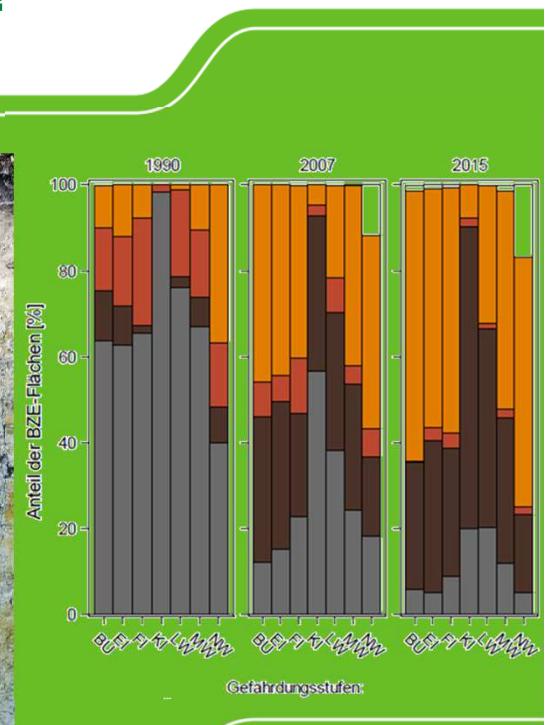
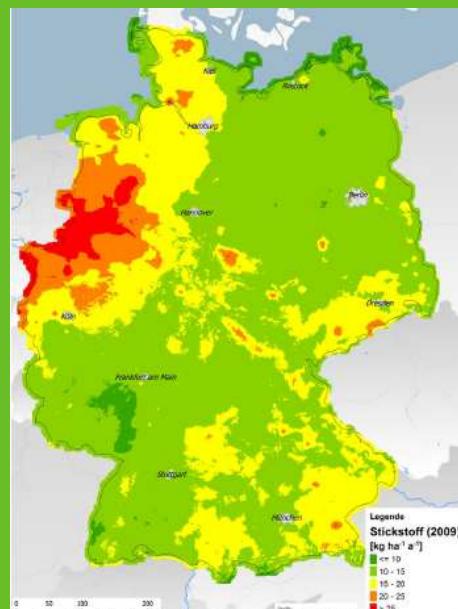


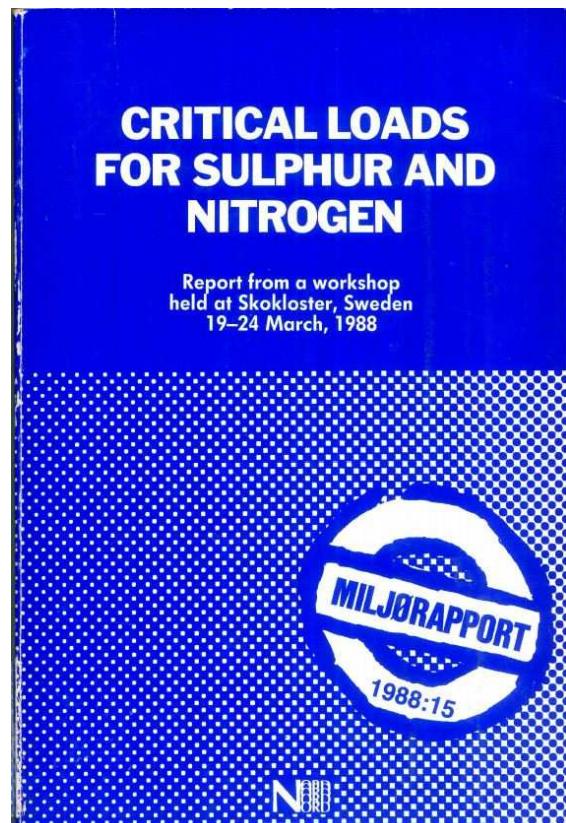
Die Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald Stickstoff im Wald – zu viel von einer guten Sache?



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



N – Diskussion – Meilensteine Luftreinhaltung



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

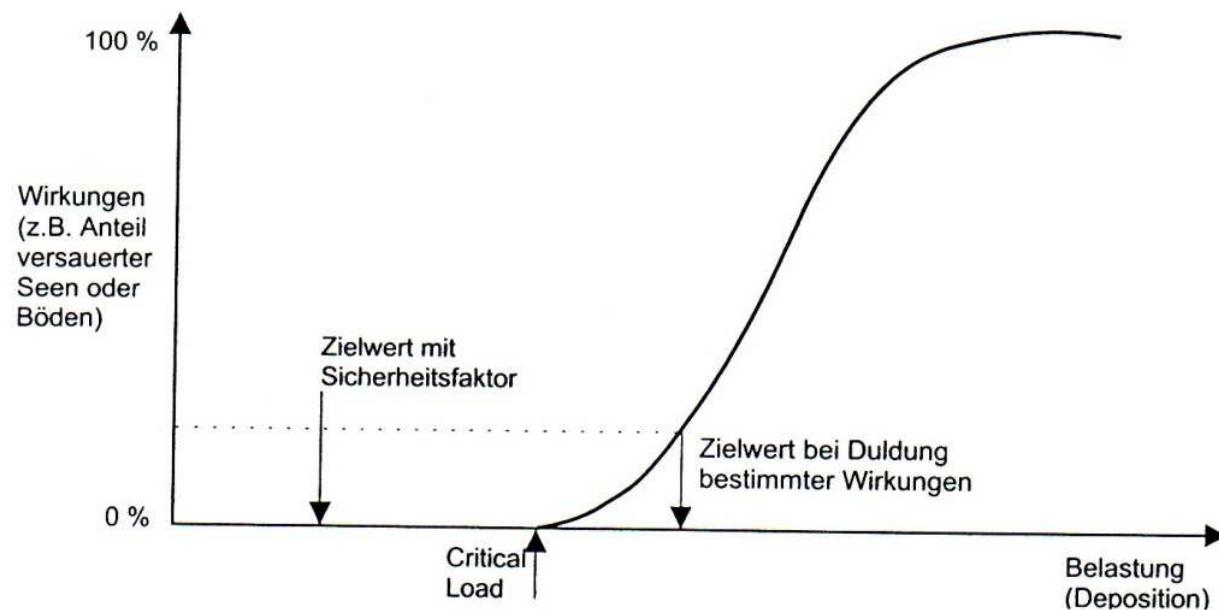


Abb. 1.2. Ermittlung der Wirkungsschwelle und Ableitung von Critical-load- und Zielwerten

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



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

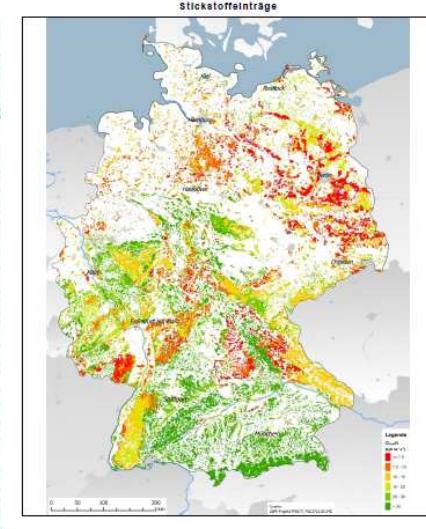
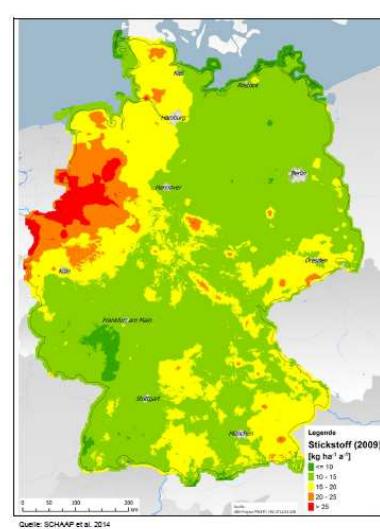
13.02.2015

