einfacher zu messen. Die untere Bestimmungsgrenze für Ammonium und Nitrat im Niederschlag liegt bei etwa $1\text{--}2 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (in den Laborstandards des forstwissenschaftlichen Level II-Programmes in Sachsen liegt die Nachweisgrenze für N-Gehalte in der Bulk-Deposition bspw. bei etwa 1,1 bis 1,9 [persönl. Mitt. H. ANDREAE]). Im Abschlussbericht einer wissenschaftlichen Messkampagne zur Bestimmung der Gesamt-N-Deposition in

Nordwestdeutschland (MOHR et al. 2005) werden für die Bestimmung der Stickstoff-Gesamtdeposition im Gelände Messungenauigkeiten in einer Größenordnung von etwa 20 % angegeben. Dieser Wert entspricht bei Stickstoffdepositionswerten von 20 bis $30 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ einer Größenordnung von 4 bis $6 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$.

Genauer bestimmen lässt sich die für den Prozess der Deposition wesentliche Eingangsgröße der Immissionskonzentration von Stickoxiden (NO_x) und Ammoniak (NH_3) in der Luft. In BMVBS (2013) wurden entsprechende Informationen über 20 verschiedene Konzentrationsmessgeräte für Außenluft oder Abgasluft für NO_x und NH_3 ausgewertet. Die kleinsten unteren Nachweisgrenzen liegen je nach Messgerät bei $0,4\text{--}3 \mu\text{g m}^{-3}$ für NO_x und $0,14\text{--}3 \mu\text{g m}^{-3}$ für NH_3 . Legt man jeweils die unteren Werte zugrunde, ergibt sich – unter Heranziehung der Depositionsgeschwindigkeiten für die trockene Deposition aus der VDI-Richtlinie 3782 – nach aktuellem Stand der Technik eine Größenordnung von etwa $0,5 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ für den kleinsten nachweisbaren Stickstoffeintrag (als Summe von NO_x und NH_3).

3.2.2 Statistische Unterscheidbarkeit zwischen Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung

Für die Beurteilung einer Belastung kommt es, wie schon dargestellt, auf die Gesamtbelastung, also die Summe aus Vor- und Zusatzbelastung an. Die Ermittlung sowohl der Vor- und der Zusatzbelastung und damit der Gesamtbelastung ist aus verschiedenen Gründen – u. a. naturräumliche Heterogenität, meteorologische Variabilität, Mess- und Modellierungstechnik – mit Unsicherheiten verbunden. Dies findet seinen Niederschlag in der Angabe von Modell- bzw. Messunsicherheiten. Ist die Zusatzbelastung sehr klein, so ist nicht auszuschließen, dass die sich daraus ergebende Gesamtbelastung immer noch innerhalb der Unsicherheitsbereiche liegt, die sich bei der Ermittlung der Hintergrundbelastung ergeben, und folglich von zufälligen Variationen der Hintergrundbelastung nicht unterscheidbar ist.

Der Schwellenwert, ab dem die berechnete Gesamtbelastung mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit nicht allein durch zufällige Variation der Hintergrundbelastung zustande kommt, lässt sich ermitteln. Hierfür muss der Unsicherheitsbereich der betrachteten Größe bekannt sein. Die angegebene Unsicherheit kennzeichnet eine Spanne um den Mittelwert, innerhalb welcher der wahre Wert der physikalischen Größe mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit liegt. Das angesetzte Wahrscheinlichkeitsniveau (in der Regel 95 %) ist daher für das Verständnis der angegebenen Unsicherheit entscheidend.

Bei der Unterscheidung zwischen Vor- und Gesamtbelastung im Zusammenhang mit der FFH-VP muss der Antragsteller belegen, dass die Erhöhung der Gesamtbelastung nicht signifikant ist. Unter Annahme eines Signifikanzniveaus von 95 % bedeutet dies, statistisch gesprochen, dass die Zusatzbelastung nur dann als nicht signifikant gilt, wenn die Überlappung der Wahrscheinlichkeitsverteilung von Vor- und Gesamtbelastung größer oder gleich 95 % ist. Da die Unsicherheit im Modellwert relativ ist, hängt der Höchstwert für eine statistisch nicht signifikante Zusatzbelastung von der Höhe der Hintergrundbelastung und der (relativen) Standardabweichung (RSD) ab.

Im Falle der hier in Frage stehenden regionalen bzw. lokalen Eintragsmodellierung ist die Ermittlung der Unsicherheit

Gegenstand der Forschung. Es kann aber mittlerweile als gesichert gelten, dass die relative Unsicherheit bei den regionalen Modellierungen mindestens 20 % beträgt (VAUTARD et al. 2009, FLECHARD et al. 2010). Unter Annahme einer Normalverteilung (Gauß'sche Glockenkurve) bedeutet dies, dass der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von knapp 70 % (1σ) im Bereich Modellwert \pm Unsicherheit liegt. Dies gilt für die Vor- wie für die Gesamtbelastung, deren Differenz die Zusatzbelastung (in erster Näherung können die Ermittlung der Vor- und Zusatzbelastung als statistisch unabhängig voneinander betrachtet werden) ist. Je kleiner diese Zusatzbelastung, desto stärker überlappen die Vertrauensbereiche der beiden Verteilungen, d. h. die zufälligen Schwankungen werden im Vergleich zur Zusatzbelastung groß.

Um die Unterscheidbarkeit von Hintergrund- und Gesamtbelastung konservativ zu testen, muss eine möglichst geringe Hintergrundbelastung unterstellt werden. Die niedrigsten Werte für Deutschland liegen derzeit bei etwa 10–15 kg N ha⁻¹a⁻¹. Ebenfalls sehr konservativ sind die Annahmen einer RSD von 20 % – entspricht dem geringsten Wert für die RSD, der nach Auswertung der Fachliteratur in einer Studie angesetzt wurde – und einer Überlappung der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Vor- und Gesamtbelastung von 95 %. Konkret bedeutet das bei einer Annahme von 12 kg N ha⁻¹a⁻¹ Hintergrunddeposition und einer RSD von 20 %, dass Zusatzdepositionen erst ab 0,3 kg N ha⁻¹a⁻¹ statistisch signifikant von der Hintergrundbelastung unterscheidbar sind (Überlappung 95 %). Bei höheren Hintergrundbelastungen, die in Deutschland die Regel sind, oder höheren Unsicherheitsbereichen nimmt die Unterscheidbarkeit ab, bei niedrigeren Hintergrundbelastungen (z. B. 8 kg N ha⁻¹a⁻¹) lassen sich theoretisch auch kleinere Zusatzbelastungen (>0,2 kg N ha⁻¹a⁻¹) statistisch unterscheiden. Kleinere Eintragsmengen sind nicht mehr statistisch signifikant von der Hintergrundbelastung zu unterscheiden, beispielsweise beträgt für 0,1 kg N ha⁻¹a⁻¹ die Überlappung sogar bei einer Hintergrunddeposition von 5 kg N ha⁻¹a⁻¹ 96 %.

