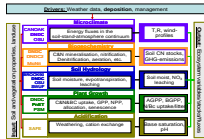


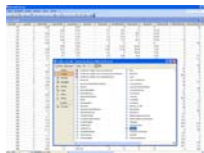
Dynamische Modellierung depositions- und klimagesteuerter Stoffumsetzungen in Waldökosystemen Deutschlands

Umweltbundesamt
11.02.2009

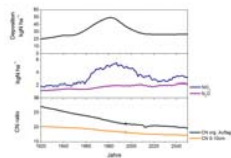
Sandra Wochele, Ralf Kiese, Klaus Butterbach-Bahl



Modellübersicht

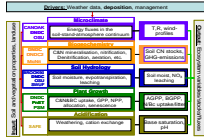


Input-Daten



Ergebnisse der Modellsimulationen

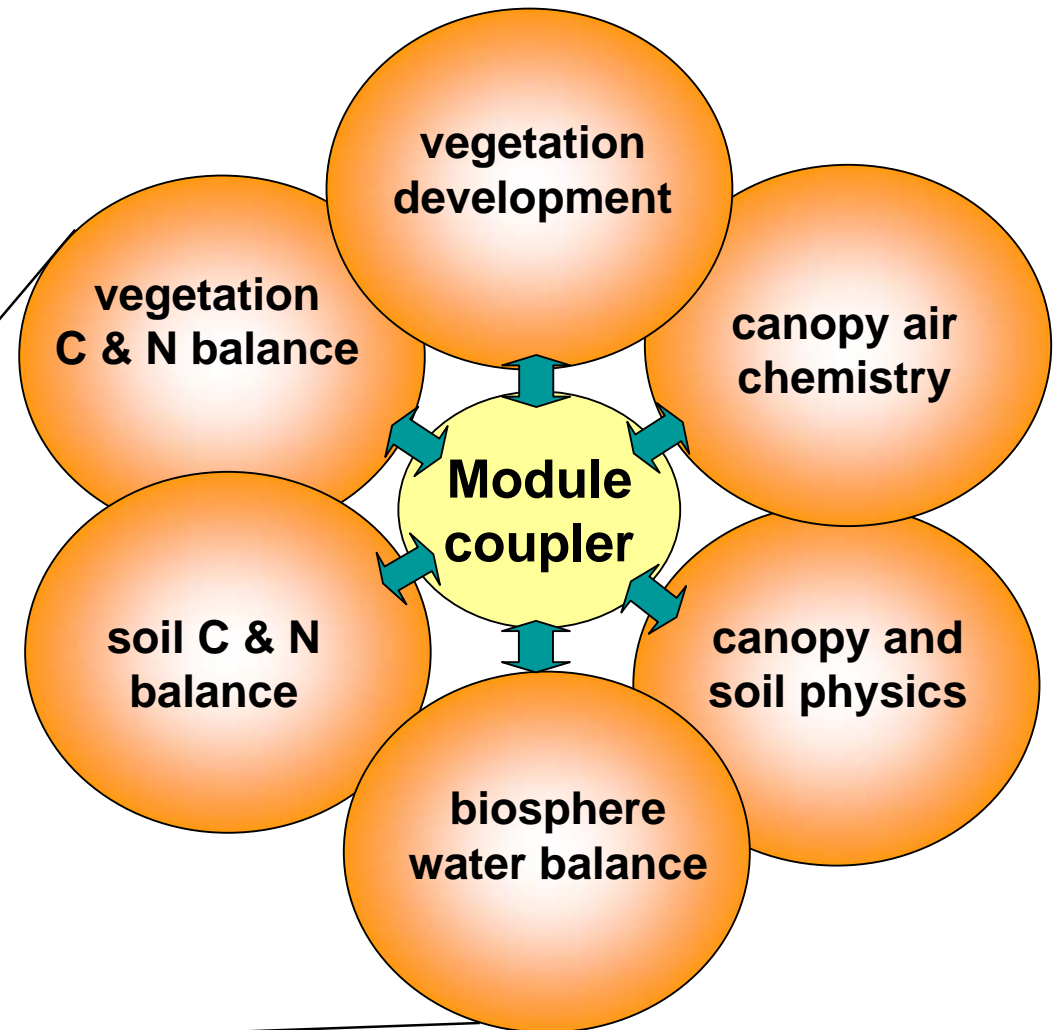
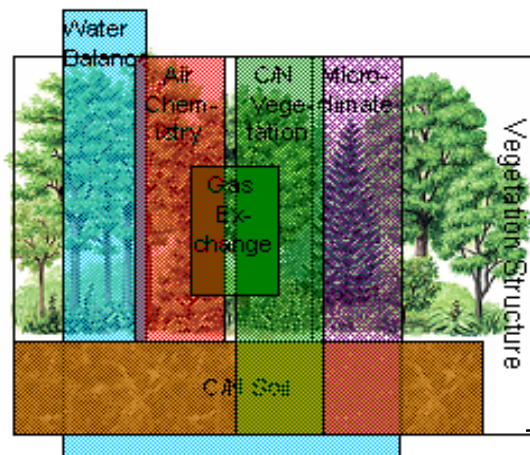
Zusammenfassung