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

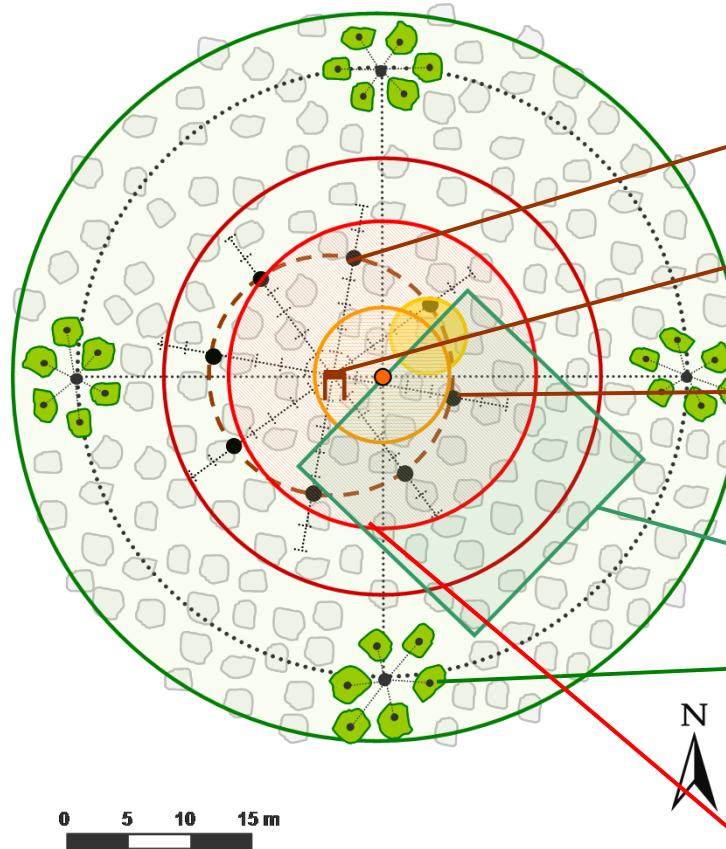
Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen

Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem





Beitrag der BZE

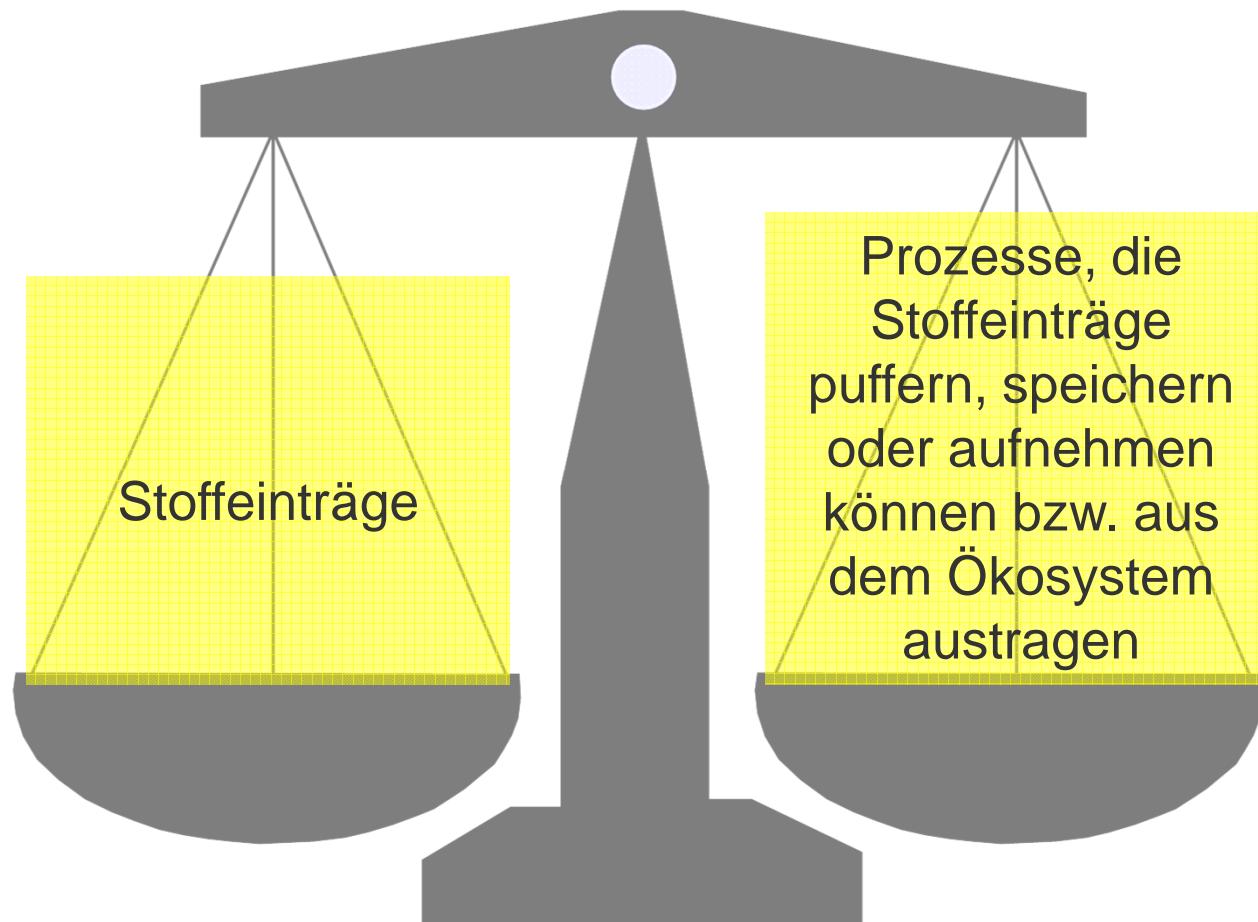


Der rote Faden...

- | 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)

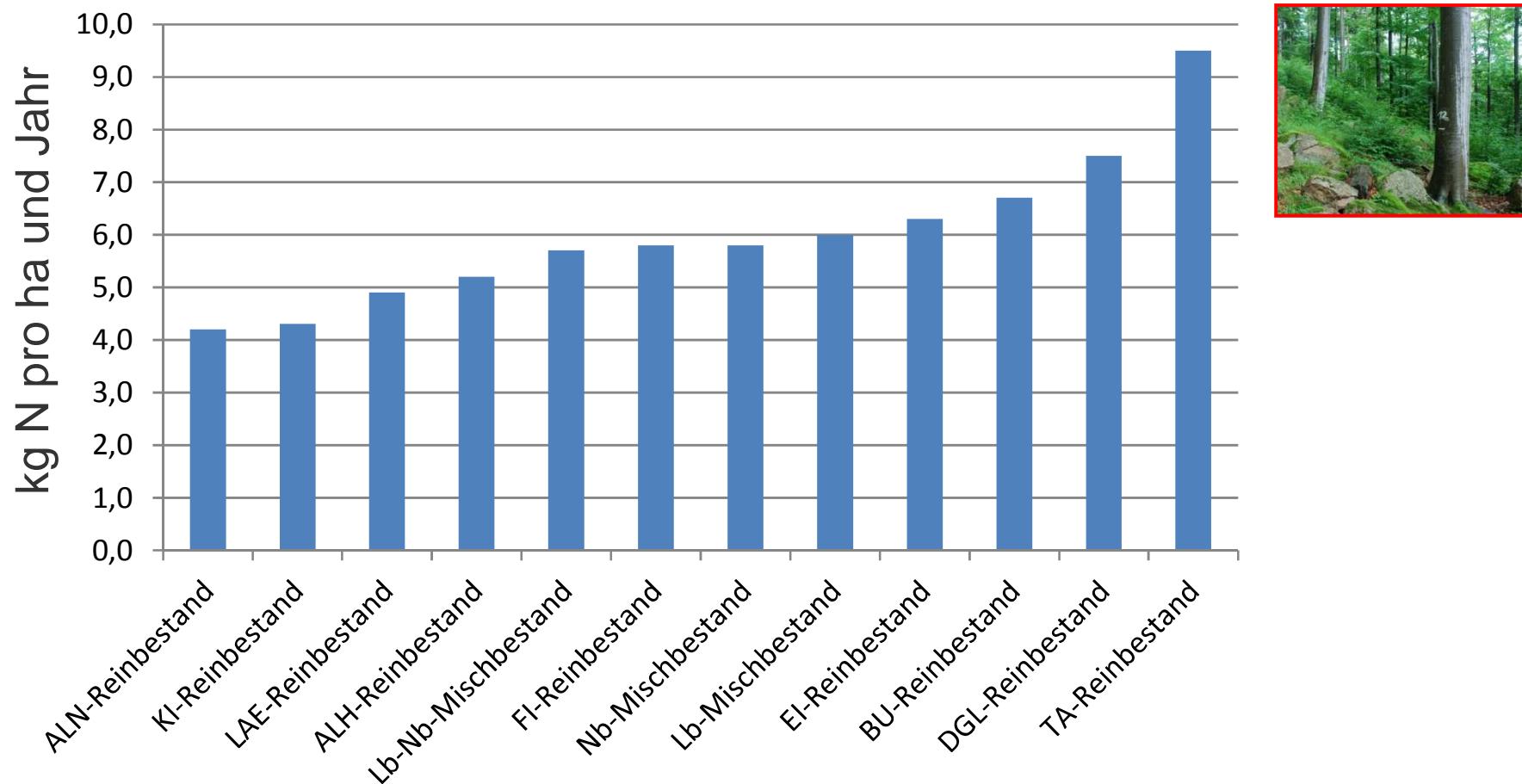
$$N_{dep} = N_i + N_u + N_{de} + N_{le}$$