3.2.3 Sensitivität der Ergebnisse gegenüber Unschärfen in den Eingangsdaten

Immissions-/Depositionsprognosen als Folge von Emissionen des Kfz-Verkehrs oder anderen Emissionsquellen sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen mit Unsicherheiten behaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse werden meistens die Ausbreitungsmodelle selbst in den Vordergrund gestellt. Die Güte von Immissions- bzw. Depositionsprognosen ist aber in erster Linie von verschiedensten Eingangsparametern abhängig, wobei jeder einzelne dieser Parameter einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen bzw. Depositionen hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionsmengen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten, Höhenmodell, Bodenrauigkeit und Depositionsgeschwindigkeiten. Die Unsicherheiten der Eingangsdaten schlagen direkt auf berechnete Zusatzbelastungen durch. Allerdings ist eine umfangreiche Fehleranalyse aus Komplexitätsgründen in der Gutachterpraxis nicht leistbar.

Im Unterschied zu messtechnisch gewonnenen Werten ist jedoch die Güte von Ausbreitungsmodellen nicht von der absoluten Größe der Emission und Immission sondern von der im Modell verwendeten physikalischen Beschreibung der atmosphärischen Ausbreitung abhängig. Daher ist es nicht möglich, aus den Modelleigenschaften untere

Abschneidekriterien oder andere Beurteilungswerte abzuleiten. Unabhängig davon sind Ausbreitungsmodelle technisch in der Lage, jede „beliebig“ kleine Konzentration bzw. Deposition auszugeben. Diese Diskrepanz kann leicht dazu verleiten, Berechnungsergebnisse zu überinterpretieren.

Im Zusammenhang mit der Bagatellschwelle und dem Abschneidekriterium werden relativ kleine berechnete Immissionsbeiträge betrachtet, was bei der Anwendung in der FFH-VP zu Betroffenheiten in sehr weit von der Emissionsquelle entfernten Bereichen führen kann. Geht der geringe Umfang der berechneten Immission bzw. Deposition primär auf einen großen Abstand zur Quelle zurück, können wegen der langen Transportzeit von Eingangsdaten beeinflusste physikalische Effekte wirksam werden, die bei geringen Quellentfernungen weniger wichtig sind:

1. Je größer die Quellentfernung, desto mehr können die quellbezogenen meteorologische Bedingungen von den am Ort der Freisetzung gültigen Bedingungen abweichen.
2. Je größer die Quellentfernung, desto ausgedehnter ist die Fahne und desto weniger Einfluss haben lokale topographische (z. B. Erhebungen) und meteorologische Effekte.
3. Je größer die Quellentfernung, desto weniger Einfluss haben Details der quellnahen Modellierung (z. B. Quelhöhe) auf die Immissionsverteilung.
4. Je größer die Quellentfernung, desto mehr Einfluss haben zeitlich integrierende Prozesse wie Sedimentation, Deposition und chemische Umsetzungen auf die Immission. Eine Unsicherheit liegt z. B. in der Festlegung der Depositionsgeschwindigkeit, die sich mit zunehmender Quellentfernung immer stärker auf die Immission auswirkt.
5. Je größer die Quellentfernung, desto geringer die bodennahe Konzentration; damit ist in größeren Entfernungen kein Vergleich mit Messdaten möglich, da kaum eine messtechnische Unterscheidung von der Hintergrundbelastung gegeben ist.

3.2.4 Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf die betroffene Fläche

Bei der Bewertung von N-Einträgen in FFH-Gebiete spielt nicht nur der absolut berechnete Wert für die Depositions-Zusatzbelastung, sondern auch die von der Überschreitung des Abschneidekriteriums bzw. der Bagatellschwelle betroffene Fläche eine Rolle. Der Gradient des Depositionsprofils nimmt bei bodennahen Quellen wie etwa Straßen mit dem Abstand zur Emissionsquelle ab, wie dies die in Abbildung 2 dargestellte Abklingkurve einer beispielhaften Depositionsrechnung für ein Straßenbauvorhaben zeigt. Dies impliziert, dass die von einer Überschreitung eines bestimmten Schwellenwertes betroffene Fläche quellnah geringer ist als quellentfernt. Dies bedeutet auch, dass die Überschreitung von niedrigen Schwellenwerten deutlich größere Flächen betreffen als hohe Schwellenwerte, da die Zusatzbelastung mit der Quellentfernung abnimmt.

Variiert man den Schwellenwert in Stufen von 0,1, ist aus dem in Abbildung 2 dargestellten Beispiel ablesbar, dass der Zuwachs der von einer Überschreitung des Schwellenwertes betroffenen Fläche (graue Rechtecke) durch eine

Reduzierung von 0,4 auf 0,3 kg N ha⁻¹a⁻¹ um die Hälfte niedriger ist als eine Reduzierung von 0,3 auf 0,2 kg N ha⁻¹a⁻¹ und um das 5,5-fache niedriger als bei einer Reduzierung von 0,2 auf 0,1 kg N ha⁻¹a⁻¹. Diese relativen Reduzierungen sind einer Beispielrechnung entnommen und unterscheiden sich je nach Emissionsniveau und Ausbreitungsbedingungen.

Bei gefassten und höheren Quellen ergibt sich zwar eine etwas andere Verteilung der Deposition, das Prinzip bleibt jedoch unverändert. Hier tritt das Maximum der Deposition nicht direkt an der Quelle, sondern, in Abhängigkeit von Ableitbedingungen, Quellhöhe und meteorologischen Bedingungen, von der Quelle entfernt auf. Mit zunehmender Entfernung vom Maximum nimmt jedoch auch hier der Gradient des Depositionsprofils ab, so dass die Ausführungen für hohe Quellen analog gelten.

Ein niedriger Schwellenwert hat dementsprechend einen überproportionalen Einfluss auf die Größe der Flächen, auf denen der Schwellenwert überschritten wird. Je kleiner der Wert des Abschneidekriteriums ist, umso größer ist somit die Gefahr, dass sich die Berechnungsunsicherheiten auf überproportional große Flächen niederschlagen. Dieses ist im Kontext der FFH-VP besonders problematisch, da der Umfang der betroffenen Flächen maßgeblich in die Beurteilung der Erheblichkeit einfließt.

