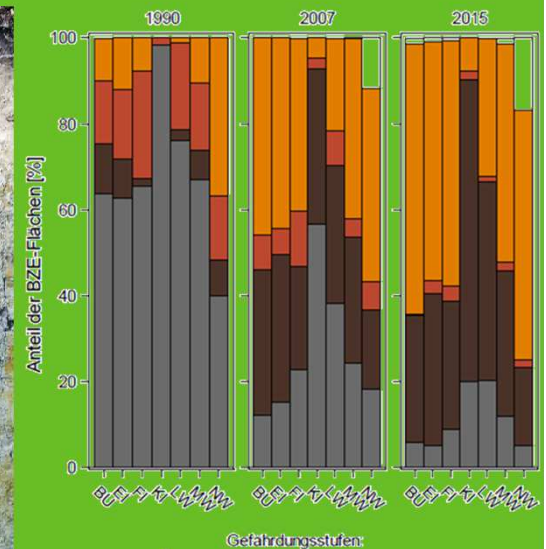
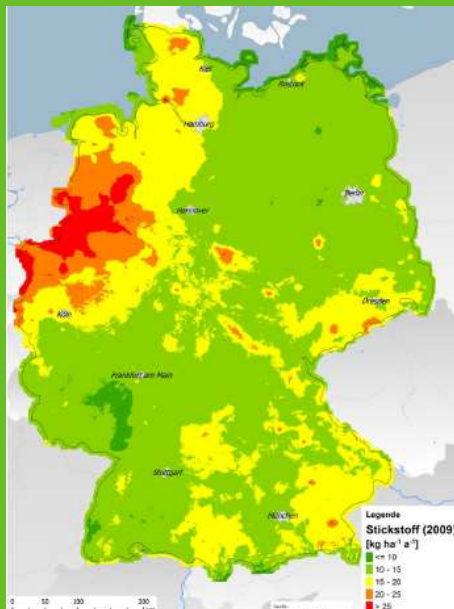


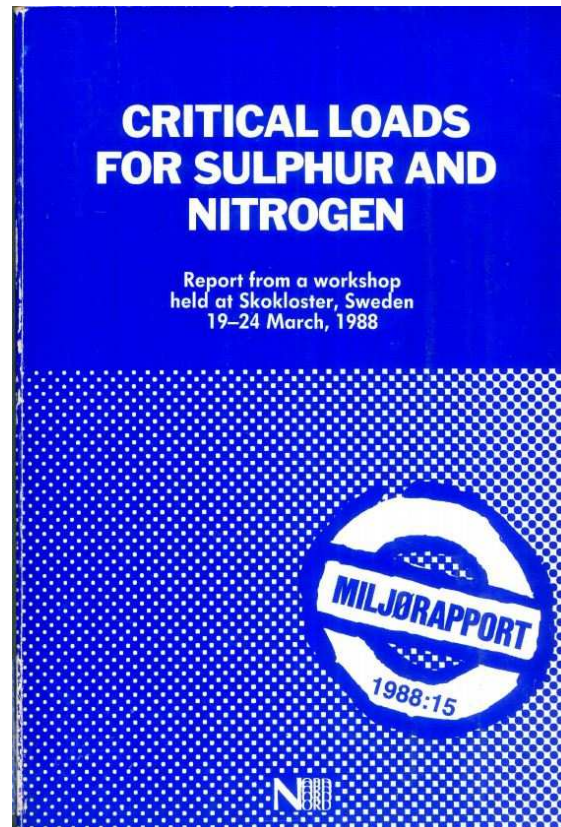
Die Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald

Stickstoff im Wald – zu viel von einer guten Sache?



Andreae, Ahrends, Eickenscheidt, Evers, Grüneberg, Höhle, Nagel, Ziche

N – Diskussion – Meilensteine Luftreinhaltung



Nilsson, J.; Grennfelt, P.
(Hg.) (1988)

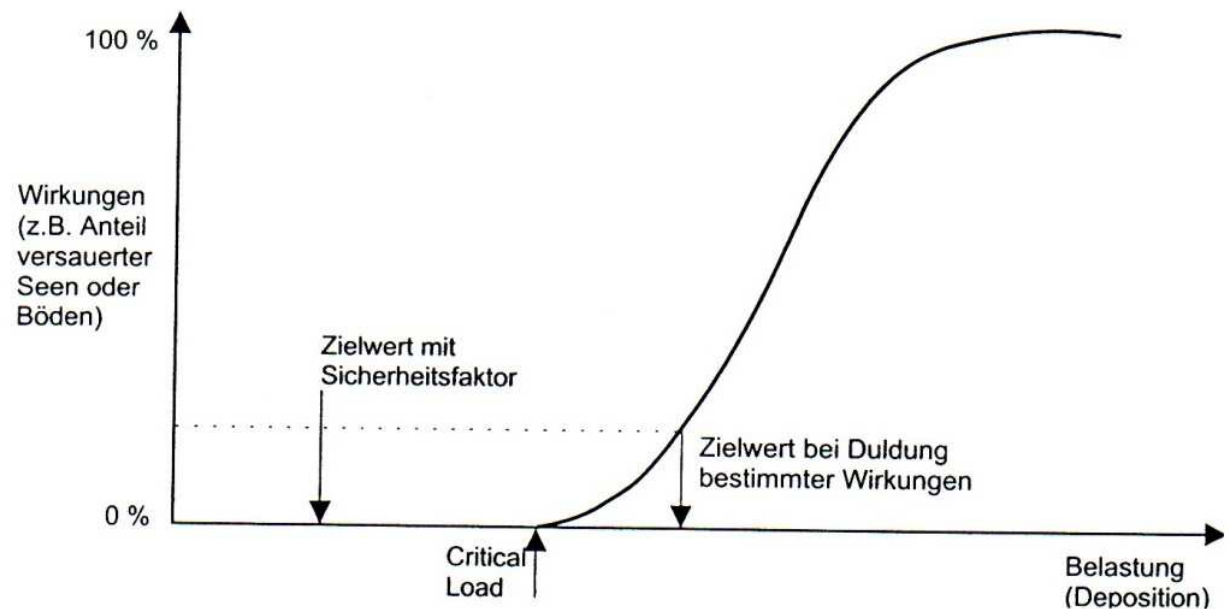


Abb. 1.2. Ermittlung der Wirkungsschwelle und Ableitung von Critical-load- und Zielwerten

Nagel, H. D.; Gregor, H. D. (Hg.) (1999):
Ökologische Belastungsgrenzen - Critical Loads
& Levels: Ein internationales Konzept für
Luftreinhaltungspolitik.

Empirische Critical Loads – Nordwijkerhoud 2010

Table 9.2 Empirical critical loads of N and effects of exceedances on different components of general forest classes. ## reliable; # quite reliable and (#) expert judgement. Bold: changes to version 2003.

Component	kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	Indication of exceedance
Soil processes		
Deciduous & coniferous	10-15 #	Increased N mineralisation, increased nitrification
	10-15 ##	Increased NO ₃ ⁻ leaching
Trees		
Deciduous & coniferous	10-15 #	Nutrient imbalances, increased N and decreased concentrations of P, K and Mg in foliage
Temperate forests	10-15 (#)	Increased susceptibility to pathogens and pests, change in fungistatic phenolics
Mycorrhiza		
Temperate & boreal forests	10-20 (#)	Reduced sporocarp production, changed or reduced below-ground species composition
Ground vegetation		
Temperate forests	10-15 ##	Changed species composition, increase in nitrophilous species, increased susceptibility to parasites
Lichens and algae		
Temperate and boreal forests	5-10 #	Decline of lichens, increase in free-living algae

Quelle: Bobbink, R.; Hettelingh, J. P. (Hg.) (2011): Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships - Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010.

N – Diskussion aktuell



FE 84.0102/2009

„Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten
Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“

Endbericht
Entwurf Oktober 2011

Bosch & Partner GmbH
Dr. Stefan Balla
Klaus Müller-Pfannenstiel

FÖA Landschaftsplanung GmbH
Rudolf Uhl
Achim Kiebel
Dr. Jochen Lüttmann

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co KG
Helmut Lorentz
Dr. Ingo Düring