- | **N_u: Aufnahme Bestand (uptake)**
- | **N_i: Immobilisation Boden**
- | **N_{le}: Austrag mit Bodenwasser (leaching)**
- | **N_{de}: Denitrifikation**
- | **N_{dep}: Deposition**

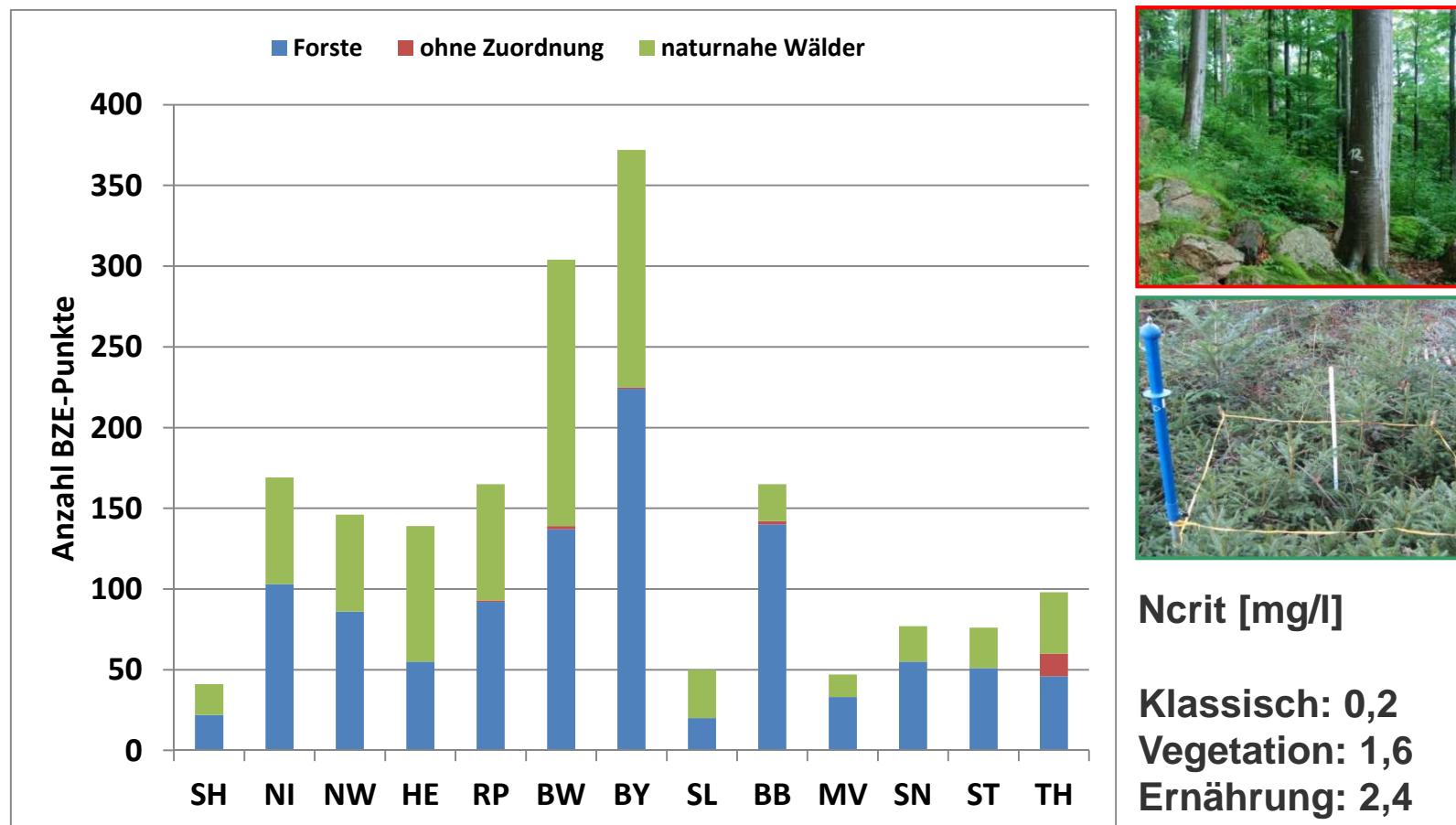


Ergebnisse auf den Punkt – Critical Load Gleichung

Stickstoff-Aufnahme (Nu) nach Bestockungstyp

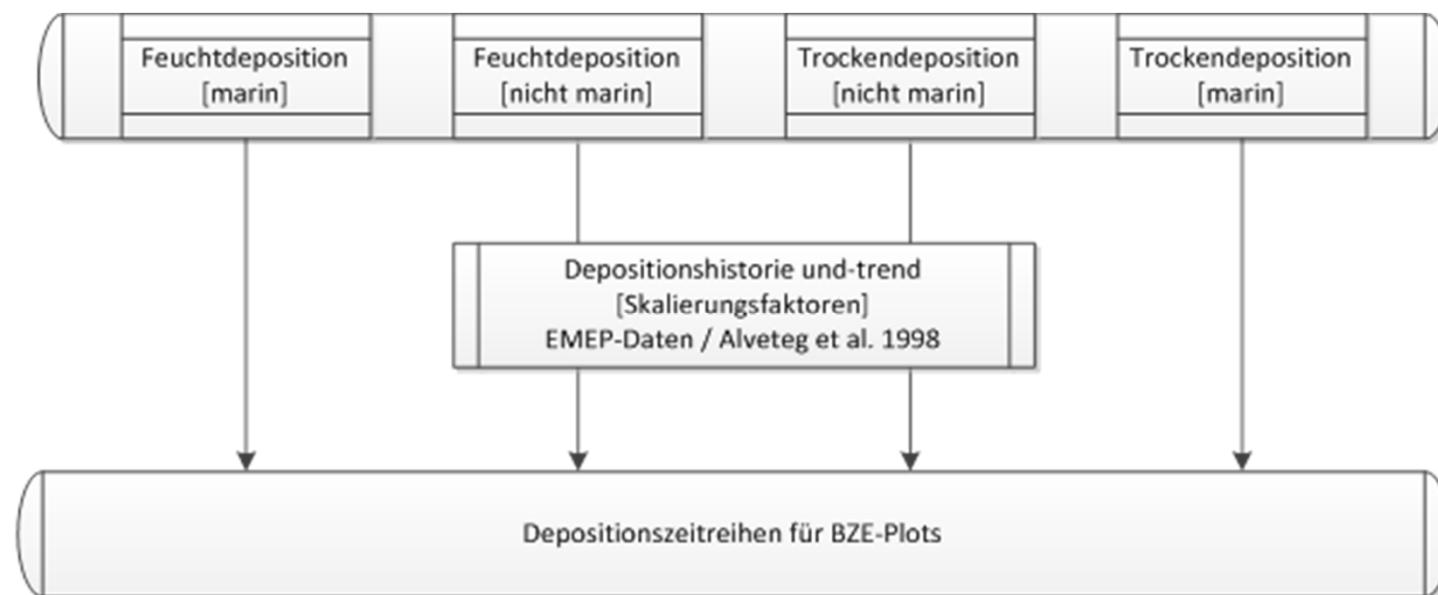


Ergebnisse auf den Punkt – Critical Load Gleichung „kritische Konzentration“ Bodenlösung nach Schutzziel