3.2.5 Fazit zur Höhe des Abschneidekriteriums

Die verschiedenen oben ausgeführten Argumentationslinien haben zwar jede für sich ihre Grenzen, was die Möglichkeiten einer exakten Quantifizierung anbelangt. In der Zusammenschau weisen sie aber darauf hin, dass ein Zusammenhang von Emission und Deposition bei Depositionsraten in Größenordnungen von 0,3 kg N ha⁻¹a⁻¹ und kleiner nicht mehr zuverlässig hergestellt werden kann. Dieser unter konservativen Annahmen gesetzte Wert markiert daher zugleich die untere Grenze der Einträge, die zu einem begründbaren Verdacht auf eine ursächlich auf ein bestimmtes Vorhaben zurückführbare Wirkung Anlass geben und folglich die Notwendigkeit einer FFH-VP auslösen. In der Praxis kann somit dieses Abschneidekriterium auch zur Festlegung des maximalen Wirkraums eines zu prüfenden Vorhabens herangezogen werden.

Das Abschneidekriterium soll grundsätzlich für jedes Vorhaben unabhängig davon gelten, ob andere Pläne und Projekte

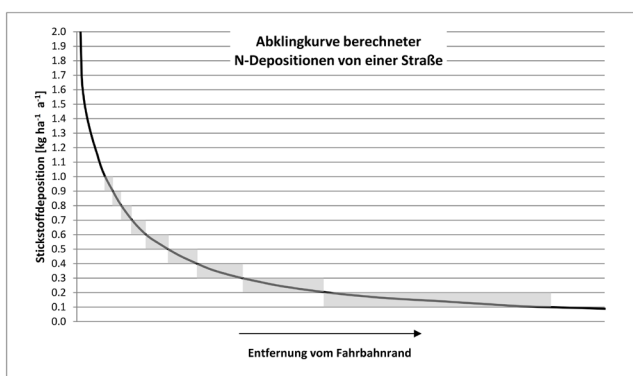


Abb. 2: Abklingkurve berechneter straßenbedingter Zusatzbelastungen an N-Depositionen (schematische Darstellung).

Fig. 2: Gradient of additional loads of N-deposition from a road-project (schematic figure).

im Untersuchungsraum beantragt oder genehmigt sind. Modelle können zwar theoretisch kleinere Depositionsmengen berechnen, das aufgezeigte Fehlen von validierbaren Ursache-Wirkung-Zusammenhängen ist jedoch ausschlaggebend. Ein „Eintrag“ unter der Nachweisgrenze wird nicht dadurch plausibler, dass er zu anderen, ebenso wenig nachweisbaren Kleinsteinträgen hinzu addiert bzw. von ihnen subtrahiert wird. Einträge, die sich in der Realität keinem Projekt zuordnen lassen, wirken diffus und können allenfalls als Teil der Hintergrundbelastung beschrieben werden.

3.3 Sonderfälle der Lebensraumtypen mit Bagatellschwellen unterhalb des Abschneidekriteriums

Das Abschneidekriterium liegt mit 0,3 kg N ha⁻¹a⁻¹ nur geringfügig unterhalb der 3 %-Bagatellschwelle für mittlere CL von 15 oder 20 kg N ha⁻¹a⁻¹ und in der Größenordnung der 3 %-Bagatellschwelle für einen niedrigen CL von 10 kg N ha⁻¹a⁻¹. Dies liegt daran, dass die Bagatellschwelle zur Identifikation von Einträgen, die mit Sicherheit bagatellartig sind, gesetzt wurde und dementsprechend sehr niedrig liegt. Bei CL unter 10 kg N ha⁻¹a⁻¹ fällt der 3 %-Wert in seiner Größenordnung unter das Abschneidekriterium. Es stellt sich daher die Frage, ob solche Sonderfälle eine Absenkung des Abschneidekriteriums erfordern. Folgende Aspekte sollten dabei betrachtet werden:

(1) Auch für Lebensraumtypen mit sehr niedrigen CL bleibt eine glaubwürdige Bestimmung des vorhabenbedingten Eintrags erforderlich.

Wie im Zusammenhang mit der Herleitung des Abschneidekriteriums ausgeführt wurde (siehe Kapitel 3.2), können Rechenergebnisse als Grundlage für Zulassungsentscheidungen nur dann eingesetzt werden, wenn sie mit Hilfe von zuverlässigen Methoden nach dem Stand der Technik ermittelt wurden. Dies setzt eine Validierung der Rechenverfahren voraus, die wiederum auf eine glaubwürdige und überprüfbare Quantifizierung der Eingangsparameter angewiesen ist. Dies ist unterhalb der Nachweisgrenze von Konzentrationen von NO_x und NH₃ in der Luft nicht möglich. Erst ein begründbarer Verdacht auf eine ursächlich auf ein bestimmtes Vorhaben zurückführbare Wirkung löst die Notwendigkeit aus, die FFH-Verträglichkeit dieses Vorhabens näher zu prüfen. Diese Voraussetzung gilt unabhängig von den Eigenschaften der betroffenen Arten und Lebensraumtypen.

(2) Die empfindlichsten Ausprägungen von Lebensraumtypen mit CL, die für Landschaften mit anthropogen unbeeinflusstem Stoffhaushalt typisch sind, kommen in Mitteleuropa seit langem nicht mehr vor.

Die CL der empfindlichsten Lebensraumtypausprägungen sind in den meisten Regionen Deutschlands aller Wahrscheinlichkeit nach seit mindestens 100 Jahren überschritten. Dem CL-Konzept zufolge müssten die empfindlichsten Rezeptoren, die höchstens Belastungen in der Größenordnung von 3 bis max. 10 kg N ha⁻¹a⁻¹ vollkommen schadlos vertragen, mittlerweile irreversible Schäden erlitten haben. Tatsächlich lässt sich ein drastischer Rückgang der empfindlichsten Moose und Flechten belegen, von denen zahlreiche Arten im Laufe des 20. Jahrhunderts ausgestorben sind (HAUCK et al. 2013). Die Wahrscheinlichkeit, dass für die verbliebenen Arten und Böden in der heutigen Landschaft außerhalb von emittententfernten Gebieten wie Hochgebirgs- und Küstenräumen bei N-Depositionen bis 10 kg ha⁻¹a⁻¹

noch Gefahr in Verzug wäre, ist dagegen äußerst gering. Der UBA-Datensatz zur Gesamtbelastung mit Stickstoffeinträgen aus der Luft für das Jahr 2007 weist bei Wäldern und seminaturlicher Vegetation Depositionswerte unterhalb von $15 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ derzeit lediglich vereinzelt im südwestdeutschen Raum (Oberrheinebene, Pfalz) und im Küstenraum der Ostsee auf. Nur für die Offenlandvegetation (d.h. für Pflanzenbestände mit raugkeitsbedingten relativ geringen Eintragsraten) erreicht die Hintergrundbelastung im Südwesten Deutschlands punktuell Werte in der Größenordnung von lediglich $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$.