ÖKO-DATA GmbH
PD Dr. Angela Schlutow

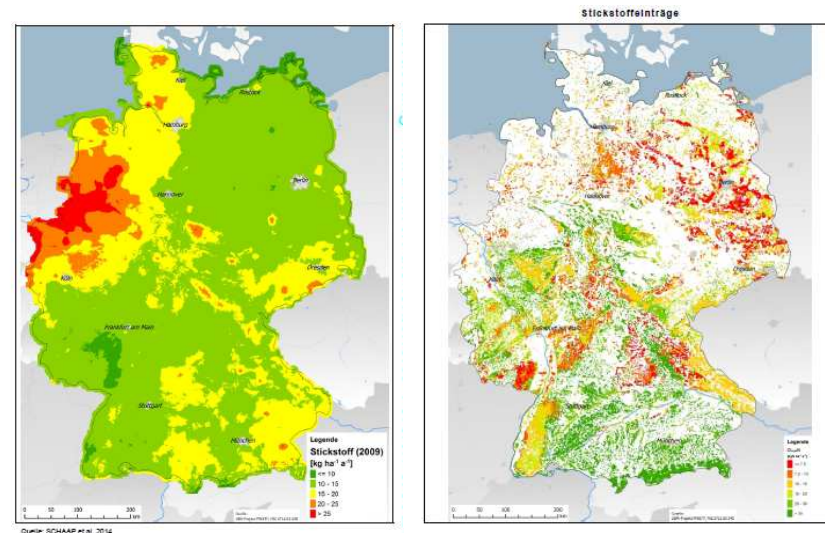
Deutscher Bundestag
18. Wahlperiode

Drucksache 18/4040

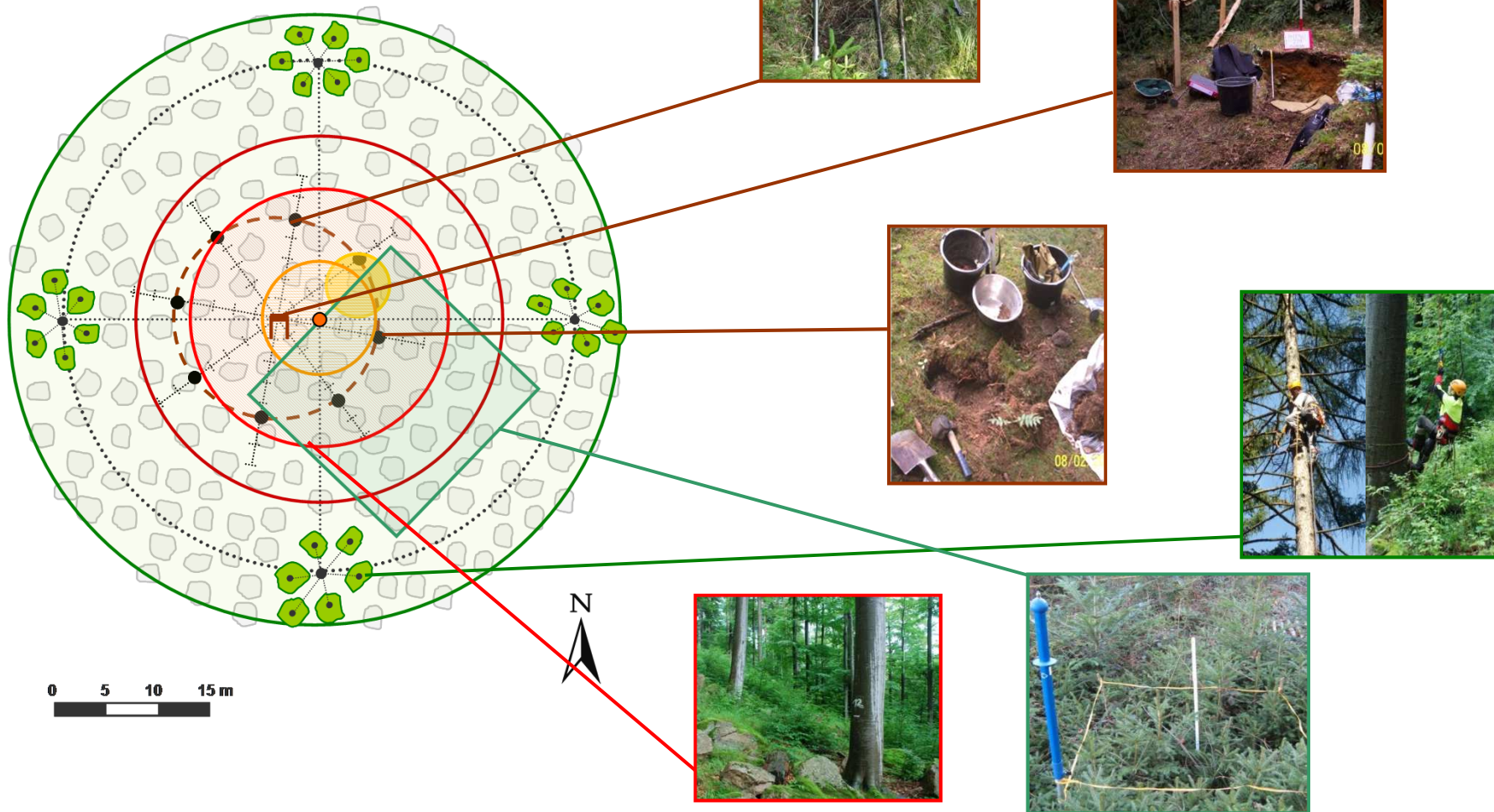
13.02.2015

Unterrichtung
durch die Bundesregierung

Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen
Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem



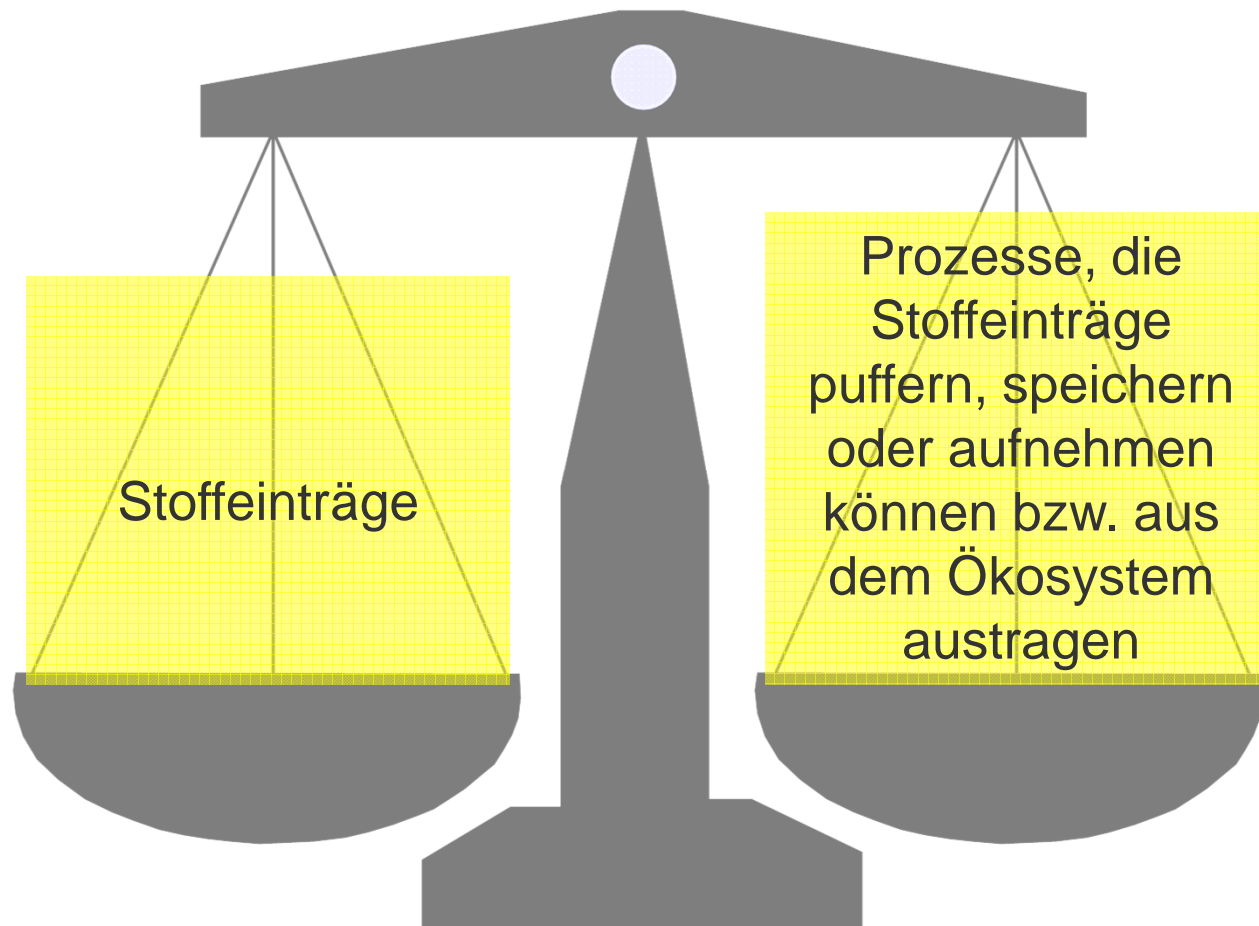
Beitrag der BZE



Der rote Faden...

- Auf den Punkt gebracht – Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff
- C/N – Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert
- Stickstoffspeicher Boden: eine feste Größe?
- Fazit und Ausblick

Eine einfache Massenbilanz für Stickstoff



Eine einfache Massenbilanz für Stickstoff

Under these simplifying assumptions eq. 5.1 becomes:

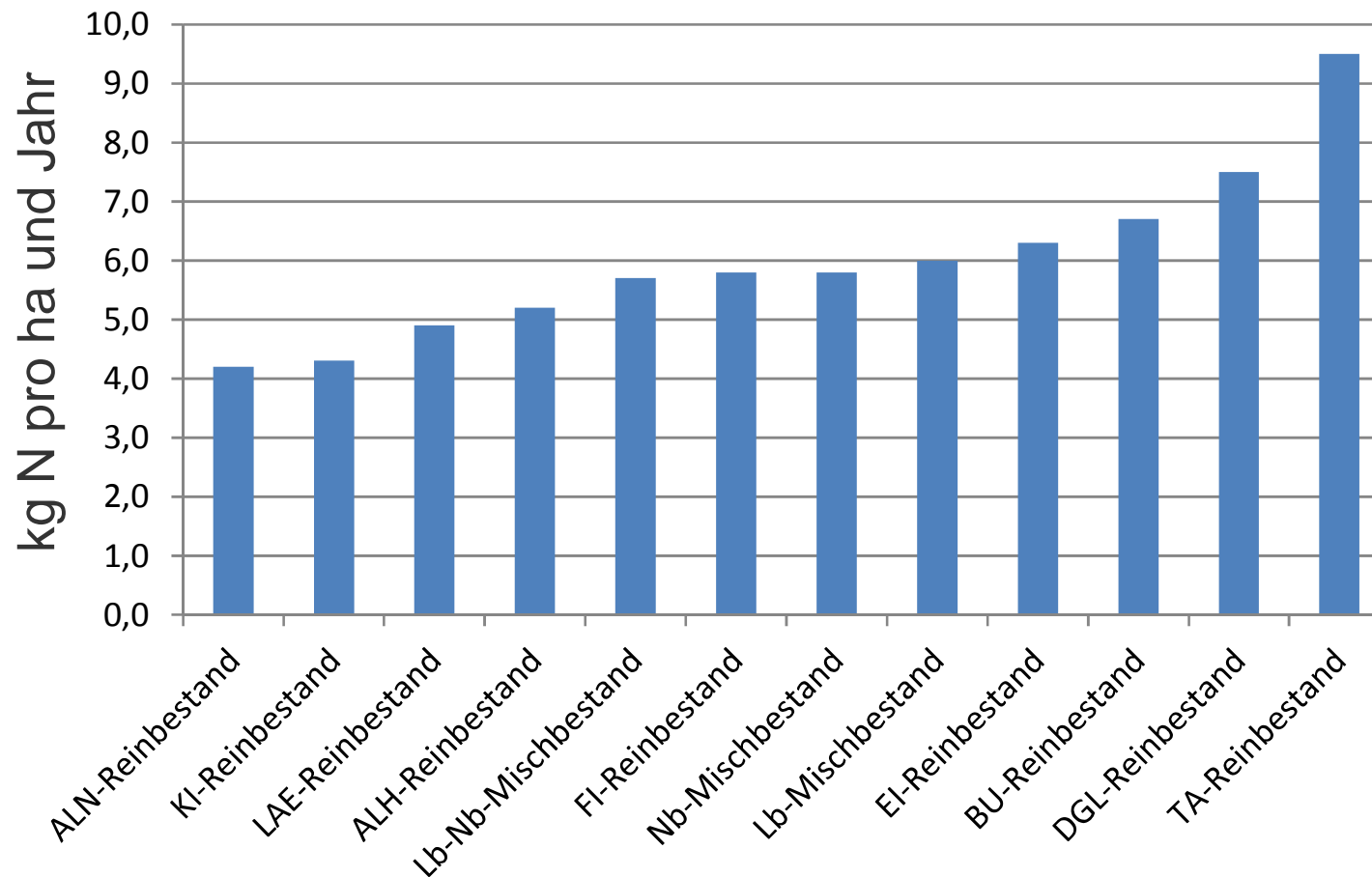
(5.2)

$$N_{dep} = N_i + N_u + N_{de} + N_{le}$$

- I N_u : Aufnahme Bestand (**u**ptake)
- I N_i : **I**mmobilisation Boden
- I N_{le} : Austrag mit Bodenwasser (**l**eaching)
- I N_{de} : **D**enitrifikation
- I N_{dep} : Deposition

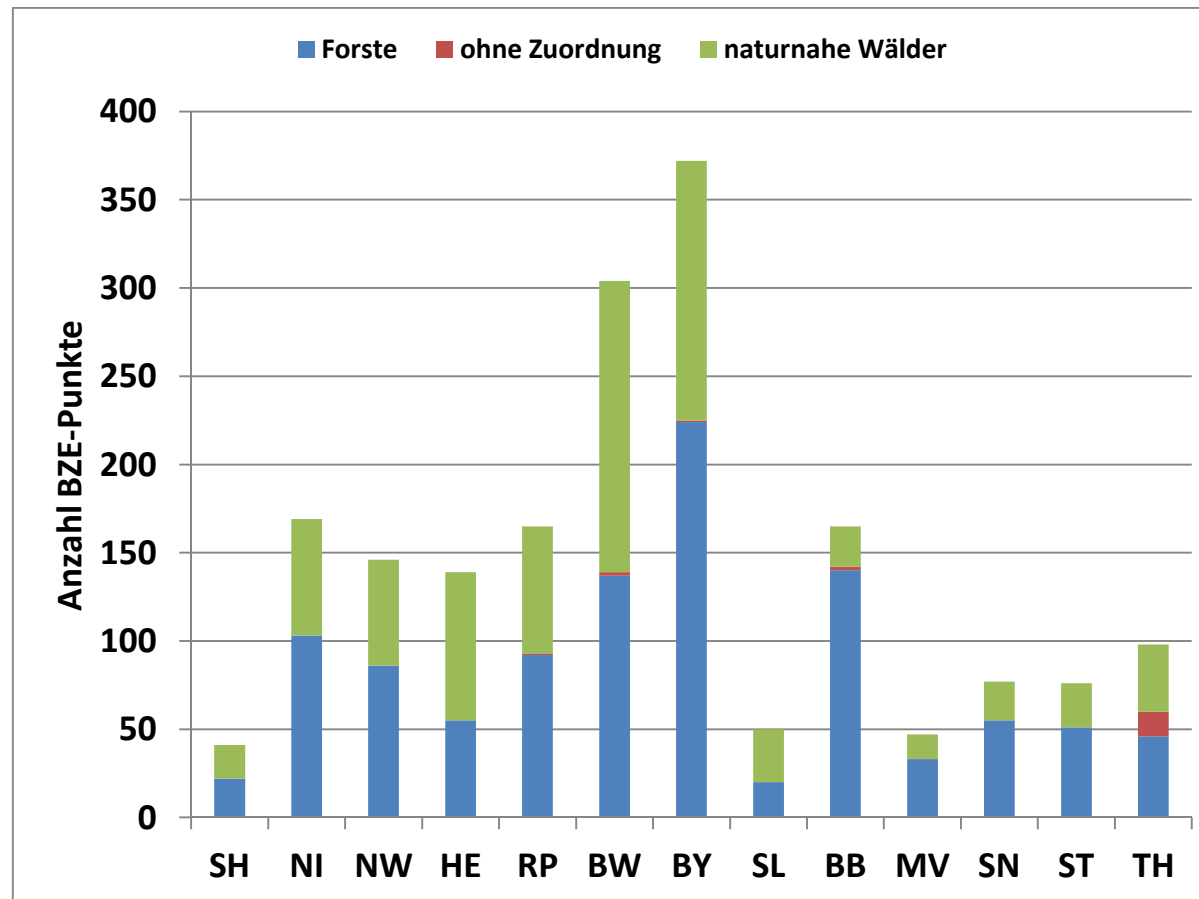
Ergebnisse auf den Punkt – Critical Load Gleichung

Stickstoff-Aufnahme (Nu) nach Bestockungstyp



Ergebnisse auf den Punkt – Critical Load Gleichung

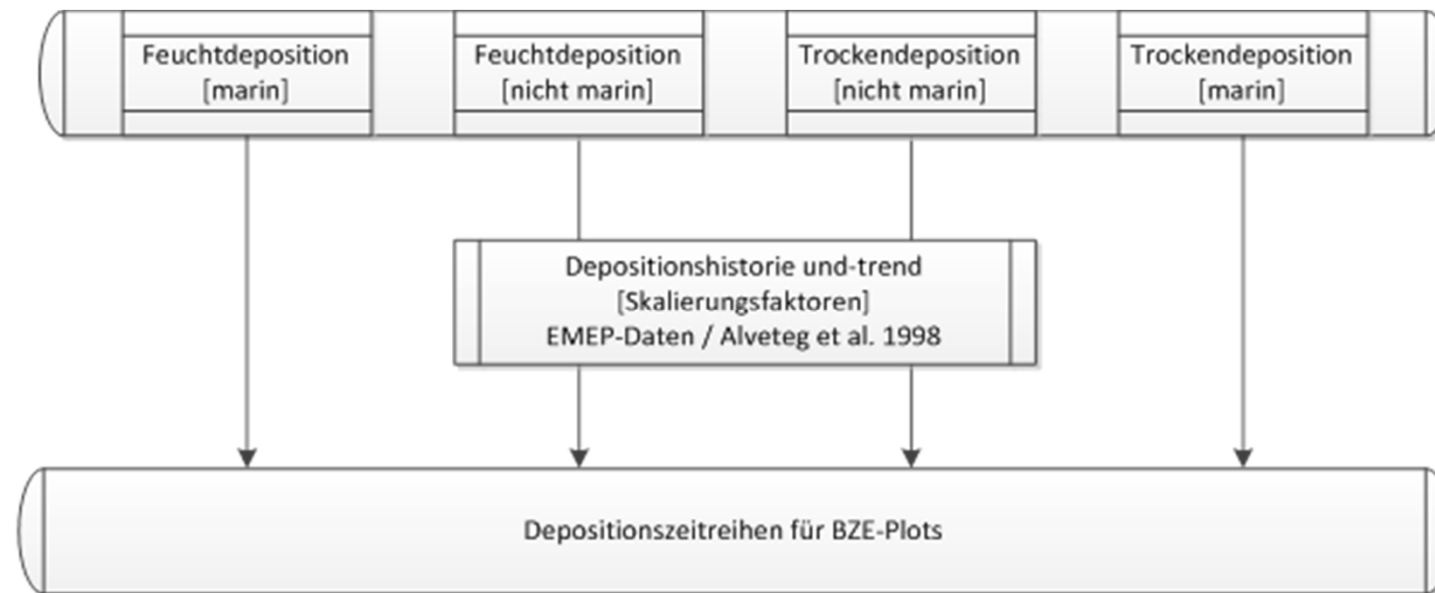
„kritische Konzentration“ Bodenlösung nach Schutzziel