Modellübersicht

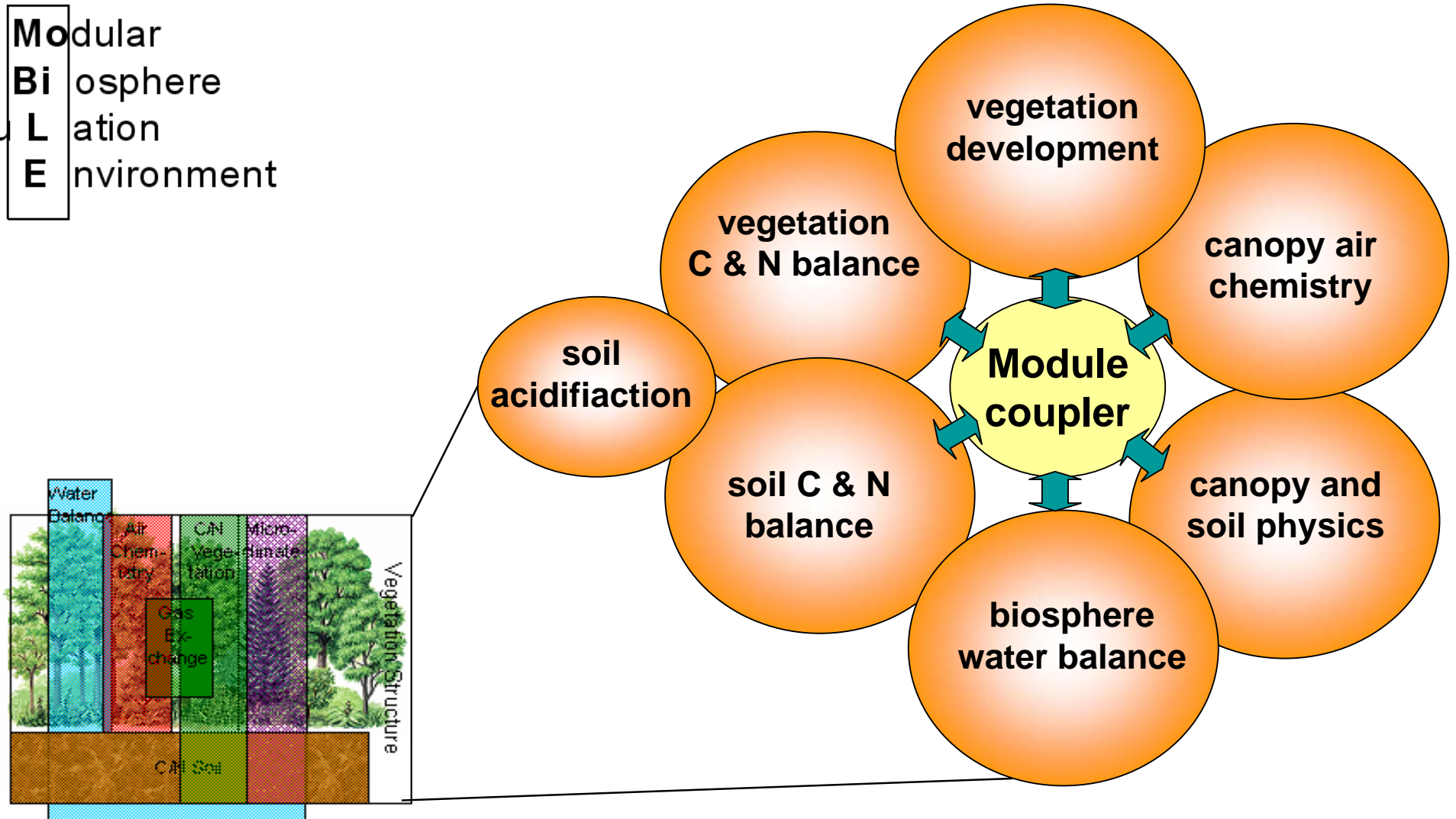
Modell Framework MOBILE

Modular
Biosphere
Simu**L**ation
Environment



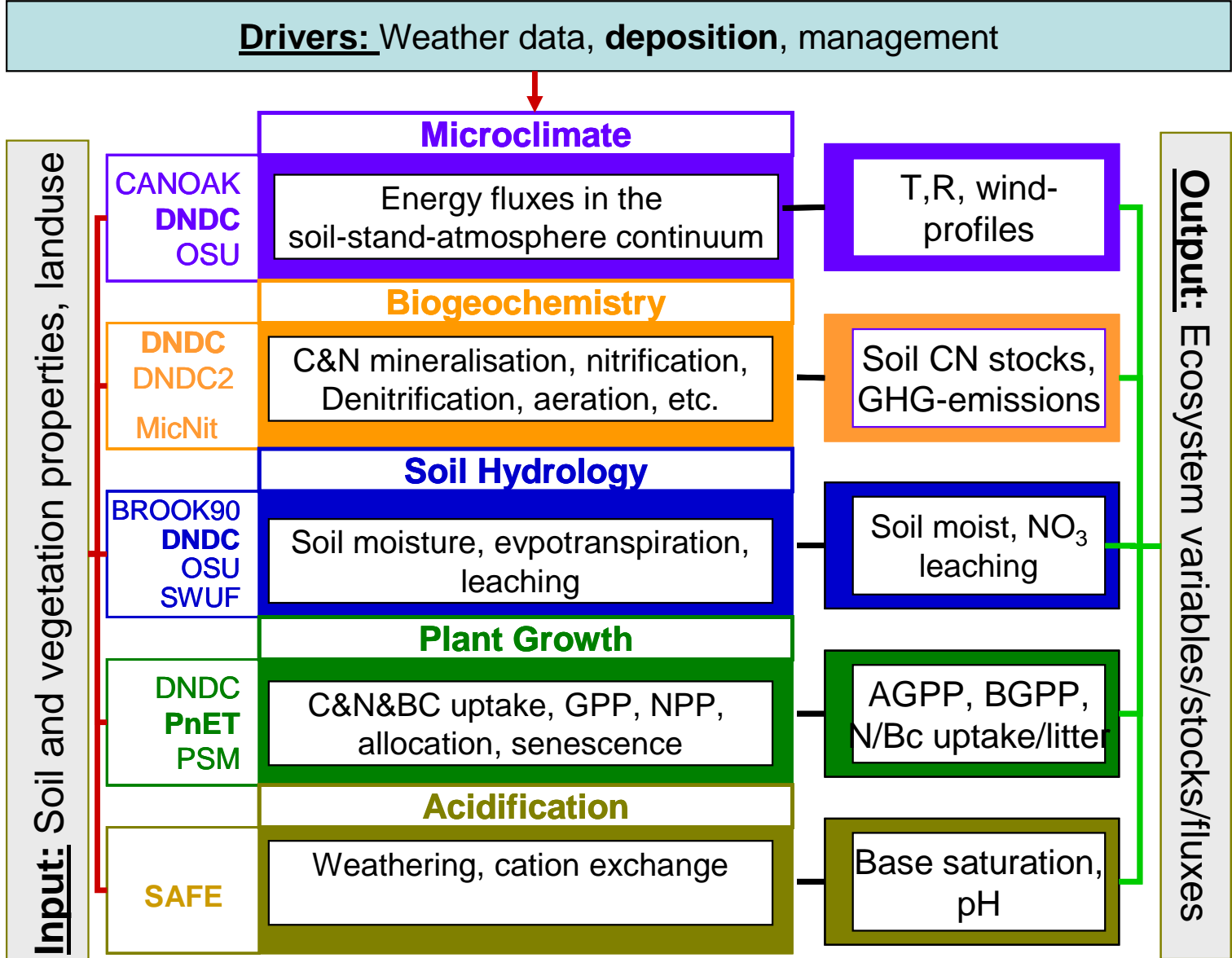
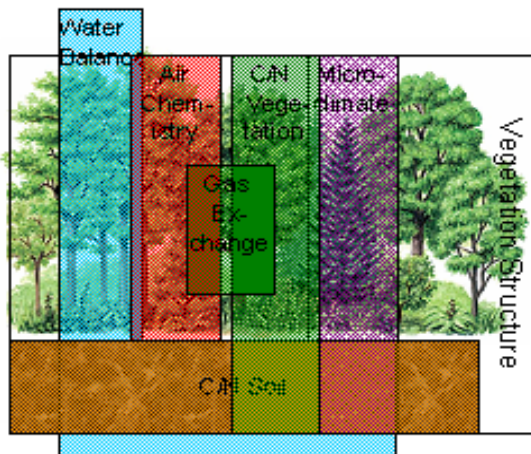
Modell Framework MOBILE