(3) FFH-relevante Regenerationspotenziale werden vom Umfang der zukünftig erzielbaren Senkung der Hintergrundbelastung bestimmt.

Obwohl der günstige Erhaltungszustand der Lebensraumtypen nicht zwingend das Vorkommen von Arten der unberührten Landschaften voraussetzt, ist es aus Naturschutzsicht angebracht, zusätzliche Belastungen zu vermeiden, die zukünftige Fortschritte der Luftreinhaltung im Vorwege zunichtemachen würden. (Bei der Bewertung des Erhaltungszustands werden verschiedene Parameter integriert berücksichtigt. Ein hervorragender Erhaltungszustand A ist daher auch ohne das Vorkommen von wenigen extrem seltenen Arten erreichbar.) Die zukünftige Hintergrundbelastung der Luft mit reaktiven Stickstoffverbindungen bestimmt das Entwicklungspotenzial für sehr empfindliche Lebensraumtypen. Es ist davon auszugehen, dass ein Lebensraumtyp mit einem CL z.B. von $5 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ – zukünftig ebenso wenig wie heute – eine Belastung von $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ langfristig nicht schadlos vertragen kann. Da die FFH-RL zwar das Ergreifen der notwendigen Maßnahmen zur Behebung von ungünstigen Zuständen, jedoch nicht das Verfolgen von unrealistischen Wiederherstellungszielen verlangt, stellt das zukünftig erreichbare Niveau der Hintergrundbelastung der Luft mit Stickstoff einen wichtigen Orientierungswert dar, der für die vorsorgliche Bestimmung des Abschneidekriteriums von Relevanz ist.

Die natürliche Rate der atmosphärischen Deposition reaktiver Stickstoffverbindungen liegt wie dargestellt in der Größenordnung von 2 bis $6 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (BOBBINK et al. 2010, VITOSEK et al. 2013, CLEVELAND et al. 1999). Seit mehreren Jahrzehnten wird der globale Stickstoffkreislauf jedoch mit synthetisch erzeugten Stickstoffverbindungen angereichert, die vor allem aus der Kunstdüngerproduktion und aus Verbrennungsprozessen stammen. Da natürliche Senken, die Stickstoff langfristig aus der Biosphäre entfernen, nicht im notwendigen Umfang zur Verfügung stehen, wird diese globale Anreicherung nicht mehr vollständig umkehrbar sein.

Die Regionen Europas, in denen die Hintergrundbelastung heute in der Größenordnung von $5 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ liegt, sind ausschließlich solche mit einer sehr geringen Bevölkerungsdichte unter 10 Einwohner km^2 – zum Vergleich: in Deutschland beträgt die durchschnittliche Bevölkerungsdichte 230 Einwohner km^2 ((mehrere 1.000 Einwohner km^2 in den Ballungszentren, 25 bis 50 Einwohner km^2 in den am dünnsten besiedelten Landkreisen Nordostdeutschlands) (Demografieportal des Bundes und der Länder, Stand 2010)). Eine Rückkehr zu einer Hintergrundbelastung, die eine Entwicklung von Lebensraumtypen mit CL von höchstens $5 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ erlauben würde, ist daher in Deutschland im Regelfall illusorisch.

Eine Prognose der zukünftigen Entwicklung der Gesamtbelastung mit Stickstoffeinträgen ist zwar mit vielerlei

Unsicherheiten behaftet, ein überschlägiger Trend lässt sich jedoch ermitteln. Der aktuelle Stand der Forschung zur möglichen Entwicklung in Europa ist dem 2011 erschienenen „*European Nitrogen Assessment*“ (SUTTON et al. 2011) zu entnehmen. Verschiedene Szenarien wurden berücksichtigt, wobei das anspruchsvollste Szenario sehr umfangreiche Maßnahmen und Veränderungen im Verbraucherverhalten, d.h. starke Einschnitte in die Aktivitäten bestimmter Wirtschaftszweige und in den Alltag von Privatpersonen voraussetzt. Selbst bei diesem optimistischsten Szenario wird lediglich eine Senkung der Ammoniak-Emissionen von ca. 4.000 auf ca. 3.000 Gigagramm (1 Gigagramm entspricht 1 Kilotonne) N pro Jahr bis zum Jahr 2100 prognostiziert, d.h. eine Senkung der Emissionen um ca. ein Viertel. Selbst wenn in Europa das maximal Mögliche getan wird, ist somit davon auszugehen, dass langfristig allein die anhaltend zu hohen Ammoniak-Emissionen eine Senkung der Hintergrundbelastung unter $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ in weiten Teilen Deutschlands vereiteln würden. Inwiefern eine signifikante Absenkung in den Gebieten, in denen die Belastung heute 10 bis $15 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ beträgt, erzielt werden könnte, lässt sich bei dieser überschlägigen Betrachtung nicht exakt einschätzen. Für die überwiegende Mehrheit der Natura 2000-Gebiete Deutschlands stellt aber selbst das Erreichen eines Depositionsniveaus von $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ ein sehr anspruchsvolles Ziel dar.

In ihren Empfehlungen an die Länder mit den 200 besonders gefährdeten Ökoregionen der Welt (sog. *G 200 ecoregions*) mahnen 17 namhafte Expertinnen und Experten aus Europa und Nordamerika ebenfalls die Erhaltung einer $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ -Marke an (BOBBINK et al. 2010). Dies weist darauf hin, dass dieser Wert mit der globalen Erhaltung der biologischen Vielfalt kompatibel ist.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine großflächige Absenkung der Hintergrundbelastung unter $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ im dicht besiedelten Mitteleuropa in absehbarer Zeit im Regelfall nicht realistisch ist. Dementsprechend werden die empfindlichsten, in Zukunft regenerierbaren Ausprägungen von Lebensraumtypen in Mitteleuropa im Regelfall keine CL unterhalb von $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ aufweisen. Daraus folgt, dass auch bei einem Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (= 3 %-Bagatellschwelle für einen Lebensraumtyp mit einem CL von $10 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$) keine Einschränkung von realistischen Regenerationspotenzialen in Kauf genommen wird. Aus den genannten Gründen besteht – aus naturschutzfachlicher Sicht – keine Notwendigkeit, das Abschneidekriterium pauschal unter $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ zu senken.