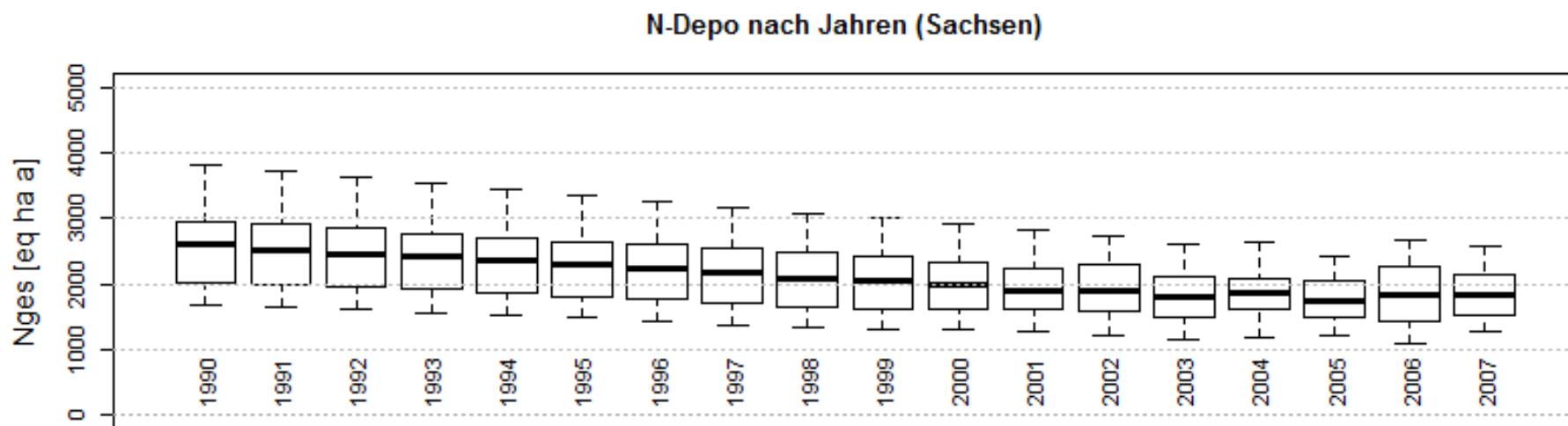
Ergebnisse auf dem Punkt – MAKEDEP-Deposition*



- | Flussdiagramm des vereinfachten Modells MAKEDEP zur Entwicklung von Depositionszeitreihen [Ahrends (2015) verändert nach Alveteg 1998]
- | * **Schaap et al. 2015, Builtjes et al. 2011, Gauger et al. 2008, Gauger & Anholt 2002**



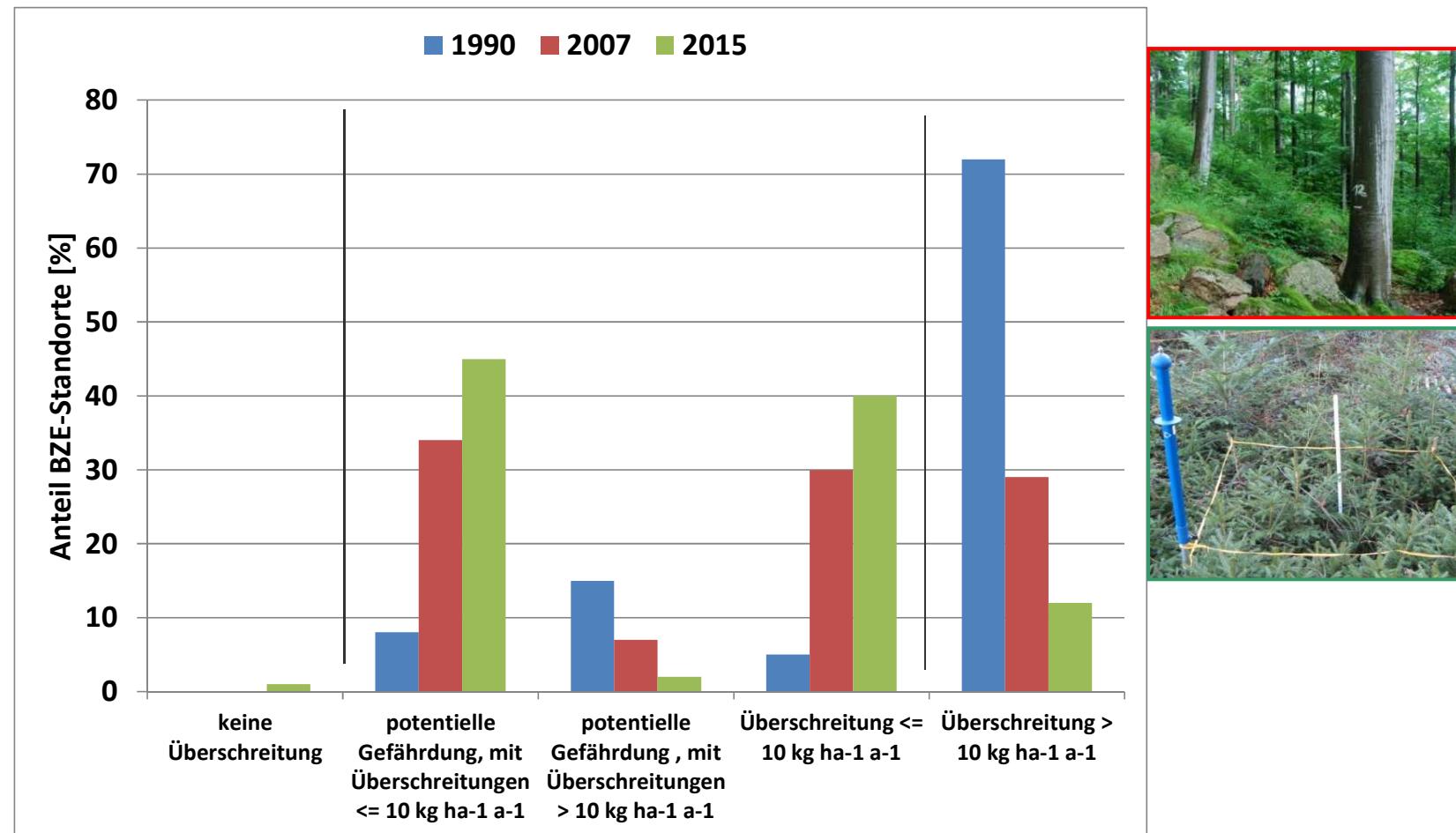
Ergebnisse auf dem Punkt – Zeitreihe N-Deposition



- berechnet für 77 Punkte der BZE 2 in Sachsen
- Startpunkt 1990: $35,3 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ Endpunkt 2007: $25,8 \text{ kg}^{-1} \text{ ha}^{-1}$

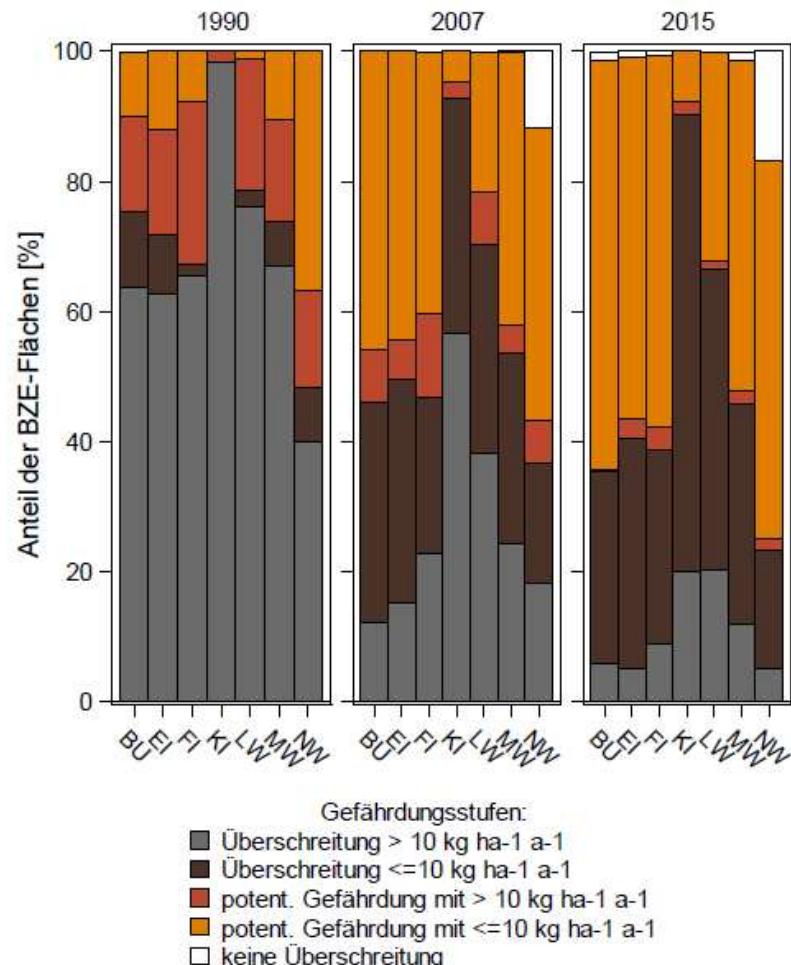


Ergebnisse auf dem Punkt – Entlastung in Sicht?