Modular
Biosphere
Simulation
Environment

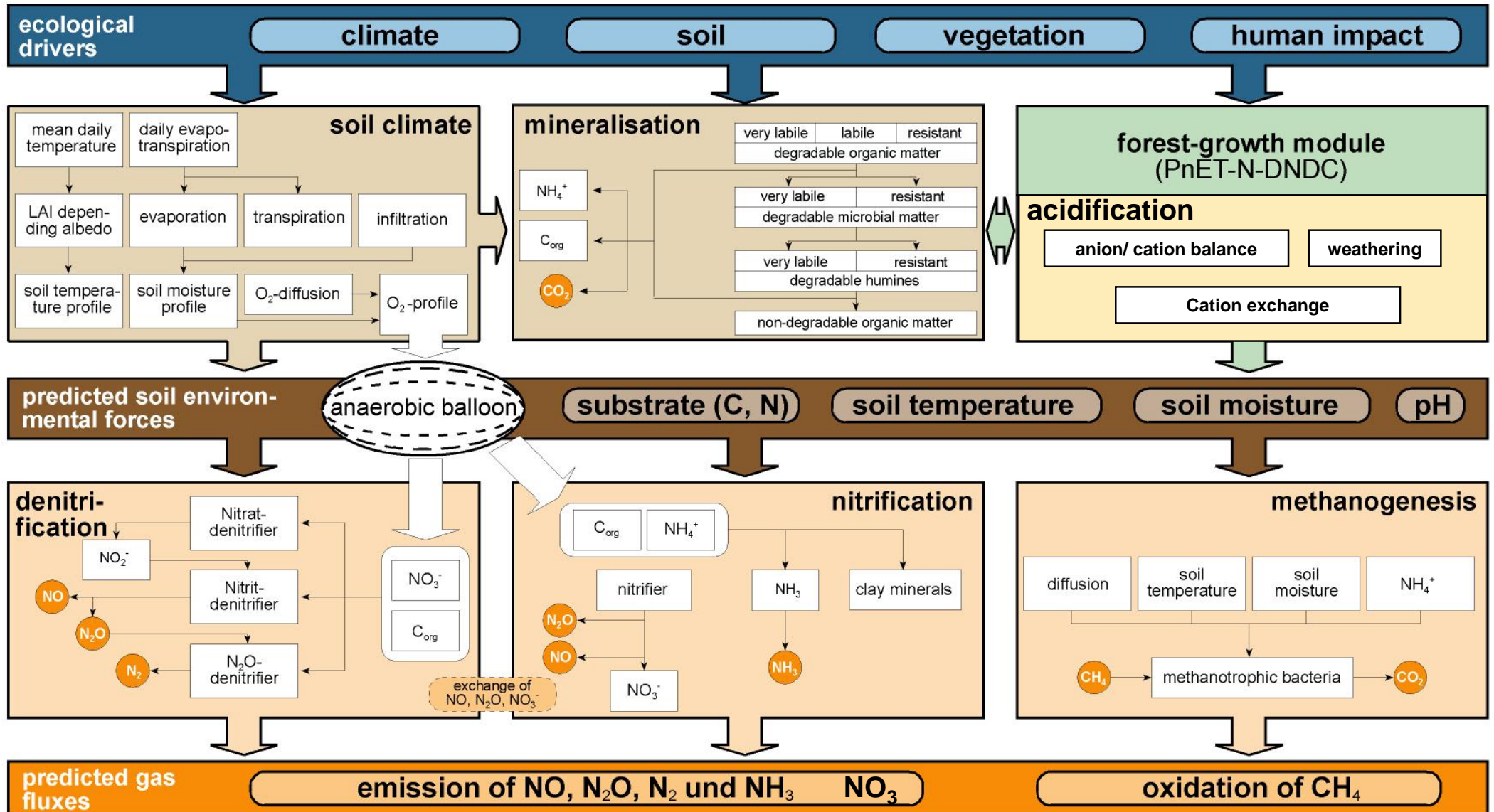


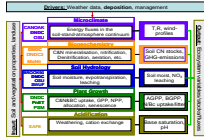
Modell Framework MOBILE

Modular
Biosphere
Simulation
Environment

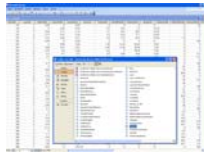


Realisierung Forest-DNDC-SAFE





Modellübersicht



Input-Daten

Input-Daten – Datenbank LEVEL II Standorte



Frage hier eingeben

ObereTiefe	UntereTiefe	LayerDicke	Horizont	TonGehalt	SchluffGehalt	SandGehalt	BodenArt	BodenArtalt	SkelettGehalt	HumusGehalt	W...
-0.05	0	0.05	-	0	0	0	0	-	0	20	
0	0.04	0.04	-	6.5	16.5	77	6 Su3		5	7	
0.04	0.17	0.13	-	3.1	16.6	80.3	6 Su3		5	3	
0.17	0.41	0.24	-	7.5	15.4	77.1	6 Su3		5	2	
0.41	0.62	0.21	-	6.3	13.5	80.2	6 Su3		10	1	
-0.09	0	0.09	-	0	0	0	0	-	0	100	
0	0.08	0.08	-	1.25	14.34	84.42	3 Si2		0	5	
0.08	0.15	0.07	-	0.67	13.28	86.04	3 Si2		0	4	
0.15	0.4	0.25	-	0.6	9	90.39	3 Si2		0	2	
0.4	0.7	0.3	-	0.5	5.59	93.9	3 Si2		0	0.4	
0.7	0.9	0.2	-	0.5	5.59	93.9	3 Si2		0	0.2	
1	1	0	-	0	0	0	0	-	0	0	
-0.1	0	0	-	0	0	0	0	-	0	100	
0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0	
0.02	0	0	-	0	0	0	0	-	51	16	
0.1	0	0	-	0	0	0	0	-	70	10	
0.15	0	0	-	0	0	0	0	-	65.6	8	
0.4	0	0	-	0	0	0	0	-	67	4	
0.55	0	0	-	0	0	0	0	-	76	3.2	
-0.1	0	0	-	0	0	0	0	-	94	1	
0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	100	
0.02	0	0	-	0	0	0	0	-	51	10	
0.1	0	0	-	0	0	0	0	-	70	5	
0.15	0	0	-	0	0	0	0	-	65.6	6	
0.4	0	0	-	0	0	0	0	-	67	3.8	
0.55	0	0	-	0	0	0	0	-	76	2.3	
-0.1	0	0	-	0	0	0	0	-	94	1.5	
0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	100	
0.1	0	0	-	0	0	0	0	-	5.3	10	
0.15	0	0	-	0	0	0	0	-	13.1	5	
0.6	0	0	-	0	0	0	0	-	15.5	3	
0.75	0	0	-	0	0	0	0	-	35.6	0.8	
-0.12	0	0	-	0	0	0	0	-	39.1	0.4	
0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	100	
0.15	0	0	-	0	0	0	0	-	5.5	7	
0.6	0	0	-	0	0	0	0	-	13.1	4	
1.05	0	0	-	0	0	0	0	-	15.5	2	
-0.02	0	0.02	Olf	0	0	0	0	-	0	0	

von 8495

FoUmo_von_SQL : Datenbank (Access 2000-Dateiformat)

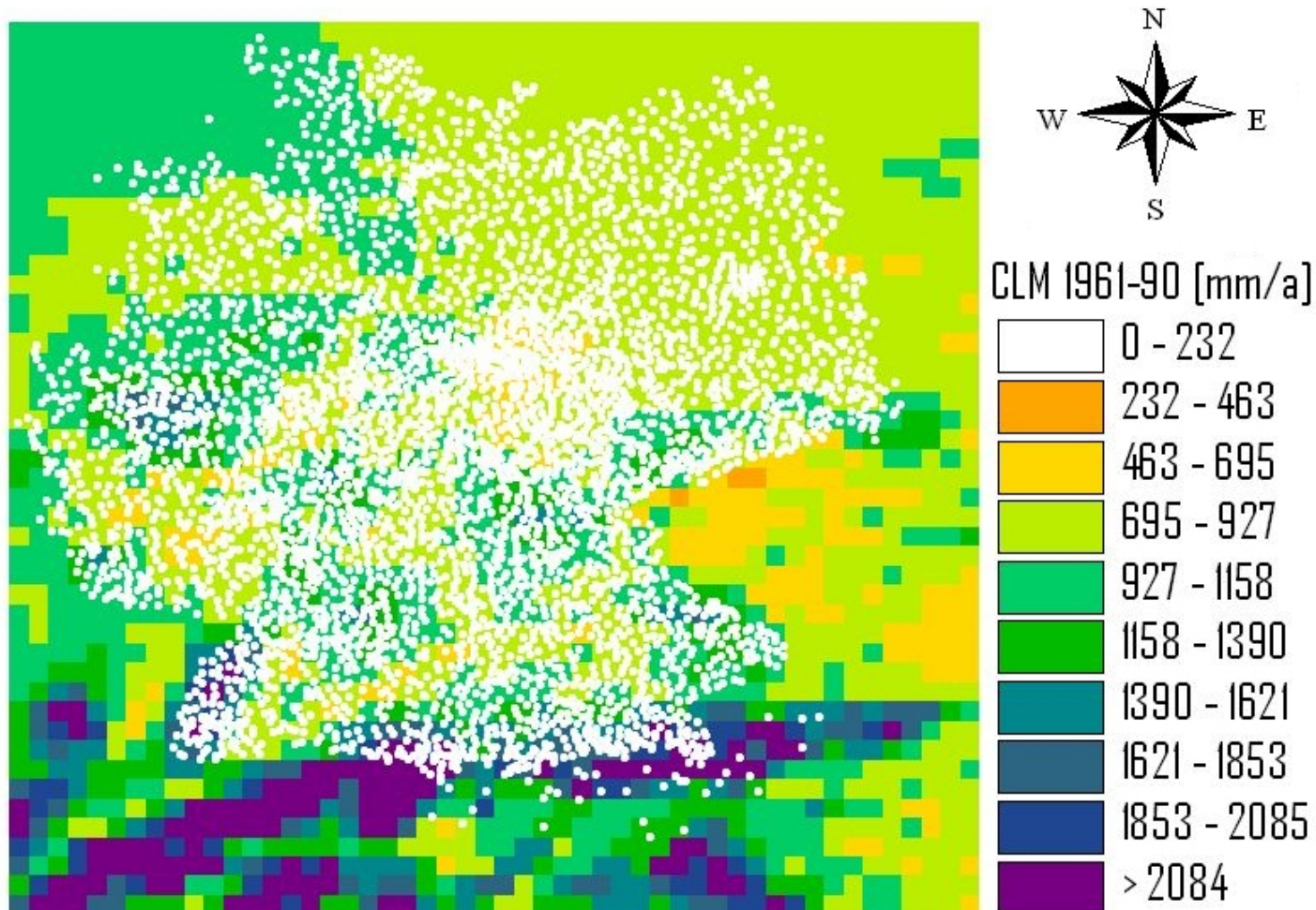
Öffnen Entwurf Neu

Objekte

- Tabellen
 - Erstellt eine Tabelle in der Entwurfsansicht
 - Erstellt eine Tabelle unter Verwendung des Assistenten
 - Erstellt eine Tabelle in der Datenblattansicht
 - Baumarten
 - BaumartStoffgehalteStammRinde
 - Bestand
 - BestandAnteilHöhe
 - BestandNutzung
 - BestandStoffgehalte
 - Boden
 - Bundeslaender
 - Deposition
 - DepositionFreilandBestand
 - DepositionNutzung
 - ForSAFEProjekte
 - ForSAFEProjektStandorte
 - ForSAFEVegFile
 - KA4BodenArt
 - KA4BodenTyp
 - KA4Feldkapazitaet
 - KA4Humusform
 - KA4Podsolgkeit
 - Klima
 - Klima7100
 - Layer
 - Layer_LastMeasure
 - LayerAufschluss
 - LayerAufschlussVerfahren
 - LayerMineralComp
 - LayerWasser
 - LayerZeit
 - Level1Sites
 - Level2Sites
 - Minerals_of_Site
 - MineralStack
 - Monat2DOY
 - NiederschlagKonzentration
 - NiederschlagKonzentrationDar
 - relDepHist
 - Sammlerposition
 - Standort
 - StandortKronenschluss
 - StreuFall
 - StreuKompartimente