4 Diskussion hinsichtlich Kompatibilität mit der Rechtsprechung

Die Frage des CL-Einsatzes in der FFH-VP wurde erstmalig 2007 im Klageverfahren zur Bundesautobahn A 143 („Westumfahrung Halle-Urteil“) thematisiert (BVerwG Urteil vom 17.1.2007, 9.A.20,05). Seitdem wurden einzelne Umsetzungsaspekte im Rahmen weiterer Verfahren behandelt.

- Eine auf den CL basierende Bagatellschwelle berücksichtigt die spezifische Empfindlichkeit der Rezeptoren und stellt daher ein geeignetes Instrument im Kontext der erhaltungszielorientierten FFH-VP dar. Das BVerwG hat den CL als „naturwissenschaftlich begründete Belastungsgrenze“ anerkannt, die „die Grenze der nach naturschutzfachlicher Einschätzung für das

Erhaltungsziel unbedenklichen Auswirkungen bestimmter Art markiert“. (BVerwG Beschluss vom 10.11.2009, 9 B 28.09 [„Himmelsthür-Beschluss“], DVBl 2010, 176–178; eine Anerkennung des Maßstabs der Critical Loads findet sich auch im Urteil des OVG Lüneburg vom 11.09.2008 sowie im Urteil des OVG Münster vom 03.09.2009, 10 D 121/07.NE, NuR 2009, 801, 814.)

- Nach derzeitigem Stand stellt der in internationaler Zusammenarbeit ständig aktualisierte und weiter entwickelte CL-Ansatz eine Beurteilungsgrundlage dar, die eine „Berücksichtigung der besten einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnisse“ ermöglicht (Urteil des EuGH vom 07.09.2004, C 127/02, NuR 2004, 788–791).
- Das BVerwG hat bestätigt, dass eine Bagatellfallbetrachtung für die Beurteilung von Stickstoffeinträgen in FFH-Gebiete notwendig und sinnvoll ist (BVerwG Beschluss vom 10.11.2009, 9 B 28.09 [„Himmelsthür-Beschluss“], DVBl 2010, 176–178, Urteil vom 14.04.2010 [9 A 5.08: A44, VKE 32, NuR 2010, S. 558] und nachfolgend in weiteren Urteilen).
- Das BVerwG hat anerkannt, dass vorhabenbedingte Zusatzbelastungen in einer Größenordnung von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ nicht mehr mit vertretbarer Genauigkeit berechenbar und von der Hintergrundbelastung abgrenzbar sind (Urteil zur A 44, VKE 40,1 vom 28.03.2013, 9 A 22.11, Rn. 66).

Damit wurden wesentliche Bestandteile der in BMVBS (2013) dokumentierten Fachkonvention bereits höchstgerichtlich überprüft und als kompatibel mit rechtlichen Anforderungen des Gebietsschutzes nach FFH-RL befunden.

5 Schlussfolgerungen

Der in der Fachkonvention der BASt vorgeschlagene mehrstufige Ansatz zur Beurteilung von Stickstoffeinträgen in FFH-Gebiete anhand von Critical Loads stellt mit einem vorhabenbezogenen absoluten Abschneidekriterium von $0,3 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ und einer rezeptorbezogenen Bagatellschwelle von 3 % des jeweiligen Critical Loads einen Beurteilungsansatz dar, der sowohl die fachlichen und rechtlichen Maßstäbe als auch die Anforderungen an die Anwendbarkeit in der Prüfpraxis berücksichtigt. Der Ansatz basiert auf dem aktuellen Stand der naturwissenschaftlichen Forschung über Auswirkungen von Stickstoffeinträgen in Ökosysteme. Die Möglichkeiten und Grenzen der exakten Quantifizierung werden sowohl auf der Ebene der CL-Bestimmung und Wirkungsprognosen als auch auf der Ebene der Ausbreitungs- und Depositionsberechnungen berücksichtigt.

Die vorgeschlagenen Schwellenwerte für den bagatellhaften Stickstoffeintrag sind in vielerlei Hinsicht als vorsorgeorientiert einzustufen. Sie sind nach fachwissenschaftlichen Maßstäben hergeleitet und wurden von einer interdisziplinären Arbeitsgruppe in einem 5-jährigen Prozess unter Beteiligung und Einbeziehung eines breiten Experten- und Anwenderkreises erarbeitet (BMVBS 2013). Von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) werden die Empfehlungen derzeit zu einem Anwendungsleitfaden zusammengefasst.

Die Methodik wurde primär für den Bereich des Straßenbaus entwickelt, lässt sich jedoch grundsätzlich auch auf

die Prüfung der FFH-Verträglichkeit anderer Vorhabentypen übertragen. Der Ansatz kann deshalb auch zur Ermittlung und Bewertung von Kumulationseffekten herangezogen werden. Die bisherige Situation, in der die Rechtsprechung über das Problemfeld der Stickstoffeinträge zu entscheiden hatte, bevor die fachliche Diskussion zu einem abgestimmten Ergebnis über die methodische Vorgehensweise gekommen ist, sorgte für Verunsicherung bei Antragstellern, Fachgutachtern und Genehmigungsbehörden und erforderte nicht selten wiederholte Anpassungen von Antragsunterlagen. Die Autoren hoffen, dass die vorgelegte Fachkonvention eine breite Anwendung finden wird und zur Planungs- und Rechtssicherheit beiträgt. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass die Beurteilung der FFH-Verträglichkeit immer eine standortbezogene Einzelfallentscheidung bleibt, die nur bis zu einem gewissen Grad standardisiert werden kann.