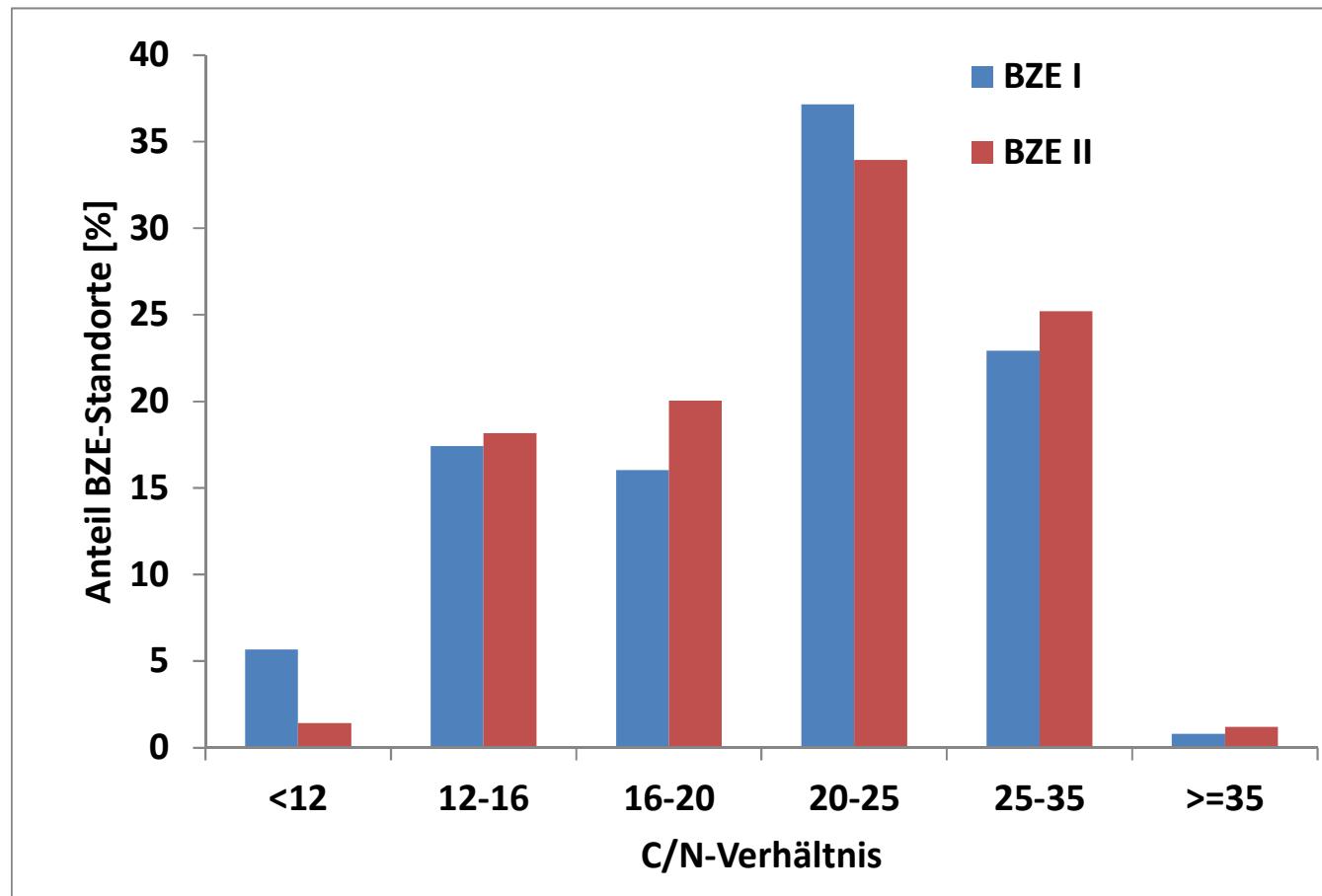
Ergebnisse auf dem Punkt – Entlastung in Sicht?