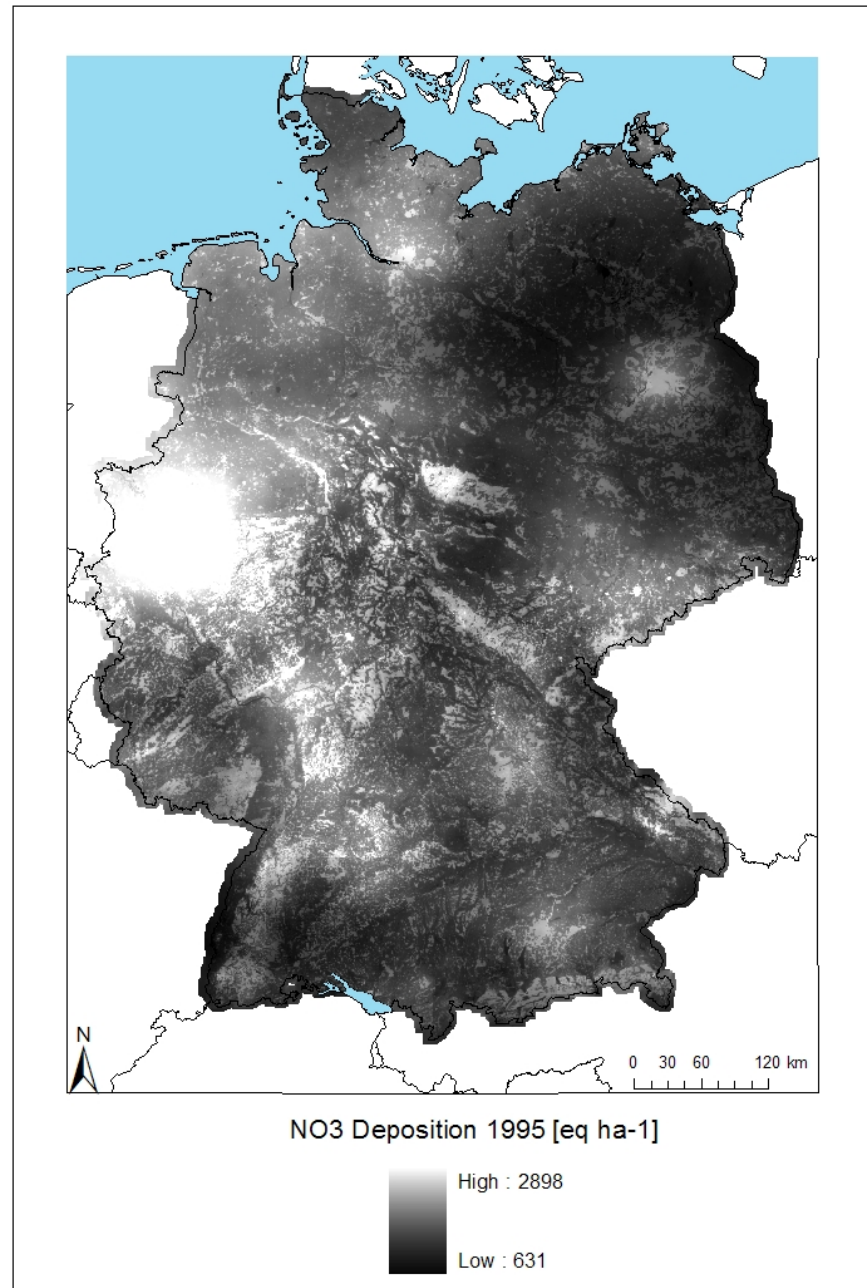
- Regionales Modell CLM: Klimaversion des Lokal-Modells des DWD
- angetrieben mit ECHAM5/ MPIOM globalen Klimadaten des Max-Planck Institutes für Meteorologie
- Räumliche Auflösung 18×18 km², Zeitschritt 1 d
- Zeitreihen der Temperatur und des Niederschlags (1960-2100)
 - Kontrolllauf: 1960-2000
 - A1B: 2001 – 2100

- Berechnung der monatlichen CLM-Niederschlagsstatistik 1961-90
- Interpolation der DWD Stationsmonatsmittelwerte (IDW) auf CLM-Grid mit Suchradius 0.3°



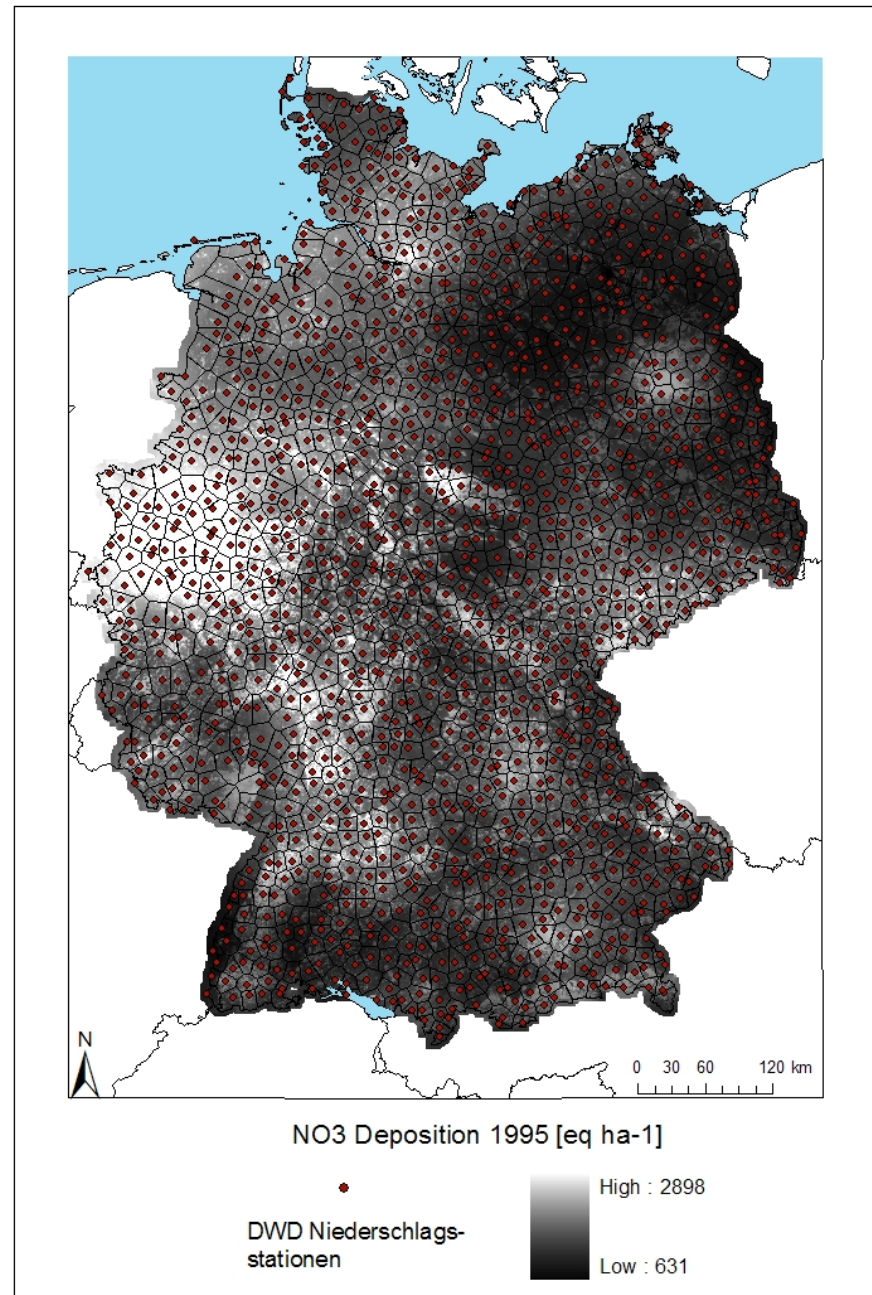
- simulierte Depositionsdaten für
 - NO_3 , NH_4 , basische Kationen (Ca+Mg+K), SO_4 , Cl, Na
- Simulierte Jahre
 - 1995, 1997, 1999, 2000-2004
- 1x1km² Auflösung
- Corine Landcover