In diesem Aufsatz nicht erschöpfend behandelt wurde die Frage, welche Pläne und Projekte in zeitlicher Hinsicht im Einzelfall kumulativ zu prüfen sind. Wenn sich die Wirkzonen verschiedener Vorhaben überschneiden, gilt der als Bagatelle eingestufte Eintrag im Prinzip für die Summe aller nachweisbaren prüfungsrelevanten Einträge. Die vorgeschlagene Fachkonvention ist so konzipiert, dass sie zur Bewertung von kumulierten Einträgen aus verschiedenen Quellen einsetzbar ist. Sie bietet mit dem vorhabenbezogenen Abschneidekriterium ein Instrument zur Definition eines angemessenen Untersuchungsraums, in dem nachweisbare Verursacherbeiträge hinsichtlich ihrer Summationseffekte geprüft werden.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass überhöhte Stickstoffeinträge in Natura 2000-Gebiete grundsätzlich aus einer Vielzahl bereits genehmigter, nicht genehmigungsbedürftiger und aktuell zur Genehmigung anstehender Emissionsbeiträge im näheren und weiteren Umfeld der einzelnen Gebiete resultieren. Ein umfassender Schutz von Natura 2000-Gebieten lässt sich daher nicht allein durch eine restriktive Genehmigungspraxis erzielen, durch die Verursacher sehr kleiner Zusatzbelastungen – unter Umständen in unverhältnismäßiger Weise – in die Verantwortung für die Erreichung von naturschutzfachlichen Erhaltungszielen genommen werden. Auch das BVerwG hat bereits darauf hingewiesen, dass FFH-Verträglichkeitsprüfungen nicht an die Stelle großräumiger Luftreinhaltepläne treten können, um ein Natura 2000-Gebiet vor zu hohen Belastungen zu bewahren (zuletzt BVerwG 9 A, Urteil vom 06.11.12, 17.11, Rn. 93). Die in vielen Fällen erforderliche Senkung der diffusen Hintergrundbelastung lässt sich nur dann erreichen, wenn das Natura 2000-Gebietsmanagement um Strategien und Maßnahmen der Luftreinhaltung in regionalem Maßstab ergänzt wird (UHL 2013). Anregungen hierzu liefert das Instrument der Luftreinhalteplanung nach § 47 BImSchG oder der auf den Schutz von Natura 2000-Gebieten ausgerichtete landesweite Aktionsplan Stickstoff in den Niederlanden (Programmatische Aanpak Stikstof: MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN 2013). Mit Hilfe integrierter Managementpläne werden hier gezielt Senkungen der Vorbelastung angestrebt und gleichzeitig Spielräume für neue Projekte geschaffen, die diesen Zielen nicht entgegenstehen.

Literatur

- BAST (BUNDESANSTALT FÜR STRASSENWESEN) (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. URL: <http://www.bast.de/DE/Projekte/abgeschlossen/fp-abgeschlossen-v3.html> [access 21-11-2013].
- BIGNAL, K.L., ASHMORE, M.R., POWER, S.A. (2004): The ecological effects of diffuse air pollution from road transport. *Engl. Nat. Res. Rep.* **580**: 1-97.
- BMVBS (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAUWESEN UND STÄDTEBAU) (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Endbericht zum FE-Vorhaben 84.0102/2009 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, verfasst von BALLA, S., UHL, R., SCHLUTOW, A., LORENTZ, H., FÖRSTER, M., BECKER, C., SCHEUSCHNER, TH., KIEBEL, A., HERZOG, W., DÜRING, I., LÜTTMANN, J., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K. = Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik **1099**: 1-362.
- BOBBINK, R., HETTELINGH, J.-P. (eds.) (2011): Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010, Coordination Centre for Effects, RIVM, NL: 243 S.
- BOBBINK, R., HICKS, K., GALLOWAY, J., SPRINGER, T., ALKEMADE, R., ASHMORE, M., BUSTAMANTE, M., CINDERBY, S., DAVIDSON, S., DENTENER, F., EMMETT, B., ERISMAN, J.-W., FENN, M., GILLIAM, F., NORDIN, A., PARDO, L., DE VRIES, W. (2010): Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecol. Appl.* **20** (1): 30-59.
- BROEKMEYER, M.E.A., KROS, J., SCHOTMAN, A.G.M., VAN KLEUNEN, A., WAMELINK, G.W.W. (2012): Effecten van stikstof op vogelsoorten in vogelrichtlijnggebieden in Noord-Brabant. *Alterra-rapp.* **2359**: 1-123.
- CLEVELAND, C.C., TOWNSEND, A.R., SCHIMEL, D.S., FISHER, H., HOWARTH, R.W., HEDIN, L.O., PERAKIS, S.S., LATTY, E.F., VON FISCHER, J.C., ELSEROD, A., WASSON, M.F. (1999): Global patterns of terrestrial biological nitrogen (N₂) fixation in natural ecosystems. *Glob. Biogeochem. Cycl.* **13** (2): 623-645.
- DE VRIES, W., KROS, J., REINDS, G.J., WAMELINK, W., MOL, J., VAN DOBBEN, H., BOBBINK, R., EMMETT, B., SMART, S., EVANS, C., SCHLUTOW, A., KRAFT, P., BELYAZID, S., SVERDRUP, H.U., VAN HINSBERG, A., POSCH, M., HETTELINGH, J.-P. (2007): Developments in deriving critical limits and modeling critical loads of nitrogen for terrestrial ecosystems in Europe. *Alterra-rapp.* **1382**: 1-206.
- DE VRIES, W., WAMELINK, G.W.W., VAN DOBBEN, H., KROS, J., REINDS, G.J., MOL-DIJKSTRA, J.P., SMART, S.M., EVANS, C.D., ROWE, E.C., BELYAZID, S., SVERDRUP, H.U., VAN HINSBERG, A., POSCH, M., HETTELINGH, J.-P., SPRINGER, T., BOBBINK, R. (2010): Use of dynamic soil-vegetation models to assess impacts of nitrogen deposition on plant species composition: an overview. *Ecol. Appl.* **20** (1): 69-79.
- DEMOGRAFIEPORTAL DES BUNDES UND DER LÄNDER: Bevölkerungsdichten nach Gemeinden, Stand 2010. URL: http://www.demografie-portal.de/SharedDocs/Informieren/DE/ZahlenFakten/Bevoelkerungsdichte_Gemeinden.html [access 21-11-2013].
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie – Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart: 683 S.
- DISE, N.B., ASHMORE, M., BELYAZID, S., BLEEKER, A., BOBBINK, R., DE VRIES, W., ERISMAN, J.W., SPRINGER, T., STEVENS, C.J., VAN DEN BERG, L. (2011): Nitrogen as a threat to European terrestrial biodiversity. In: SUTTON, M.A. et al. (eds.): The European Nitrogen Assessment. Sources, Effects and Policy Perspectives, Cambridge: 463-494.
- DUPRÉ, C., STEVENS, C., RANKE, T., BLEEKER, A., PEPLER-LISBACH, C., GOWING, D.J.G., DISE, N.B., DORLAND, E., BOBBINK, R., DIEKMANN, M. (2010): Changes in species richness and composition in European acidic grasslands over the past 70 years: the contribution of cumulative atmospheric nitrogen deposition. *Global Change Biol.* **16**: 344-357.
- ELLENBERG, H. (†), LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Aufl. (bearb. von C. Leuschner), Ulmer, Stuttgart: 1334 S.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 1095 S.
- EWALD, J., HENNEKENS, S., CONRAD, S., WOHLGEMUTH, T., JANSEN, F., JENSSEN, M., CORNELIS, J., MICHIELS, H.-G., KAYSER, J., CHYTRÝ, M., GÉGOUT, J.-C., BREUER, M., ABS, C., WALENTOWSKI, H., STARLINGER, F., GODEFROID, S. (2013): Spatial and temporal patterns of Ellenberg nutrient values in forests of Germany and adjacent regions – a survey based on phytosociological databases. *Tuexenia* **33**: 93-109.
- FLECHARD, C.R., NEMITZ, E., SMITH, R.I., FOWLER, D., VERMEULEN, A.T., BLEEKER, A., ERISMAN, J.W., SIMPSON, D., ZHANG, L., TANG, Y.S., SUTTON, M.A. (2011): Dry deposition of reactive nitrogen to European ecosystems: A comparison of inferential models across the NitroEurope network. *Atm. Chem. Phys.* **11** (6): 2703-2728.
- HAUCK, M., DE BRUYN, U., LEUSCHNER, C. (2013): Dramatic diversity losses in epiphytic lichens in temperate broad-leaved forests during the last 150 years. *Biol. Cons.* **157**: 136-145.
- HEJCMAN, M., KLAUDISOVA, M., SCHELLBERG, J., HONSOVA, D. (2007): The Rengen Grassland Experiment: Plant species composition after 64 years of fertilizer application. *Agr. Ecosyst. Environ.* **122**: 259-266.
- HEJCMAN, M., SCHELLBERG, J., PAVLŮ, V. (2010): *Dactylorhiza maculata*, *Platanthera bifolia* and *Listera ovata* survive N application under P limitation. *Acta Oecol.* **36** (6): 684-688. URL: <http://www.lap.uni-bonn.de/research/research-projects/dauerduengungsversuch-rengen> [access 21-11-2013].
- HICKS, W.K., ASHMORE, M. (2005): Local impacts of road vehicles. Implication of local ecological impacts of road vehicles for the exceedance of NO_x annual limit values and air quality objectives. DEFRA Contract SPU **24**: 26ff.
- HICKS, W.K., WHITFIELD, C.P., BEALEY, W.J., SUTTON, M.A. (2011): Nitrogen Deposition and Natura 2000: Science and Practice in Determining Environmental Impacts. COST729/Nine/ESF/CCW/JNCC/SEI Workshop Proceedings, published by COST. URL: <http://www.cost.eu/media/publications/11-48-Nitrogen-Deposition-and-Natura-2000-Science-Practice-in-determining-environmental-impacts> [access 21-11-2013].
- ICP MODELLING & MAPPING (2004 ff.): Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads & levels. Laufend aktualisiertes Handbuch. online URL: http://www.rivm.nl/en/Topics/II/ICP_M_M/Mapping_Manual [access 21-11-2013].
- KIFL (KIELER INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSÖKOLOGIE) (2008): Bewertung von Stickstoffeinträgen im Kontext der FFH-Verträglichkeitsstudie. URL: <http://www.kifl.de> [access 21-11-2013].
- KIRCHNER, M., FISCHER, A., JAKOBI, G., BERNHARDT, M. (2006): Untersuchungen des Zustandes von Ökosystemen im Alpenvorland entlang von Gradienten des Stickstoffeintrags. Schlussbericht. Forschungsprojekt im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, StMUGV-Förderkennzeichen: 76a-8731.2 – 1999/1 GSF-FE-Nr.: 76425. URL: <http://www.stmuv.bayern.de/umwelt/luftreinhaltung/download/index.htm> [access 21-11-2013].