Ncrit [mg/l]

Klassisch: 0,2
Vegetation: 1,6
Ernährung: 2,4

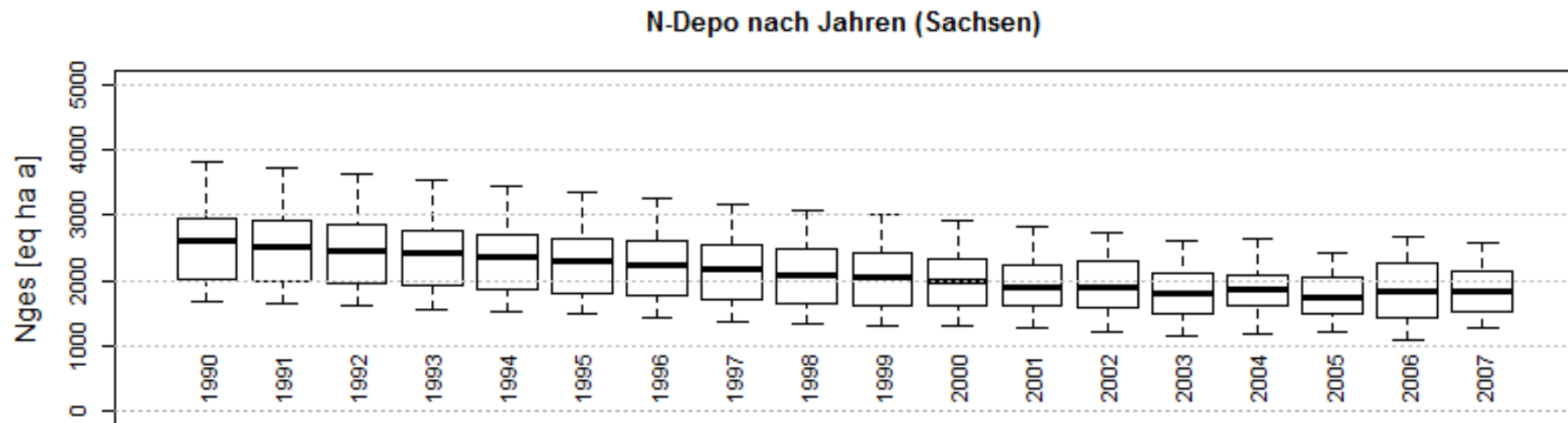
Ergebnisse auf dem Punkt – MAKEDEP-Deposition*



- Flussdiagramm des vereinfachten Modells MAKEDEP zur Entwicklung von Depositionszeitreihen [Ahrends (2015) verändert nach Alveteg 1998]

- * Schaap et al. 2015, Bultjes et al. 2011, Gauger et al. 2008, Gauger & Anhelm 2002

Ergebnisse auf dem Punkt – Zeitreihe N-Deposition

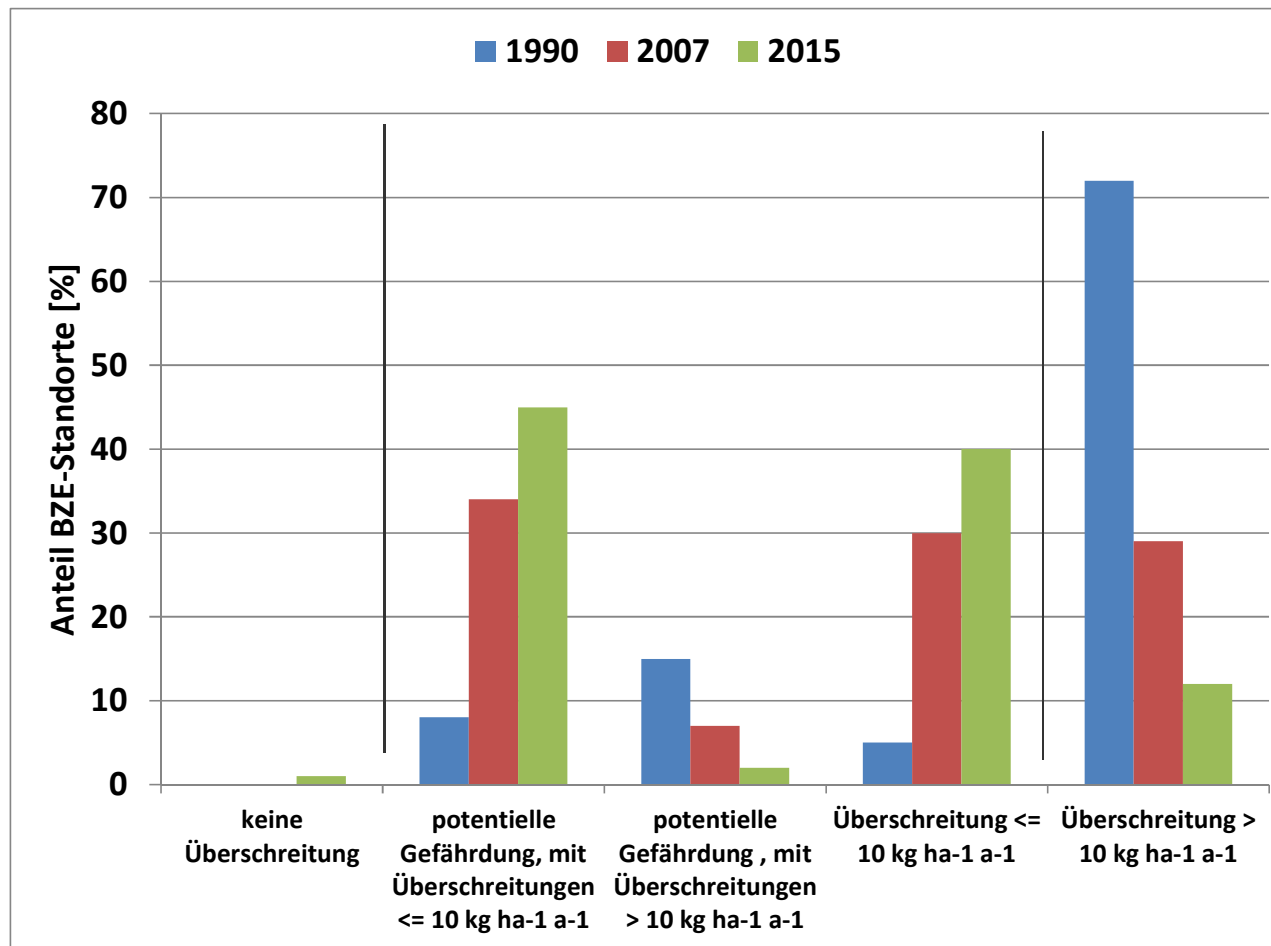


■ berechnet für 77 Punkte der BZE 2 in Sachsen

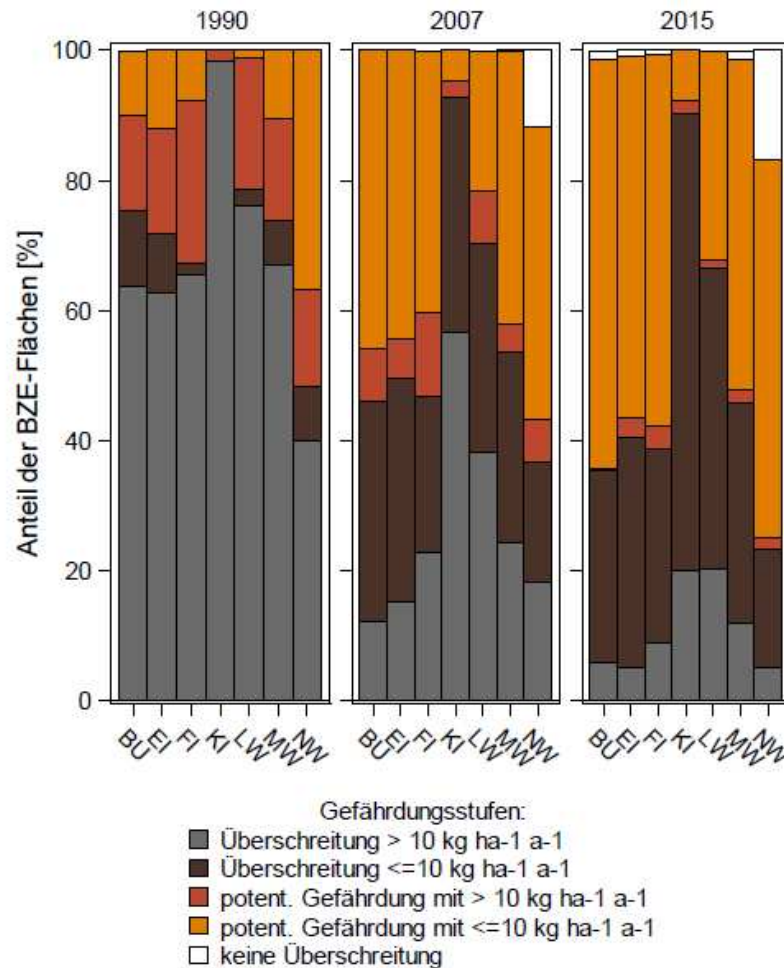
■ Startpunkt 1990: 35,3 kg ha⁻¹ a⁻¹
ha⁻¹

Endpunkt 2007: 25,8 kg⁻¹

Ergebnisse auf dem Punkt – Entlastung in Sicht?