1) orig. Rasterdaten



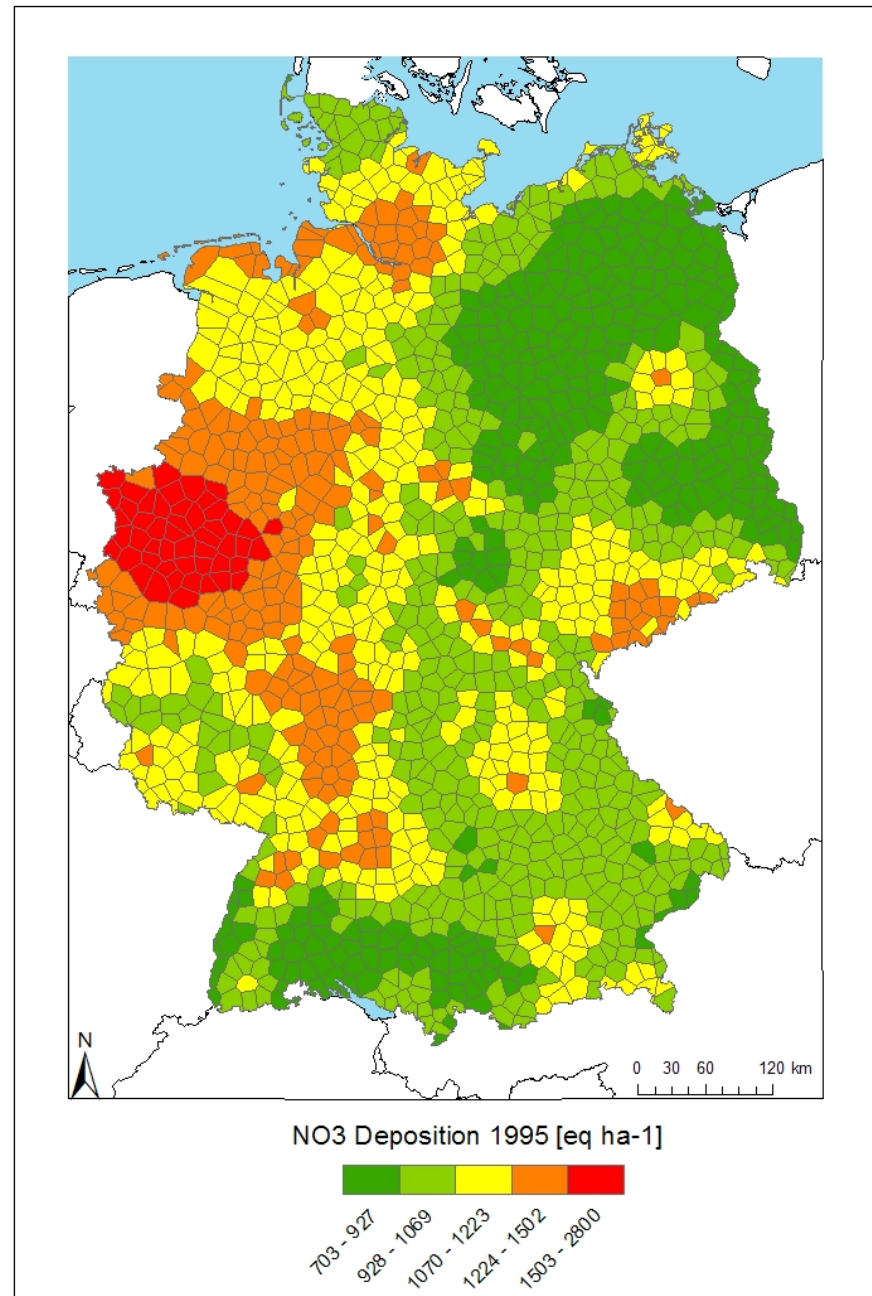
Datenaufbereitung

- 1) orig. Rasterdaten
- 2) Auf Basis von Klimastationen wurden Polygone generiert



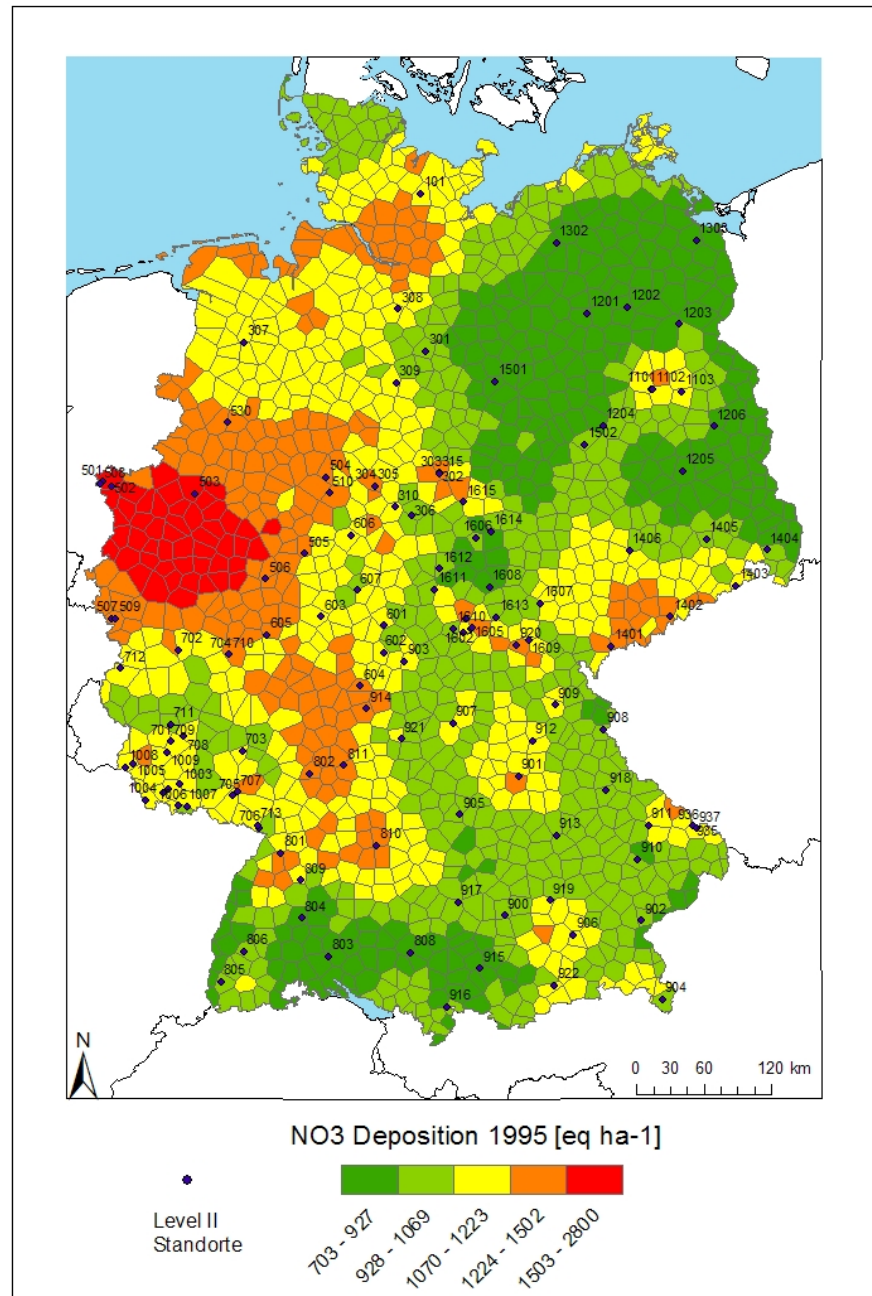
Datenaufbereitung

- 1) orig. Rasterdaten
- 2) Auf Basis von Klimastationen wurden Polygone generiert
- 3) Zuordnung der Deposition durch Mittelwertbildung