- LAI-ARBEITSKREIS „Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen“ (2012a): Leitfaden, Abschlussbericht Langfassung, Entwurfsstand 01.03.2012. URL: <http://www.lanuv.nrw.de/landwirtschaft/zulassung/zulassung.htm> [access 21-11-2013].
- LAMBRECHT, H., TRAUTNER, J. (2007): Fachinformationssystem und Fachkonvention zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP. Schlussbericht Juni 2007 = FE-Vorhaben 804 82 004 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz: 239 S.
- LUA (LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG) (2008): Vollzugshilfe zur Ermittlung erheblicher und irrelevanter Stoffeinträge in Natura 2000-Gebiete. Stud. Tagungsber. Landesumweltamt **58**:1-53.
- MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN (Wirtschaftsministerium Niederlande): Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) online. URL: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/09/13/programmatische-aanpak-stikstof-pas.html> [access 21-11-2013].
- MOHR, K., MEESENBURG, H., HORVÁTH, B., MEIWES, K.J., SCHAAF, S., DÄMMGEN, U. (2005): Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkungen auf Waldökosysteme (ANSWER Projekt). Schlussbericht des UFOPLAN-Vorhabens 200 88 213 im Auftrag des Bundesministeriums für Natur, Umweltschutz und Reaktorsicherheit. Oldenburg, Göttingen, Braunschweig: 74 S.
- NAGEL, H.-D., BECKER, R., EITNER, H., HÜBENER, P., KUNZE, F., SCHLUTOW, A., SCHÜTZE, G., WEIGELT-KIRCHNER, R. (2004): Critical Loads für Säure und eutrophierenden Stickstoff. Abschlussbericht zum F/E-Vorhaben 200 85 212. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Luftreinhalung: 172 S.
- NIELSEN, K.E., DEGN, H.J., DAMGAARD, C., BRUUS, M., NYGAARD, B. (2011): A Native Species with Invasive Behaviour in Coastal Dunes: Evidence for Progressing Decay and Homogenization of Habitat Types. *Ambio* **40**: 819-823.
- NILSSON, J., GRENNFELT, P. (eds.) (1988): Critical loads for sulphur and nitrogen. UNECE/Nordic Council workshop report, Skokloster, Sweden. March 1988. Nordic Council of Ministers, Copenhagen: 418 S.
- OLDE VENTERINK, H., PIETERSE, N.M., BELGERS, J.D.M., WASSEN, M.J., DE RUITER, P.C. (2002): N, P, and K budgets along nutrient availability and productivity gradients in wetlands. *Ecol. Appl.* **12**: 1010-1026.
- POSCH, M., SLOOTWEG, J., HETTELINGH, J.-P. (eds.) (2013): CCE Status Report 2012 – Modelling and Mapping of Atmospherically-induced Ecosystem Impacts in Europe. Coordination Centre for Effects, RIVM, Bilthoven, The Netherlands: 141 S.
- RASSMUS, J., HERDEN, C., JENSEN, I., RECK, H., SCHÖPS, K. (2003): Methodische Anforderungen an Wirkungsprognosen in der Eingriffsregelung. Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben 898 82 024 des Bundesamtes für Naturschutz. *Angew. Landschaftsökol.* **51**: 1-225.
- REIF, A., SCHULZE, E.-D., EWALD, J., ROTHE, A. (2013): Waldkalkung – Bodenschutz contra Naturschutz? – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, Online-preview: 25 S. URL: http://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-14-2.pdf [access 23-12-2013].
- REMKE, E., BROUWER, E., KOOIJMAN, A., BLINDOW, I., ESSELINK, H., ROELOFS, J.G.M. (2009): Even low to medium nitrogen deposition impacts vegetation of dry, coastal dunes around the Baltic Sea. *Environ. Pollut.* **157**: 792-800.
- SCHAFFERS, A.P., SÝKORA, K.V. (2000): Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *J. Veg. Sci.* **11**: 225-244.
- SCHAFFERS, A.P. (2010): Effectafstand van stikstof uit verkeersemissies op de vegetatie; een inventarisatie van de literatuur. Unveröff. Gutachten i.A. des Rijk-waterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart, Delft: 18 S.
- SUTTON, M.A., HOWARD, C.M., ERISMAN, J.M., BILLEN, G., BLEEKER, A., GRENNFELT, P., VAN GRINSVEN, H., GRIZZETTI, B. (eds.) (2011): The European Nitrogen Assessment, Univ. Press: Cambridge. URL: www.nine-esf.org [access 21-11-2013].
- UHL, R., BALLA, S., LÜTTMANN, J. (2007): Ermittlung und Bewertung der verkehrsbürtigen N-Deposition in FFH-Gebieten. – Methodenvorschlag vor dem Hintergrund des BVerwGUrteils vom 17.01.07 (Westumfahrung Halle). – Arbeitspapier im Auftrag der DEGES (Stand September 2007): 22 S.
- UHL, R., LÜTTMANN, J., BALLA, S., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K. (2009): Ermittlung und Bewertung von Wirkungen durch Stickstoffdeposition auf Natura 2000 Gebiete in Deutschland. URL: <http://www.foea.de/pdf/Beurteilung%20von%20Stickstoffwirkungen-COST729-Uhl-et-al.pdf> [access 21-11-2013].
- UHL, R. (2013): Reine Luft für FFH-Gebiete – eine Utopie? Vortrag 17.09.13 auf der Tagung „Reine Luft“, Veranstalter Umweltbundesamt Dessau. URL: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/reine_luft_fuer_ffh-gebiete_-_eine_utopie_-_dipl.-biol._rudolf_uhl_foea_land-schaftsplanung_gmbh.pdf [access 21-11-2013].
- UBA (UMWELTBUNDESAMT) (2011): Hintergrundbelastungsdaten Stickstoff – Stand 2007. online. URL: <http://gis.uba.de/website/depo1/> [access 21-11-2013].
- VAN DOBBEN, H., BOBBINK, R., BAL, D., VAN HINSBERG, A. (2012): Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. *Alterra-rapp.* **2397**: 1-68.
- VAN DOBBEN, H., VAN HINSBERG, A. (2008): Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden. *Alterra-rapp.* **1654**: 1-78.
- VAUTARD, R., SCHAAP, M., BERGSTRÖM, R., BESSAGNET, B., BRANDT, J., BUILTJES, P.J.H., CHRISTENSEN, J.H., CUVELIER, C., FOLTESCU, V., GRAFF, A., KERSCHBAUMER, A., KROL, M., ROBERTS, P., ROUÏL, L., STERN, R., TARRASON, L., THUNIS, P., VIGNATI, E., WIND, P. (2009): Skill and uncertainty of a regional air quality model ensemble. *Atmos. Environ.* **43** (31): 4822-4832.
- VITOUSEK, P.M., MENGE, D.N., REED S.C., CLEVELAND, C.C. (2013): Biological nitrogen fixation: rates, patterns and ecological controls in terrestrial ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biol. Sci.* **368**: 1471-2970.
- WAMELINK, G.W.W., JOOSTEN, V., VAN DOBBEN, H.F., BERENDSE, F. (2002): Validity of Ellenberg indicator values judged from physico-chemical measurements. *J. Veg. Sci.* **13**: 269-278.
- WASSEN, M.J., OLDE VENTERINK, H., LAPSHINA, E.D., TANNEBERGER, F. (2005): Endangered plants persist under phosphorus limitation. *Nature* **437**: 547-550.