Ergebnisse auf dem Punkt – Entlastung in Sicht?



nach Bestockungstyp:

BU, Buche n = 224

EI, Eiche n = 99

FI, Fichte n = 426

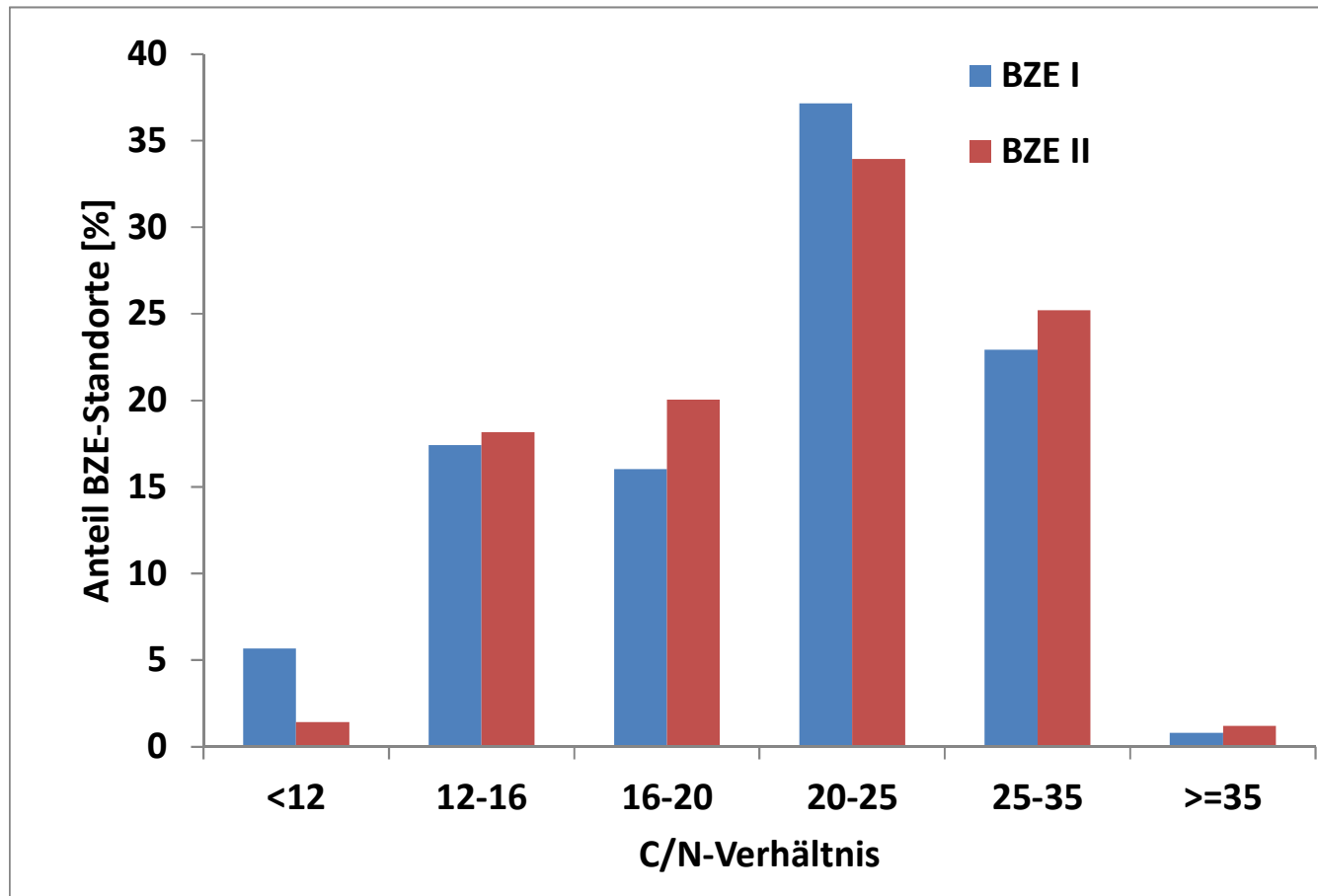
KI, Kiefer n = 353

LW, Laubwald n = 100

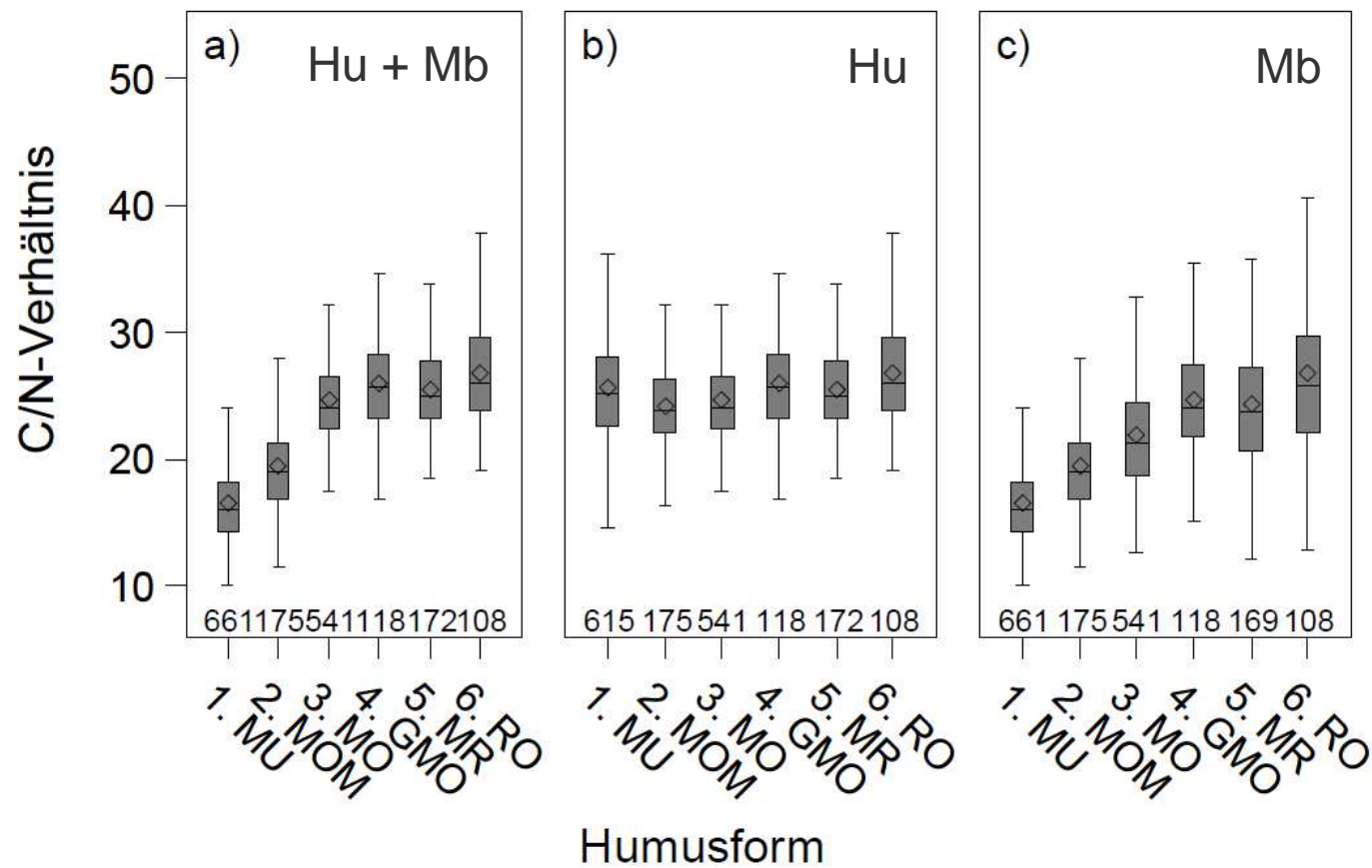
MW, Mischwald n = 500

NW, Nadelwald n = 60

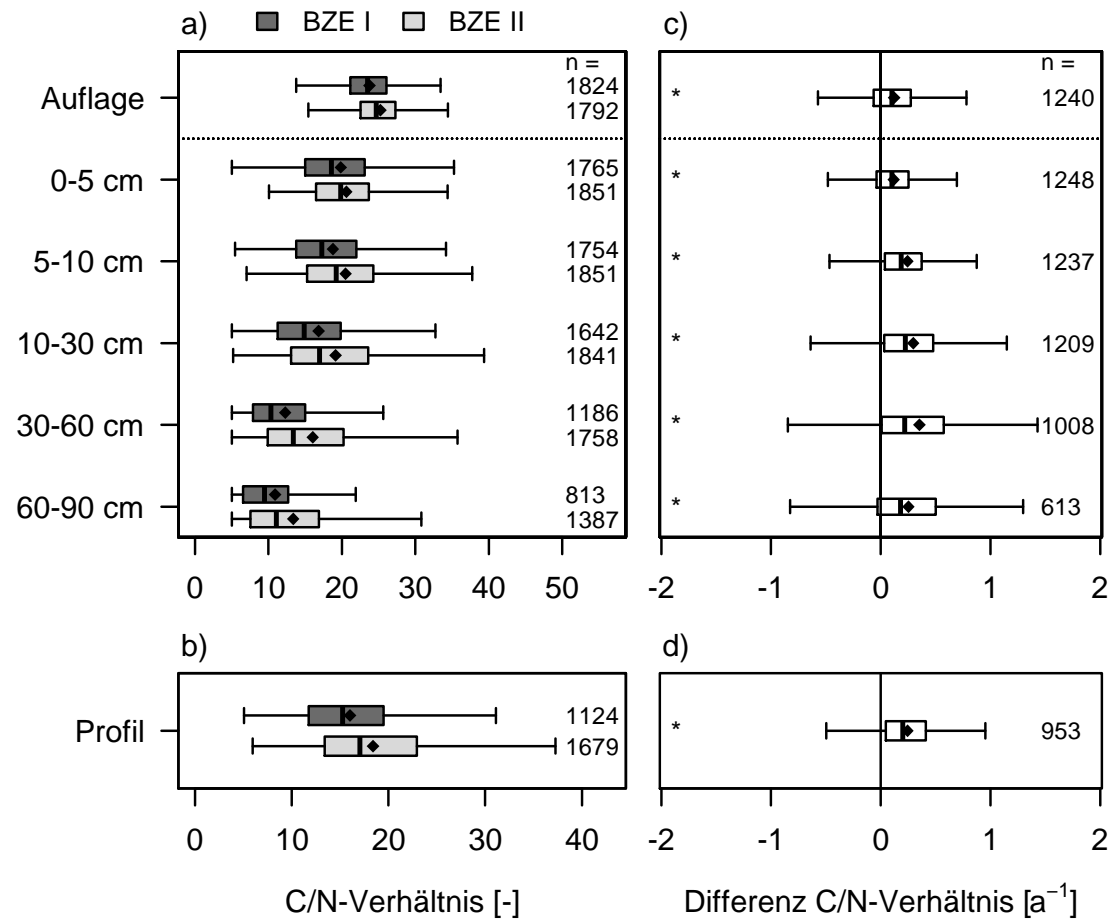
C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert



C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert

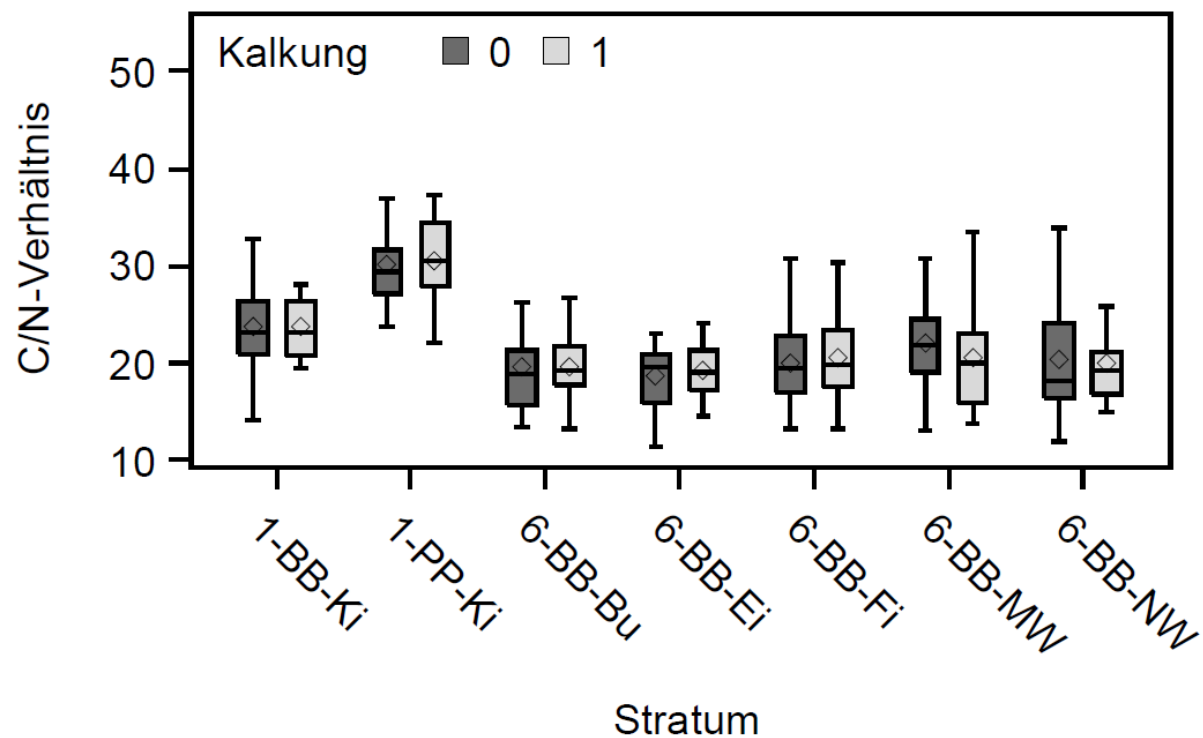


C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert

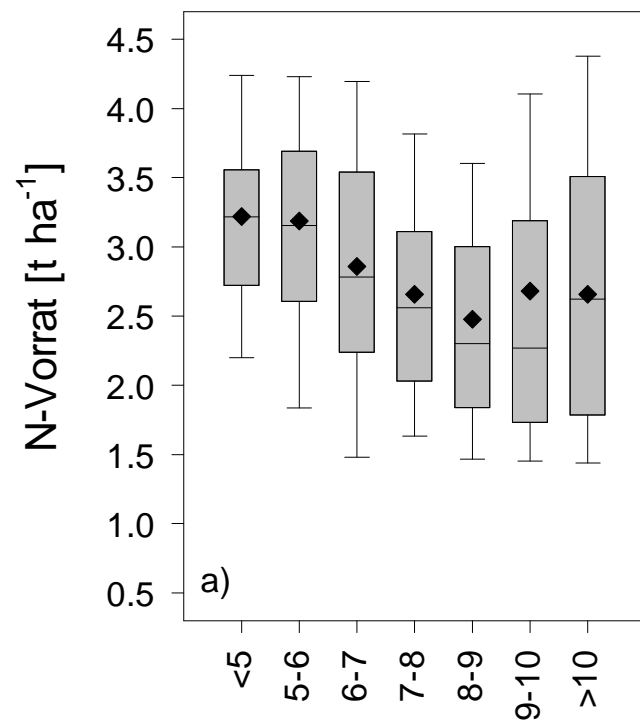


C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert

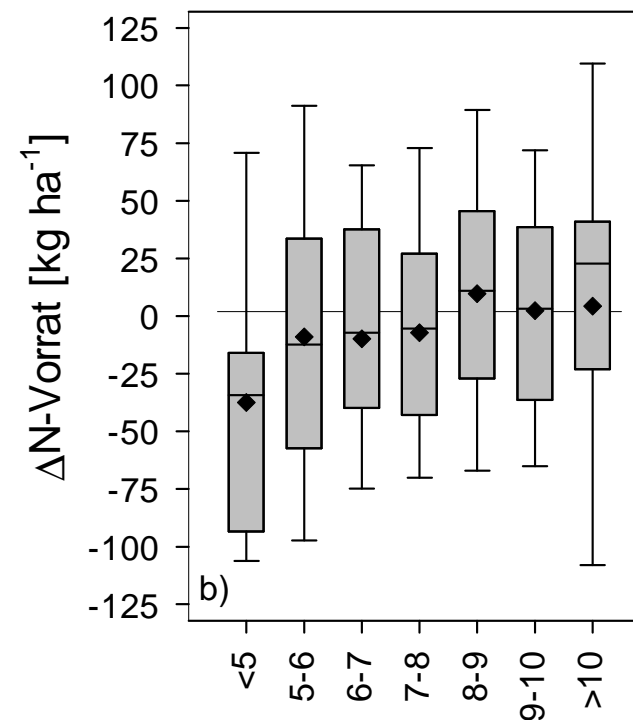
Einfluss der Bodenschutzkalkung



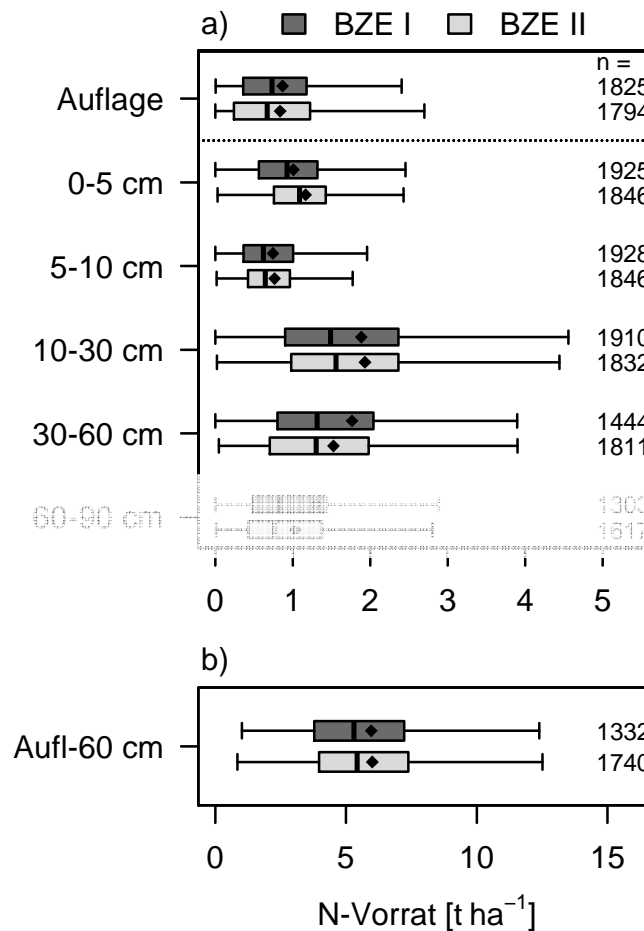
N-Vorrat – eine feste Größe? Temperatur



Temperaturklassen [°C]



N-Vorrat – eine feste Größe? Status



Vorrat (t/ha)