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

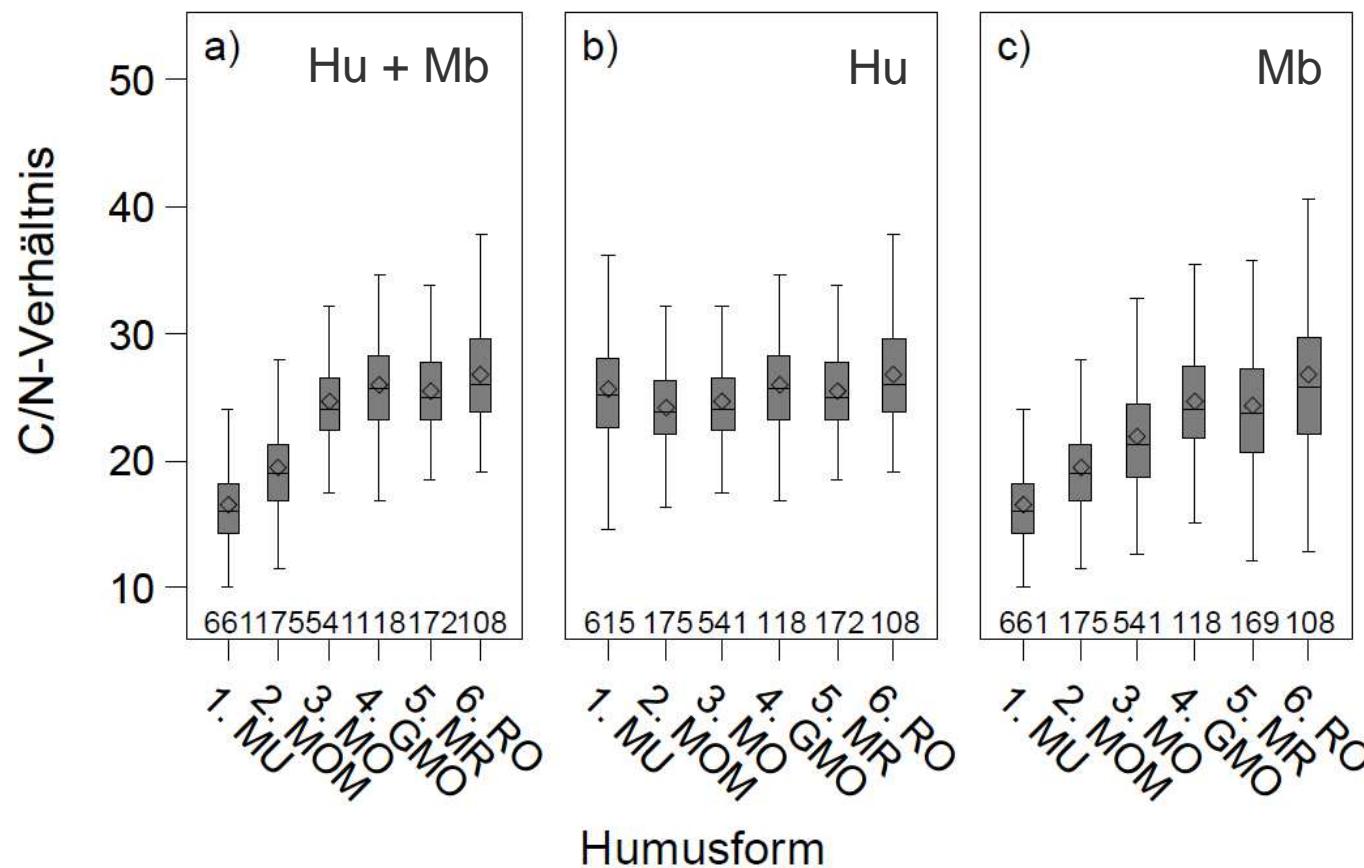


C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert



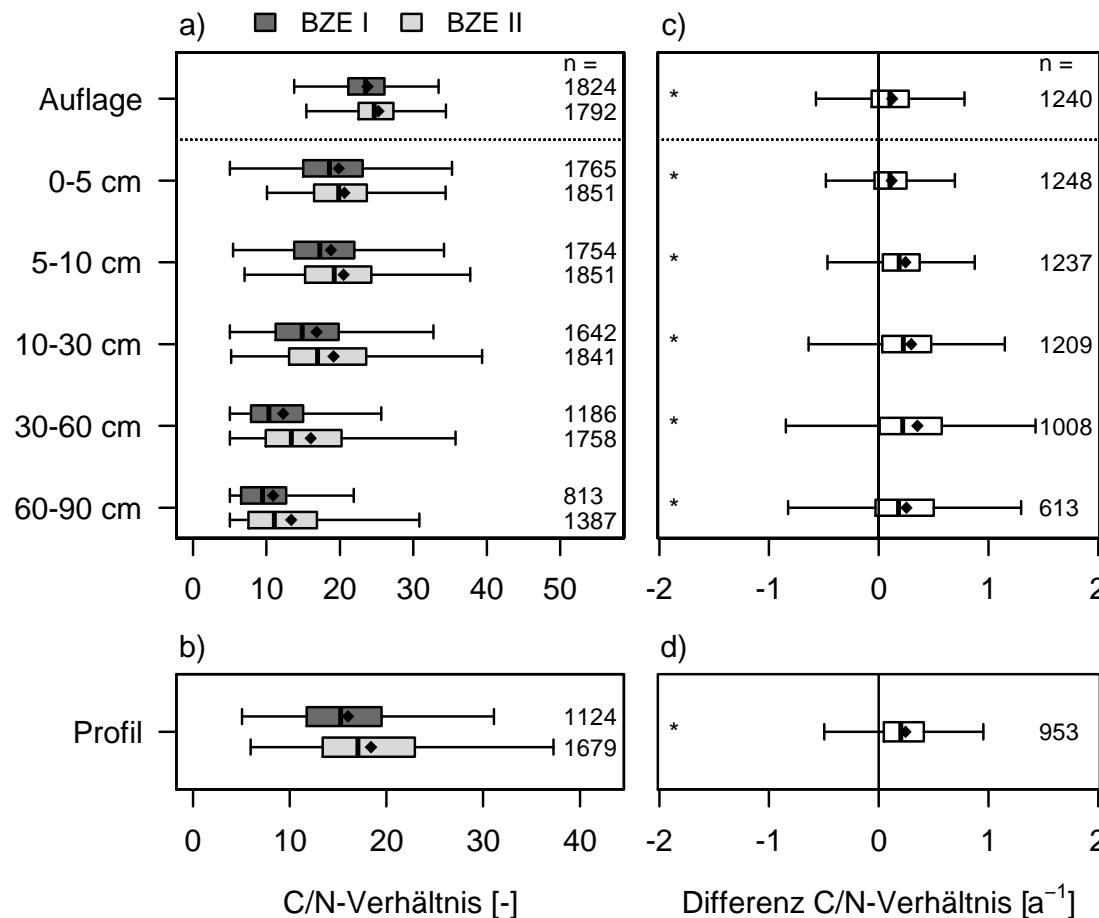


C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert





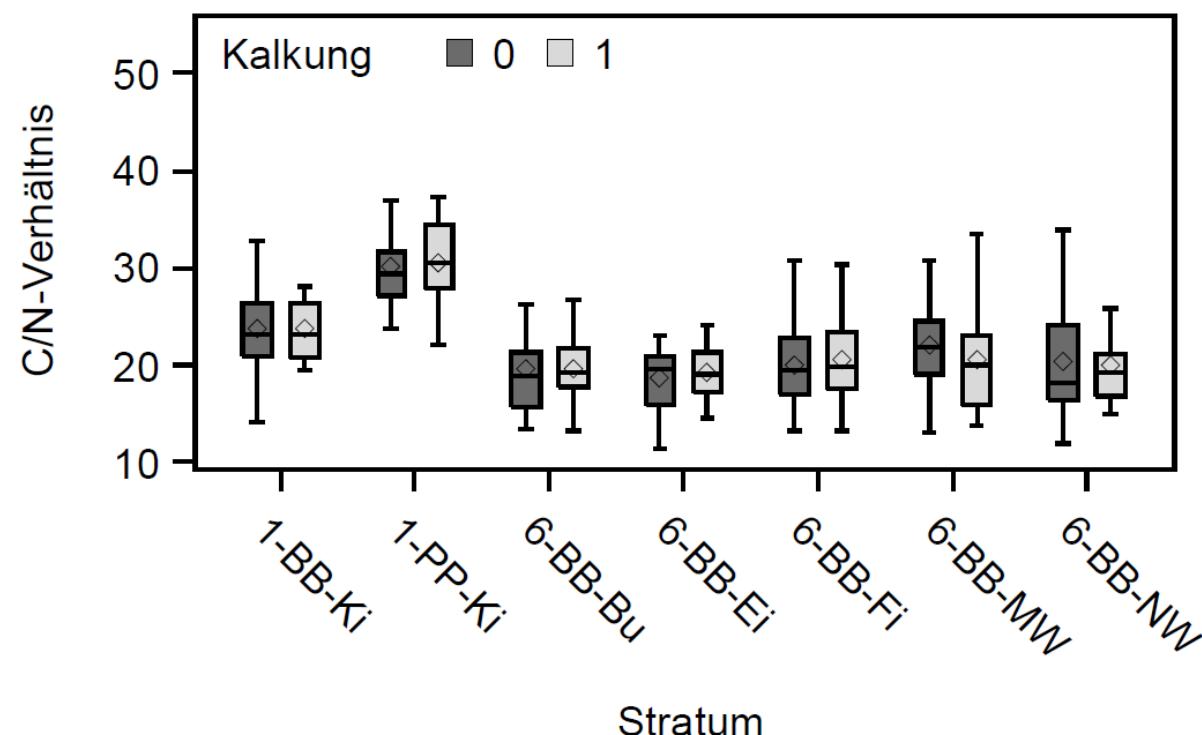
C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert





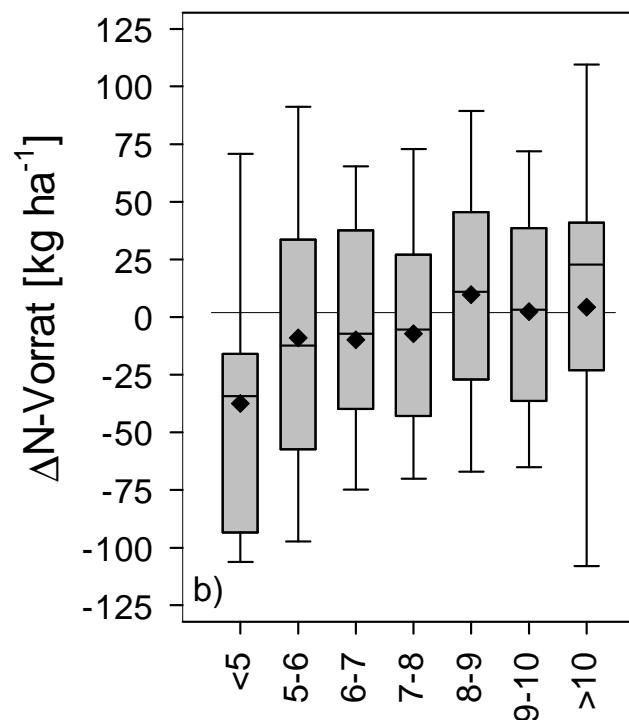
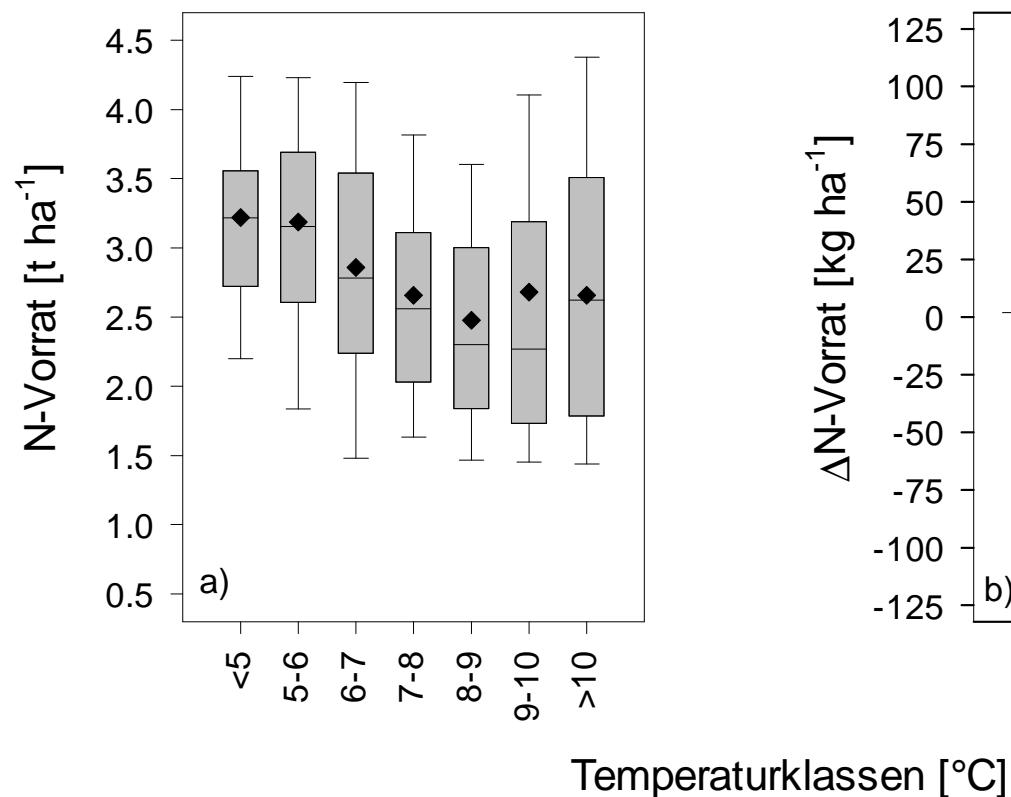
C/N-Verhältnis: Steuergröße und Grenzwert