submitted: 30.11.2013

reviewed: 13.12.2013

accepted: 23.12.2013

Autorenanschriften:

Dr. Stefan Balla
Bosch & Partner GmbH
Kirchhofstr. 2c
44623 Herne
www.boschpartner.de

Dirk Bernotat
FG II 4.2 – Eingriffsregelung, Verkehrswegeplanung
Bundesamt für Naturschutz, AS Leipzig
Karl-Liebknecht-Str. 143
04277 Leipzig
www.bfn.de

Dr. Jakob Frommer
Umweltbundesamt II 4.3
Luftreinhaltung und terrestrische Ökosysteme
Postadresse:
Postfach 1406
06813 Dessau
www.umweltbundesamt.de

Dr. Annick Garniel
Kieler Institut für Landschaftsökologie
Rendsburger Landstraße 355
24111 Kiel
www.kifl.de

Markus Geupel
Umweltbundesamt II 4.3
Luftreinhaltung und terrestrische Ökosysteme
Postadresse:
Postfach 1406
06813 Dessau
www.umweltbundesamt.de

Dr. Heike Hebbinghaus*
FB 41: Modellierung der Luftqualität, Anthropogene
Veränderungen der Atmosphäre
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
Postfach 101052
45610 Recklinghausen
www.lanuv.nrw.de

* Dieser Artikel stellt die persönliche fachliche Meinung dar und gibt nicht unbedingt die Position der Dienststelle wieder.

Helmut Lorentz
Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co KG
Mohrenstr. 14
01445 Radebeul
www.lohmeyer.de

PD Dr. habil. Angela Schlutow
ÖKO-DATA GmbH
Hegermühlenstr. 58
15344 Strausberg
www.oekodata.com

Rudolf Uhl
FÖA Landschaftsplanung GmbH
Auf der Redoute 12
54296 Trier
www.foea.de