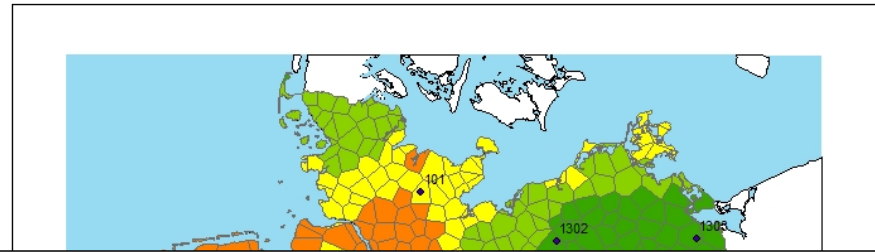


Datenaufbereitung

- 1) orig. Rasterdaten
- 2) Auf Basis von Klimastationen wurden Polygone generiert
- 3) Zuordnung der Deposition durch Mittelwertbildung
- 4) Verschneiden mit Standorten

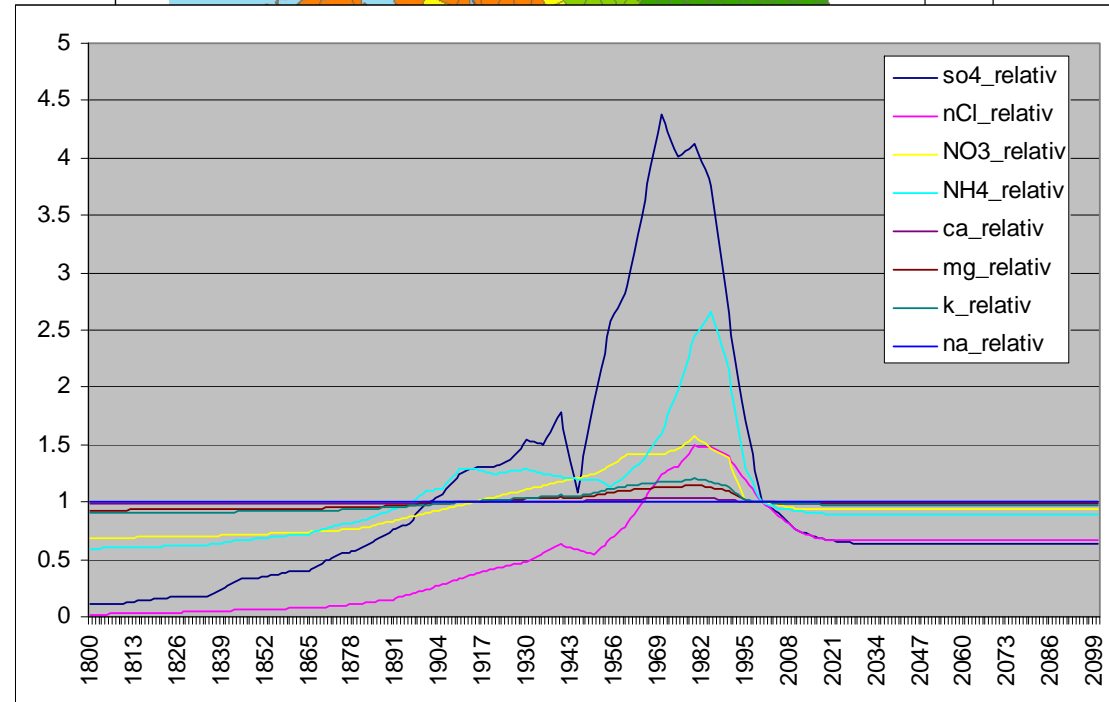


1) orig.
Rasterdaten



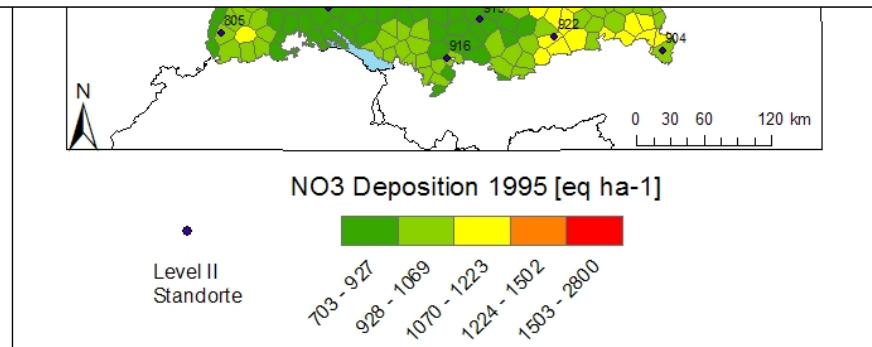
2) Auf Basis von
Klimastationen
wurden Polygone
generiert

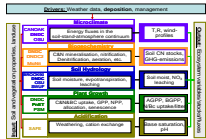
3) Zuordnung der
Deposition durch
Mittelwertbildung