Einfluss der Bodenschutzkalkung



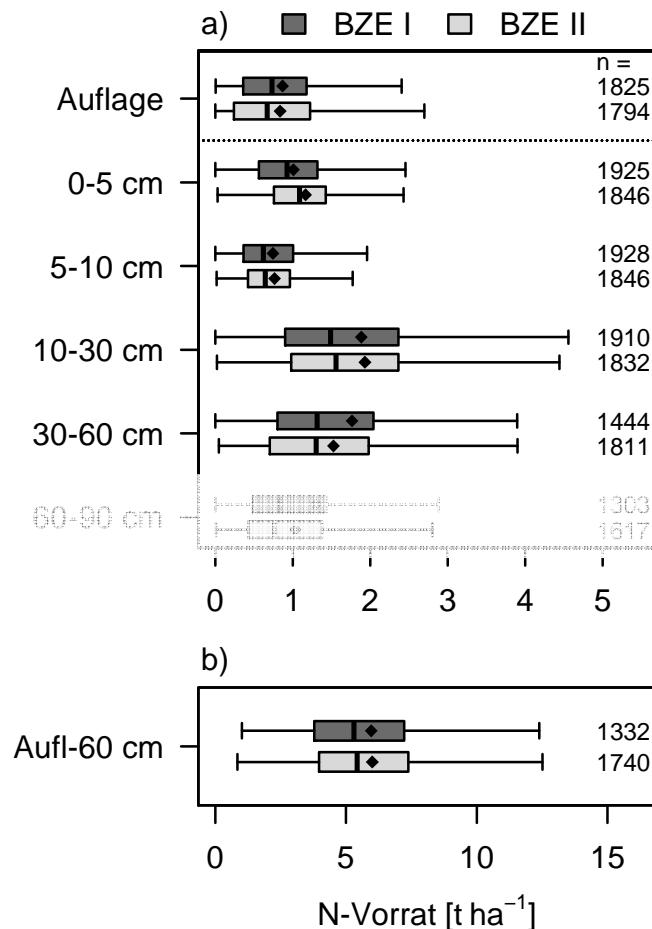


N-Vorrat – eine feste Größe? Temperatur





N-Vorrat – eine feste Größe? Status



Vorrat (t/ha)

Auflage	0,8
Oberboden -30 cm	3,8
Boden -60 cm	6,0
<i>Boden</i>	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 $\text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$

0-5 cm - + 6,1 kg

5-10 cm - +1,1 kg

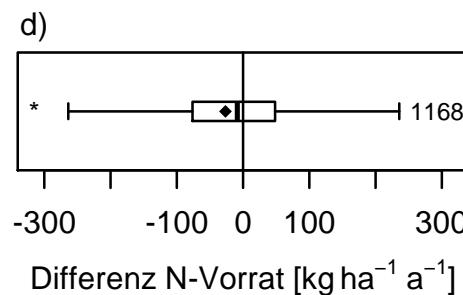
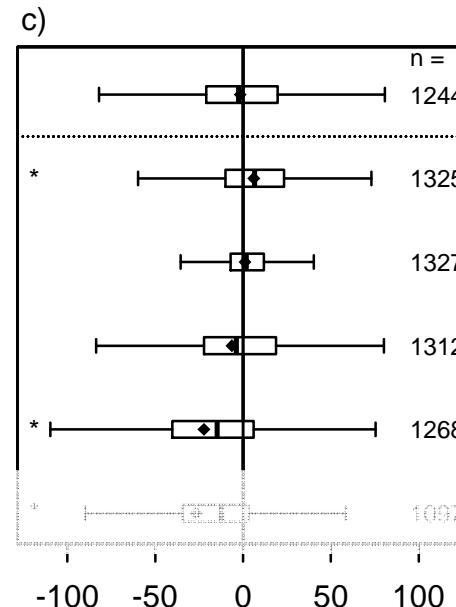
10-30 cm - -6,3 kg

30-60 cm - -22,3 kg

60-90 cm -

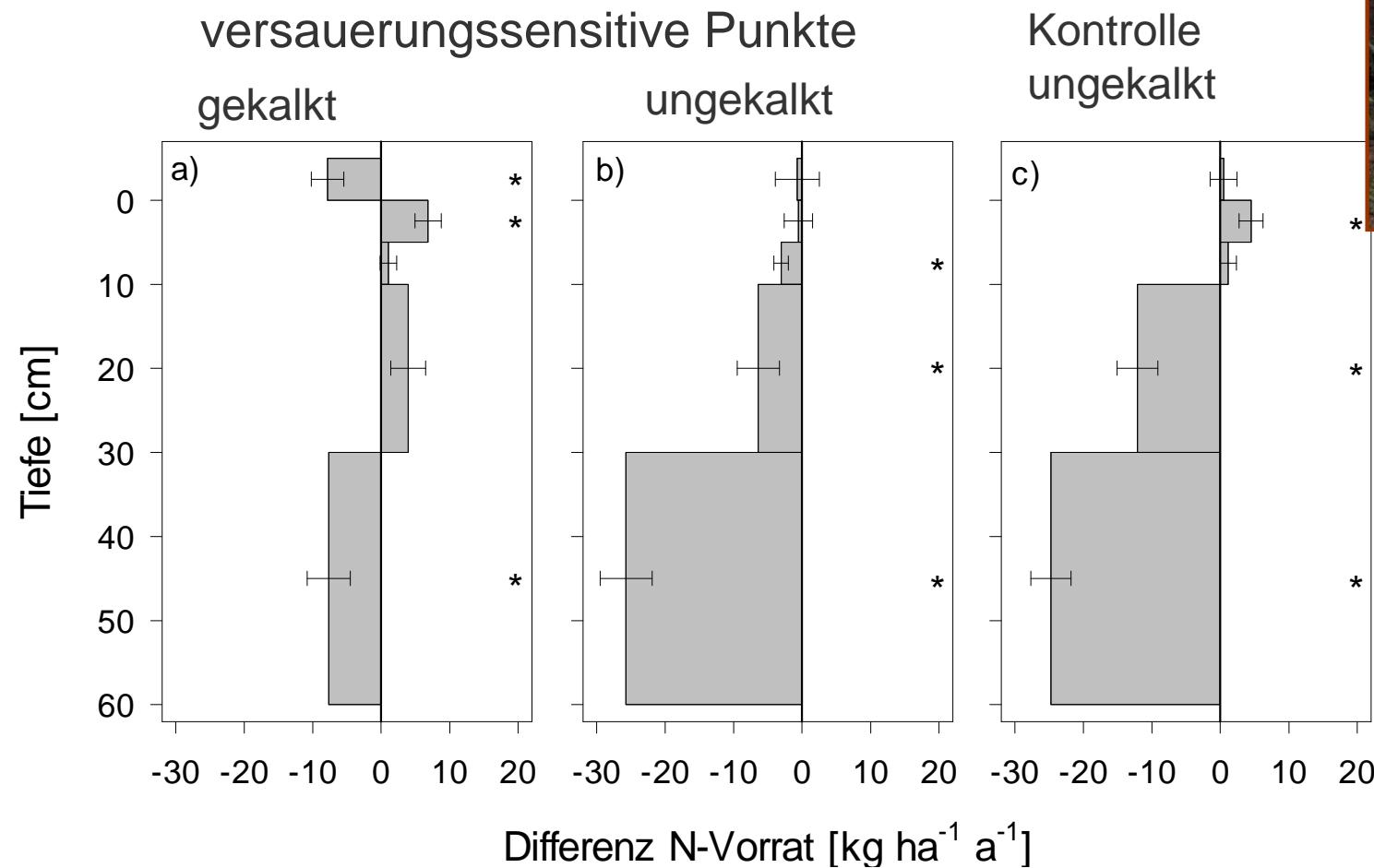
Aufl-60 cm - -26,5 kg N $\text{ha}^{-1} \text{a}^{-1}$