Auflage	0,8
Oberboden -30 cm	3,8
Boden -60 cm	6,0
Boden -90 cm	7,0



Vorratsklasse (t/ha) AK StaO:

-> Mittlerer Bereich	
sehr gering < 2,5:	4,5%
Hoch >10:	7,0%
sehr hoch >20:	0,5%

N-Vorrat – eine feste Größe? Änderungsrate

Auflage - - 1,6 kg N ha⁻¹ a⁻¹

0-5 cm - + 6,1 kg

5-10 cm - +1,1 kg

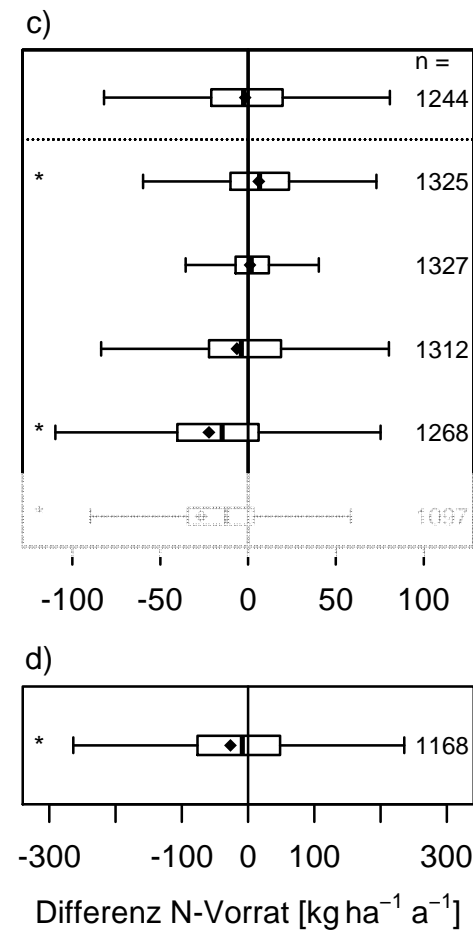
10-30 cm - -6,3 kg

30-60 cm - -22,3 kg

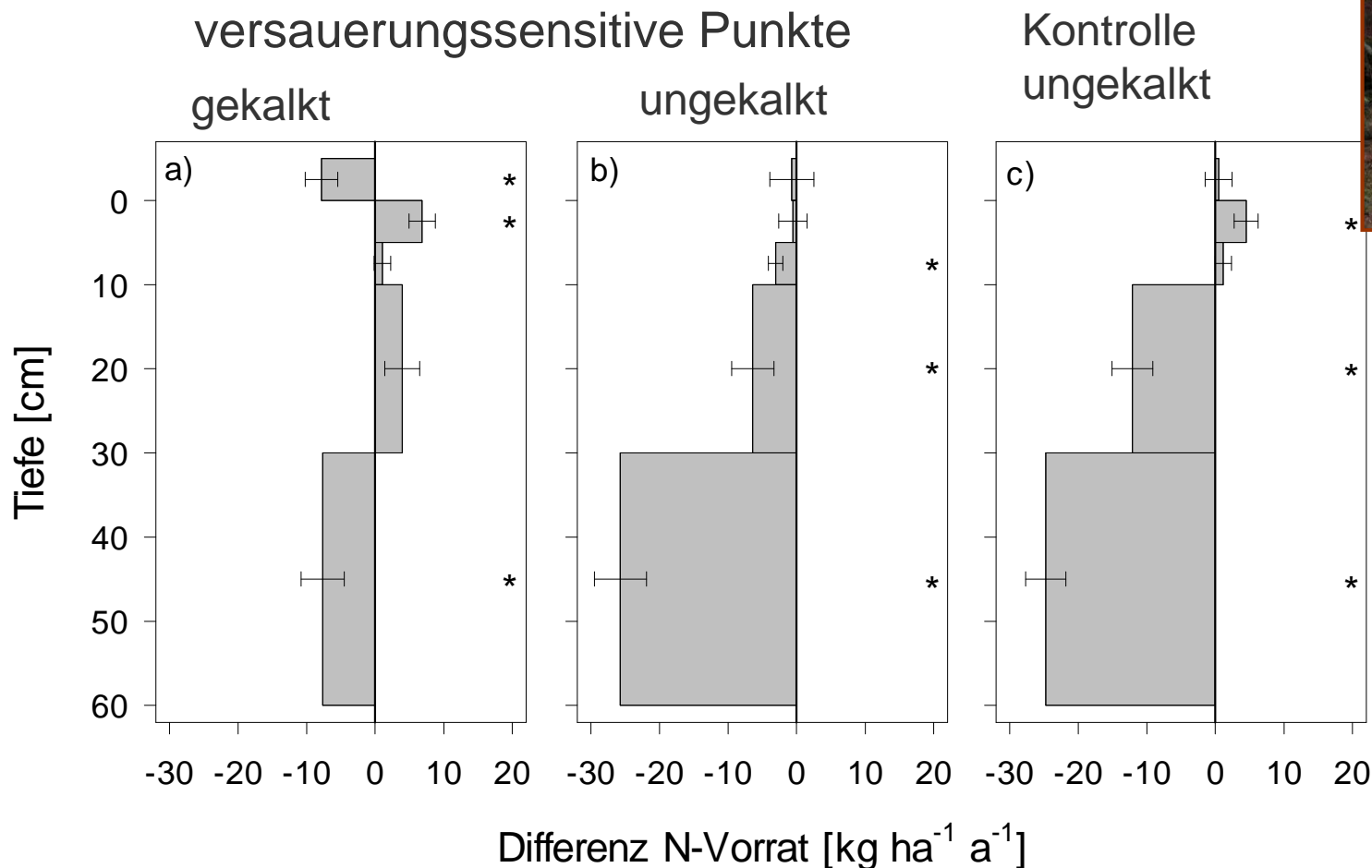
60-90 cm -

Aufl-60 cm - -26,5 kg N ha⁻¹ a⁻¹

insgesamt:
- 11,9 % zur BZE I



N-Vorrat – eine feste Größe? Kalkungseffekt



Fazit (1)

- Punkt- und baumartenspezifische Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff ergänzen flächendeckende Modellierung des UBA
- Berechnungsvergleiche CL(nut) divergieren erheblich– trotzdem zeitliche Abnahme hoher Belastungssituationen
- Plausibilisierung und Fortschreibung der CL-Berechnung erfordert dauerhaft forstlichen und waldökologischen Sachverstand

Fazit (2)

- C/N – Verhältnis weitet sich – Was ist die Ursache?
- Boden keine feste Größe als Stickstoffspeicher?
 - Regionale Unterschiede sind aufzuklären (SN–NW-RP)
 - Einbeziehung der Level 2 – Plots (regionale Fallstudien)
 - Einbeziehung von Oberflächen- / Grundwasserstudien
- Kalkung „umsatzstabil“ und mindert N-Verluste
- Doch nicht vergessen: Nitrataustrag macht basenarm!!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!

**Ernährungszustand der Hauptbaumarten an den
BZE-Inventurpunkten**

**Zusammensetzung der Waldbodenvegetation an
den BZE-Punkten**

Waldvegetation als Indikator für Bodeneigenschaften

0 5 10 15 m



Bonusmaterial

Bobbink, R.; Hettelingh, J. P. (Hg.) (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, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) (RIVM Report, 680359002).

Online verfügbar unter <http://www.b-ware.eu/sites/default/files/publicaties/Review-revision-empirical-critical-loads-2011.pdf>

Critical Load: auf den Punkt gebracht

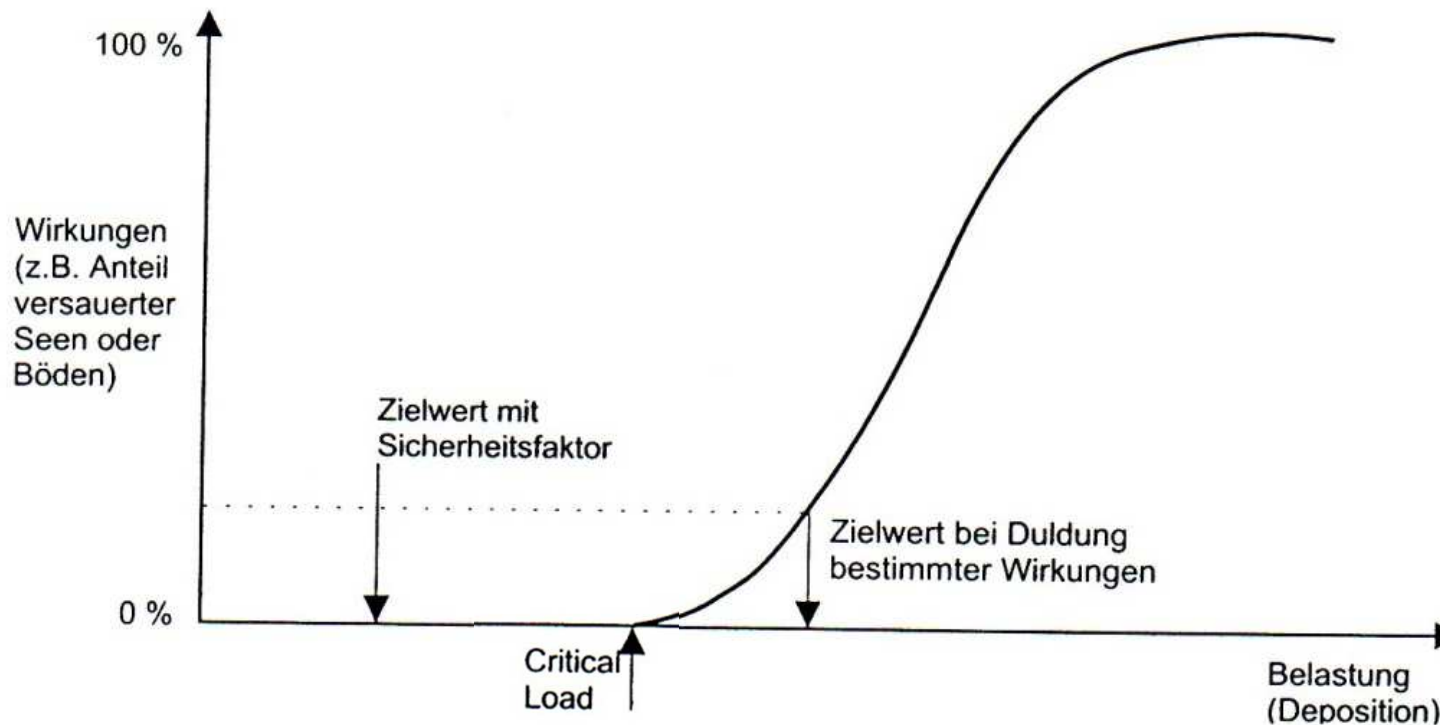


Abb. 1.2. Ermittlung der Wirkungsschwelle und Ableitung von Critical-load- und Zielwerten