4) Verschneiden mit
Standorten

5) Skalierung der Daten
an EMEP150x150km²
Depositionshistorie

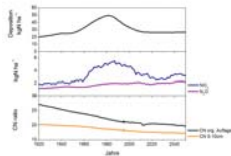




Modellübersicht



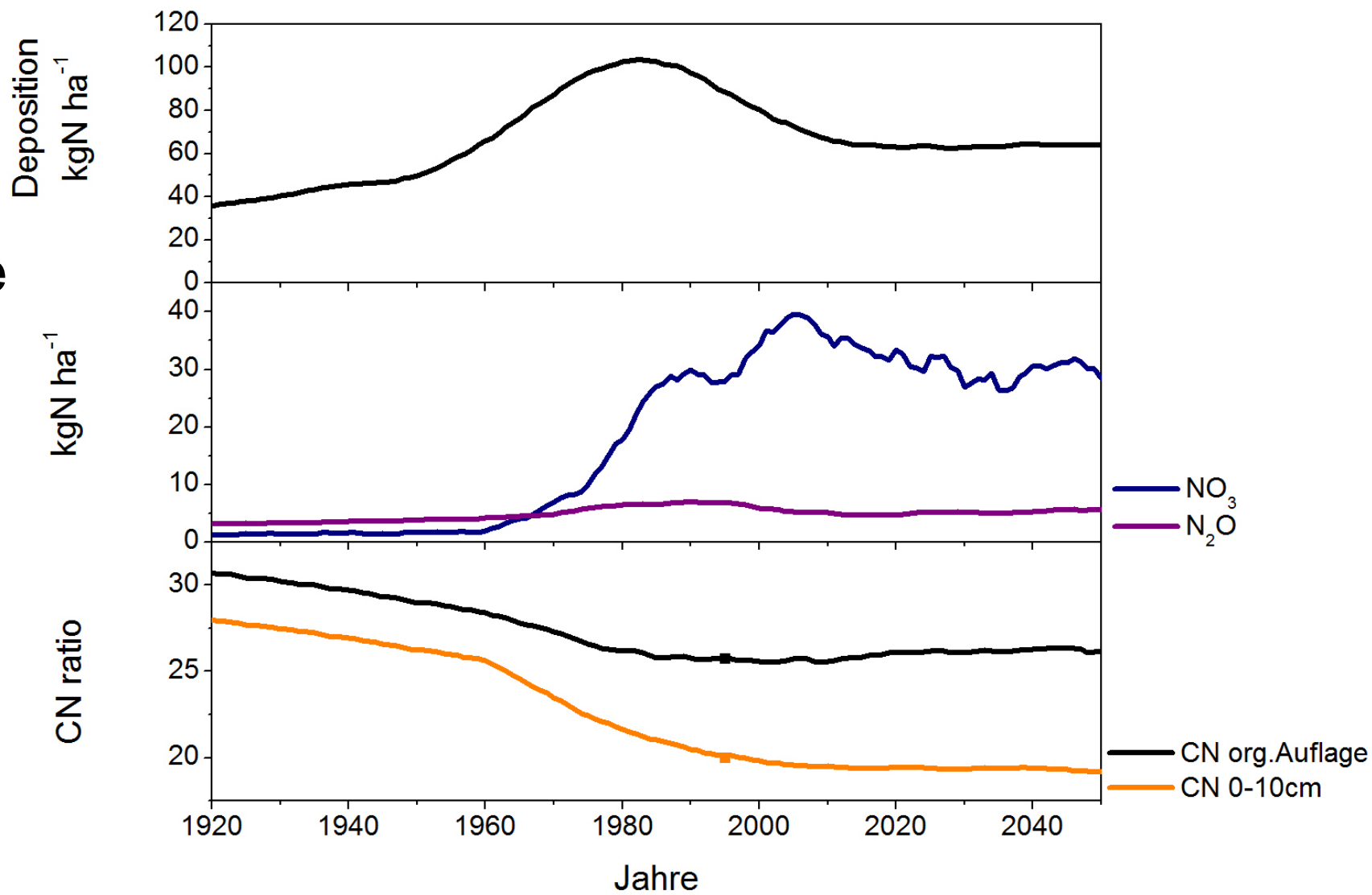
Input-Daten



Ergebnisse der Modellsimulationen

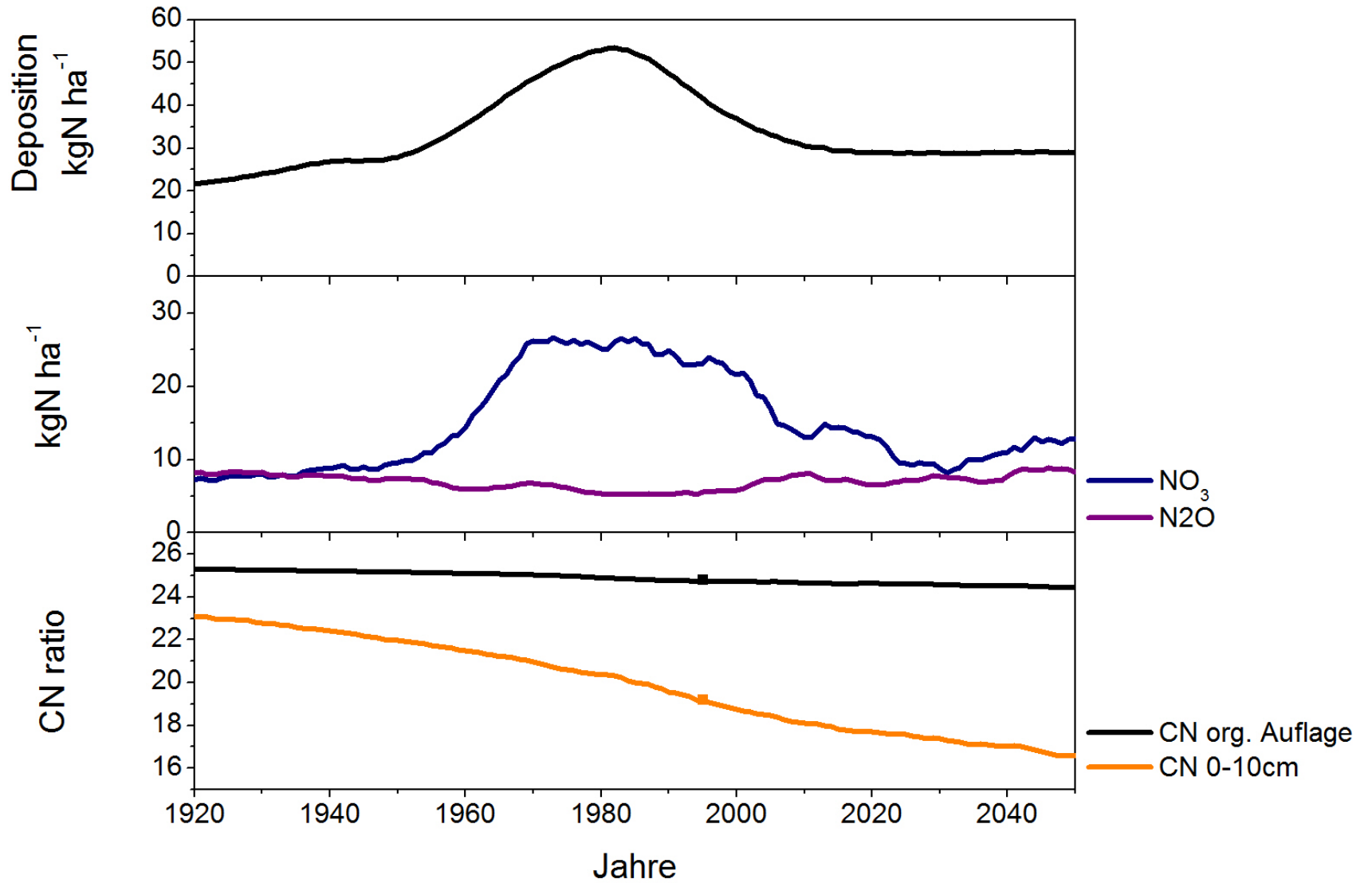