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)

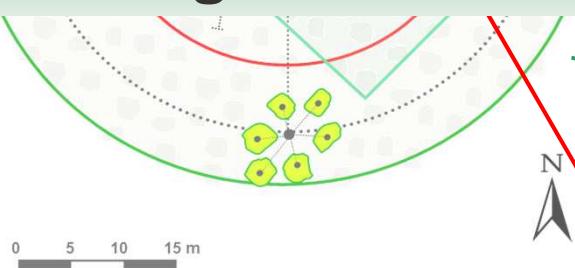
- | C/N – Verhältnis weitet sich – Was ist die Ursache?
- | Boden keine feste Größe als Stickstoffspeicher?
 - Regionale Unterschiede sind aufzuklären (SN–NW–RP)
 - Einbeziehung der Level 2 – Plots (regionale Fallstudien)
 - Einbeziehung von Oberflächen- / Grundwasserstudien
- | Kalkung „umsatzstabil“ 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



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

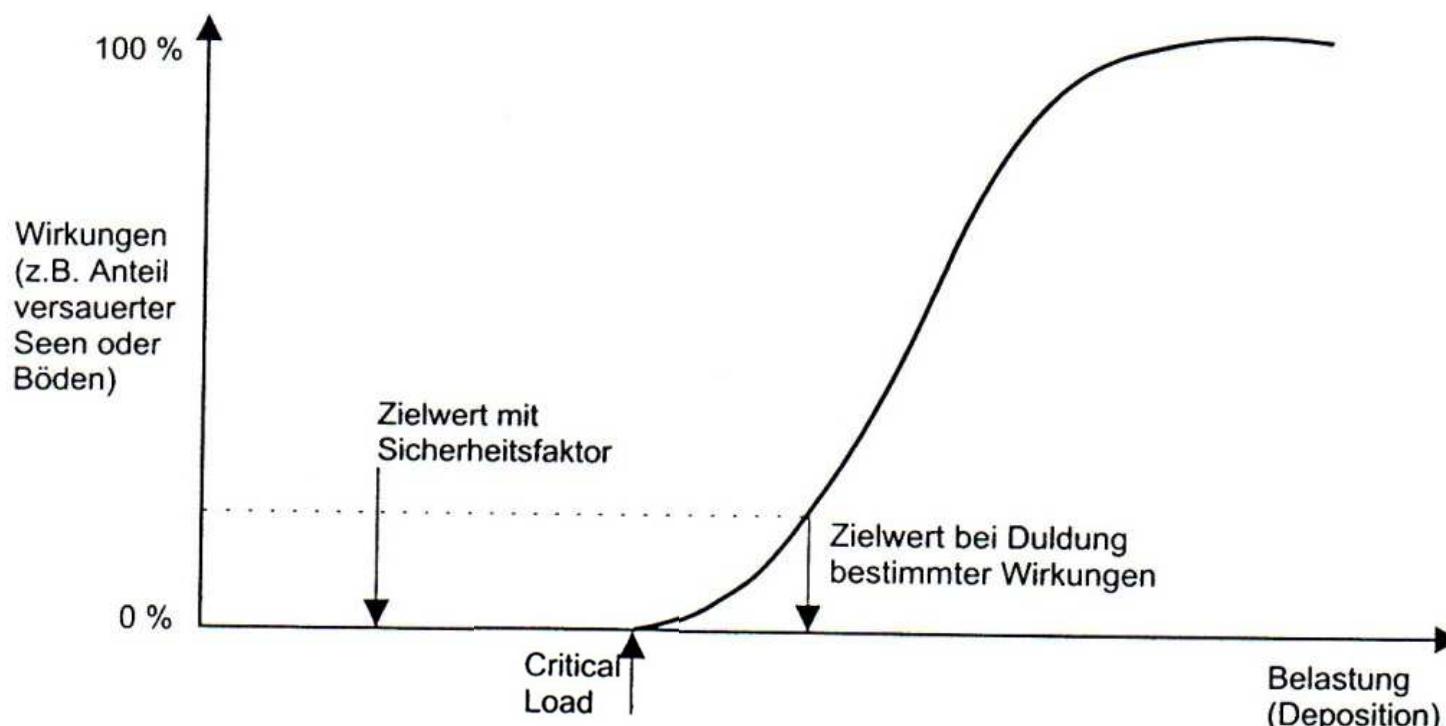


Abb. 1.2. Ermittlung der Wirkungsschwelle und Ableitung von Critical-load- und Zielwerten

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)

BMVBS (2013):

| Table 1: Nitrogen immobilisation and mean annual temperature:

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

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.



Critical Loads N – akzeptierbarer N-Austrag (Nle*)

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:

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

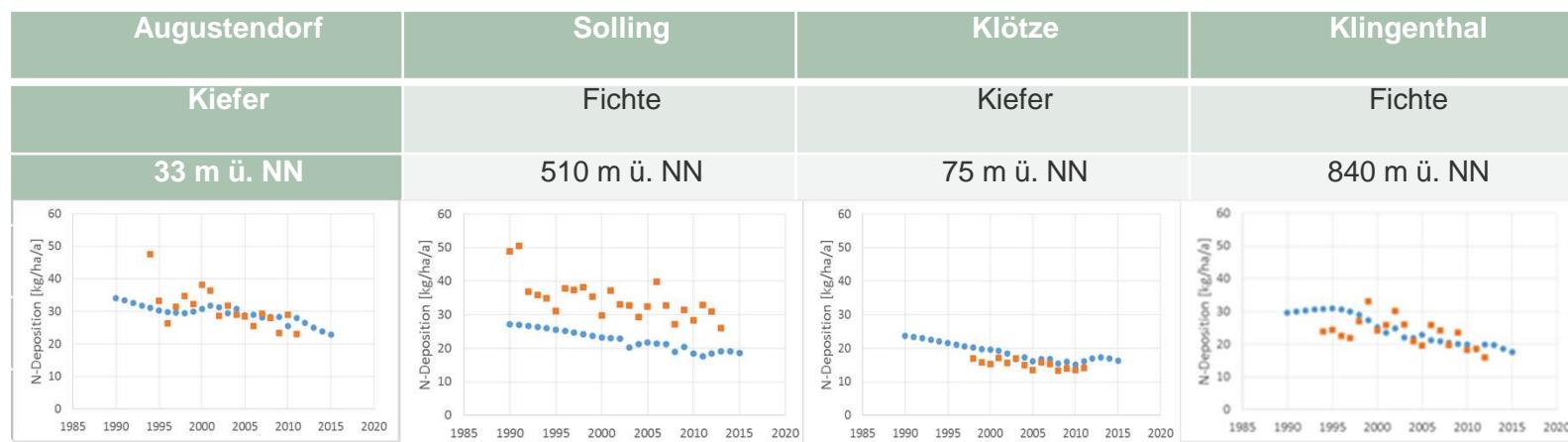
where $[N]_{acc}$ is the acceptable N concentration (eq/m³) and Q is the precipitation surplus (in m³/ha/yr). Values for acceptable N concentrations are given in Table 5.7 (see De Vries et al. 2007).

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	G2.1 ⁱ	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