Nagel, H. D.; Gregor, H. D. (Hg.) (1999): Ökologische Belastungsgrenzen - Critical Loads & Levels: Ein internationales Konzept für Luftreinhaltepolitik.

Empirische Critical Loads

Table 9.2 Empirical critical loads of N and effects of exceedances on different components of general forest classes. ## reliable; # quite reliable and (#) expert judgement. Bold: changes to version 2003.

Component	kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹	Indication of exceedance
Soil processes		
Deciduous & coniferous	10-15 #	Increased N mineralisation, increased nitrification
	10-15 ##	Increased NO ₃ ⁻ leaching
Trees		

5 bis 20 Kilogramm pro Jahr sind 500 bis 2.000 Kilogramm „verträglicher Eintrag“ in der forstlichen Umtriebszeit

Mycorrhiza		
Temperate & boreal forests	10-20 (#)	Reduced sporocarp production, changed or reduced below-ground species composition
Ground vegetation		
Temperate forests	10-15 ##	Changed species composition, increase in nitrophilous species, increased susceptibility to parasites
Lichens and algae		
Temperate and boreal forests	5-10 #	Decline of lichens, increase in free-living algae

Quelle: Bobbink, R.; Hettelingh, J. P. (Hg.) (2011): Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships -

Empirical Critical Loads

Bobbink, R.; Hettelingh, J. P. (Hg.) (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, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) (RIVM Report, 680359002).

Online verfügbar unter <http://www.b-ware.eu/sites/default/files/publicaties/Review-revision-empirical-critical-loads-2011.pdf>

Critical Loads N_{nut} – Uptake (N_u)

The amount of N in the harvested biomass (stems and branches) can be calculated as following:

(5.8)

$$N_u = k_{gr} \cdot \rho_{st} \cdot (ctN_{st} + f_{br,st} \cdot ctN_{br})$$

where k_{gr} is the average annual growth rate ($m^3/ha/yr$), ρ_{st} is the density of stem wood (kg/m^3), ctN is the N content in stems (subscript st) and branches (subscript br) (eq/kg) and $f_{br,st}$ is the branch-to-stem ratio (kg/kg). The contribution of branches should be neglected in case of stem removal.

Critical Loads Nnut – Immobilisation (Ni)

Nitrogen immobilisation:

N_i refers to the long-term net immobilisation (accumulation) of N in the root zone, i.e., the continuous build-up of stable C-N-compounds in (forest) soils. In other words, this immobilisation of N should not lead to significant changes in the prevailing C/N ratio.

BMVBS (2013):

I Table 1: Nitrogen immobilisation and mean annual temperature:

Mean annual temperature [° C]	Nitrogen immobilisation [kg ha ⁻¹ yr ⁻¹]	
< 5	5	357
5	4	286
6	3	214
7	2	143
8	1,5	107
> 8	1	71

Critical Loads N – akzeptierbarer N-Austrag (N_{le}^*)

Mapping Manual chapter updated 12.November 2007

5.3.1.2 The acceptable leaching of nitrogen

The value set for the acceptable N leaching depends on the 'harmful effects' that should be avoided. In general, it is not the N leaching flux itself that is 'harmful', but the concentration of N in the leaching flux. The acceptable N leaching (in eq/ha/yr) is calculated as:

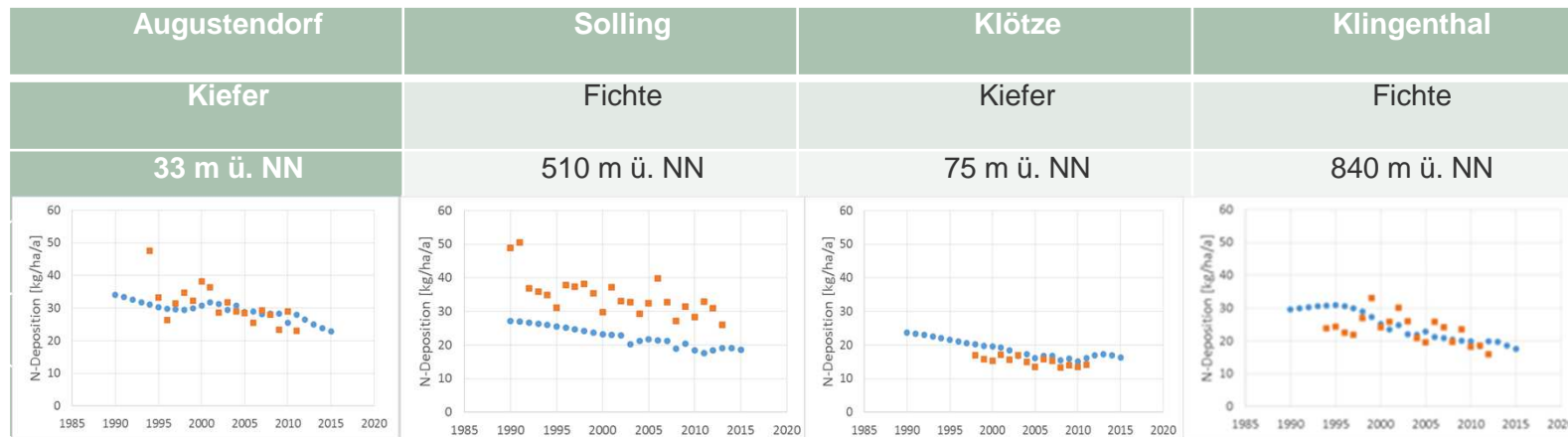
$$(5.6) \quad N_{le(acc)} = Q \cdot [N]_{acc}$$

where $[N]_{acc}$ is the acceptable N concentration (eq/m³) and Q is the precipitation surplus (in m³/ha/yr). Values for acceptable N concentrations are given in Table 5.7 (see De Vries et al. 2007).

Other impacts on forests:

Nutrient imbalances	(0.2–0.4)
Elevated nitrogen leaching/N saturation	1
Fine root biomass/root length	1–3
Sensitivity to frost and fungal diseases	3–5

Validierung Depositionszeitreihen an Level II - Plots



Vergleich der rekonstruierten Depositionszeitreihen mit „gemessenen“^a Gesamtdepositionen auf Level II-Flächen des forstlichen Umweltmonitorings.

Grundlage der Rekonstruktionen sind die Depositionsdaten von Schaap et al. (2015).
■: Gemessene Deposition; ●: Rekonstruierte Deposition.

^a: die Gesamtdepositionen wurden nach Ulrich (1994) aus den gemessenen Freiland- und Bestandesdepositionen berechnet.

Empirische Critical Loads – Nordwijkerhoud 2010

- Kiefernwälder 5–15 kg ha⁻¹a⁻¹
- Fichtenwälder 10–15 kg ha⁻¹a⁻¹
- Bodensaure Eichenwälder 10–15 kg ha⁻¹a⁻¹
- Buchenwälder 10–20 kg ha⁻¹a⁻¹
- Mesotrophe Eichenwälder kg ha⁻¹a⁻¹

Review and revision of
empirical critical loads
and dose-response
relationships

Proceedings of an expert workshop,
Noordwijkerhout, 23–25 June 2010

Roland Bobbink and Jean-Paul Hettelingh (eds.)

Chapter 9

Effects of nitrogen deposition on woodland,
forest and other wooded land (EUNIS class G)

Empirische Critical Loads – Draft Manual 2015

Woodland, forest and other wooded land (G)

<i>Fagus</i> woodland	G1.6	10-20	(#)	Changes in ground vegetation and mycorrhiza, nutrient imbalance, changes in soil fauna
Acidophilous <i>Quercus</i> -dominated woodland	G1.8	10-15	(#)	Decrease in mycorrhiza, loss of epiphytic lichens and bryophytes, changes in ground vegetation
Mesotrophic and eutrophic <i>Quercus</i> woodland	G1.A	15-20	(#)	Changes in ground vegetation
Mediterranean evergreen (<i>Quercus</i>) woodland	G2.1ⁱ	10-20	(#)	Changes in epiphytic lichens
<i>Abies</i> and <i>Picea</i> woodland	G3.1	10-15	(#)	Decreased biomass of fine roots, nutrient imbalance, decrease in mycorrhiza, changed soil fauna