Eutrophierung : 501 Kleve

Kiefer
Su2
Podsol-
Braunerde



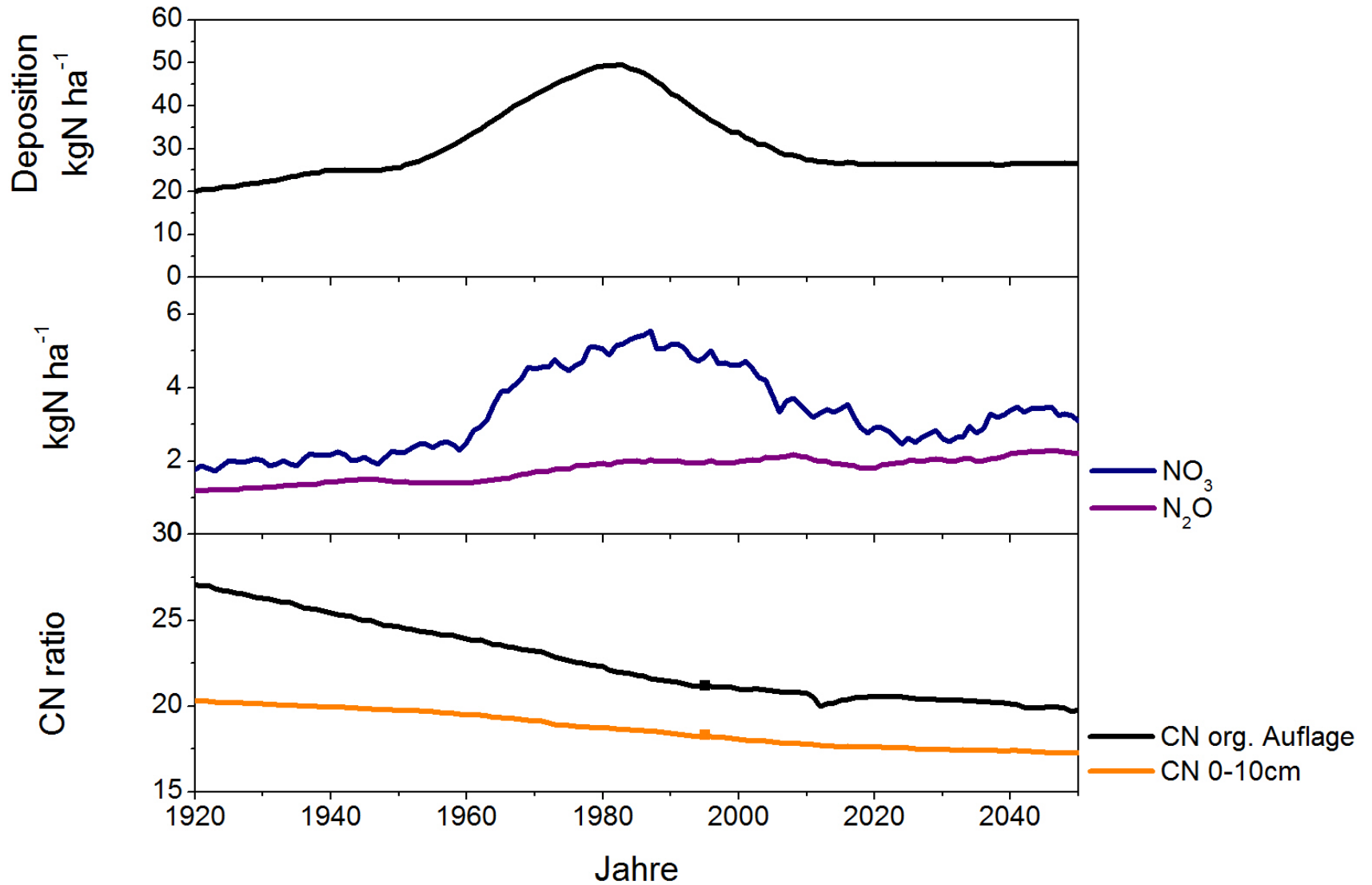
Eutrophierung: 303 Lange Bramke

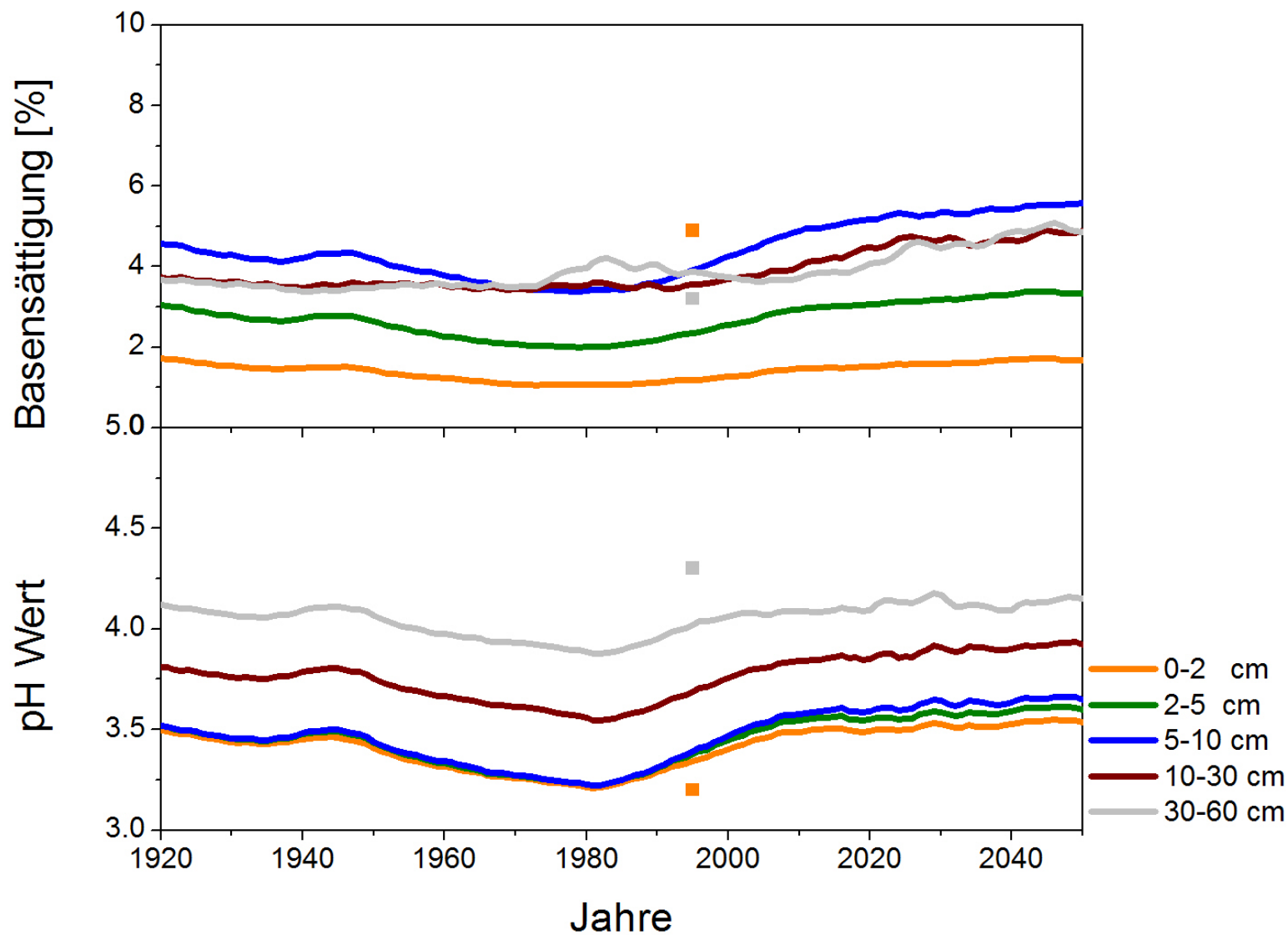
Fichte
SI2
Podsol-
Braunerde

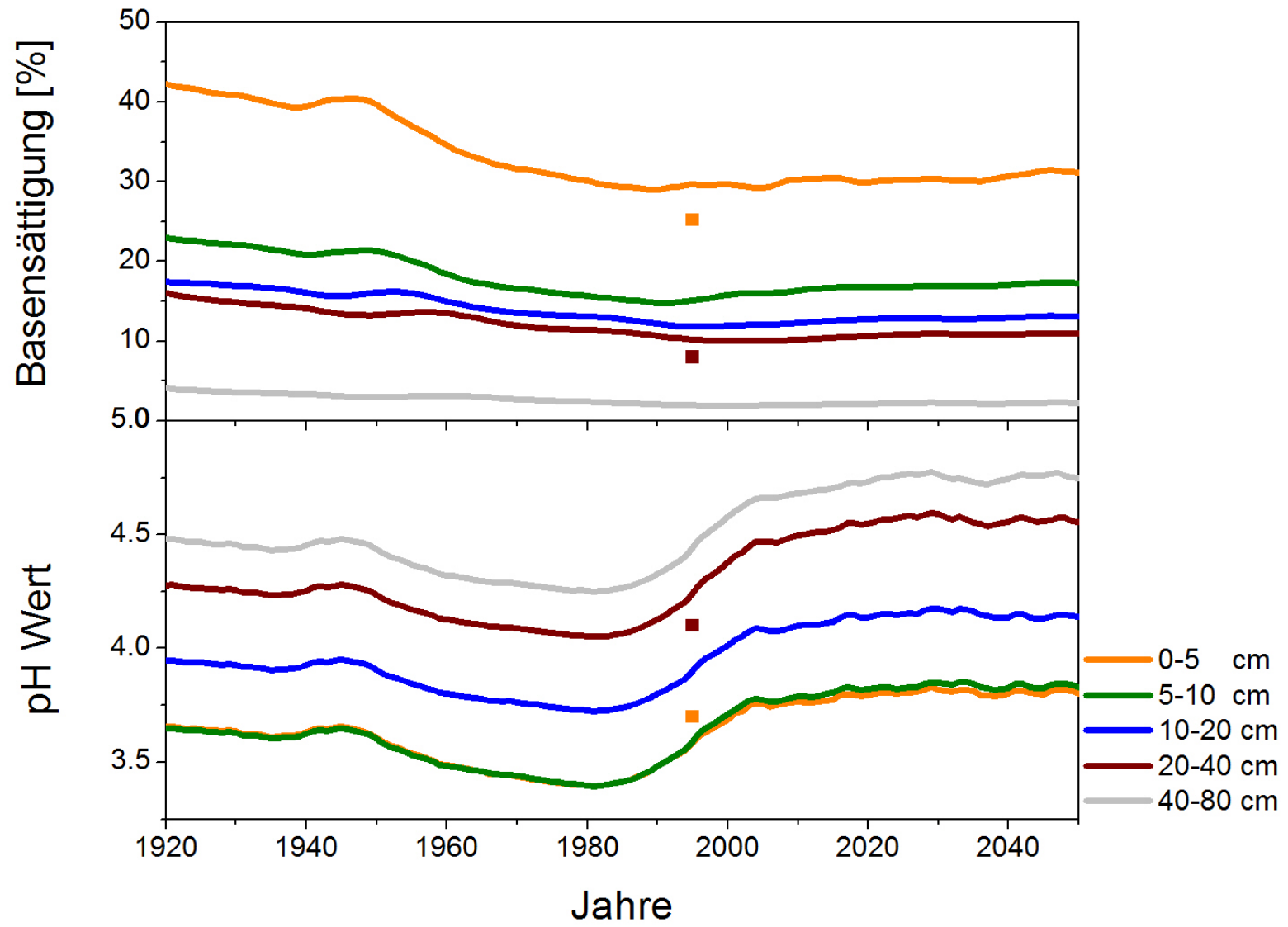


Eutrophierung : 602 Kalbach

Buche
Slu
Braunerde

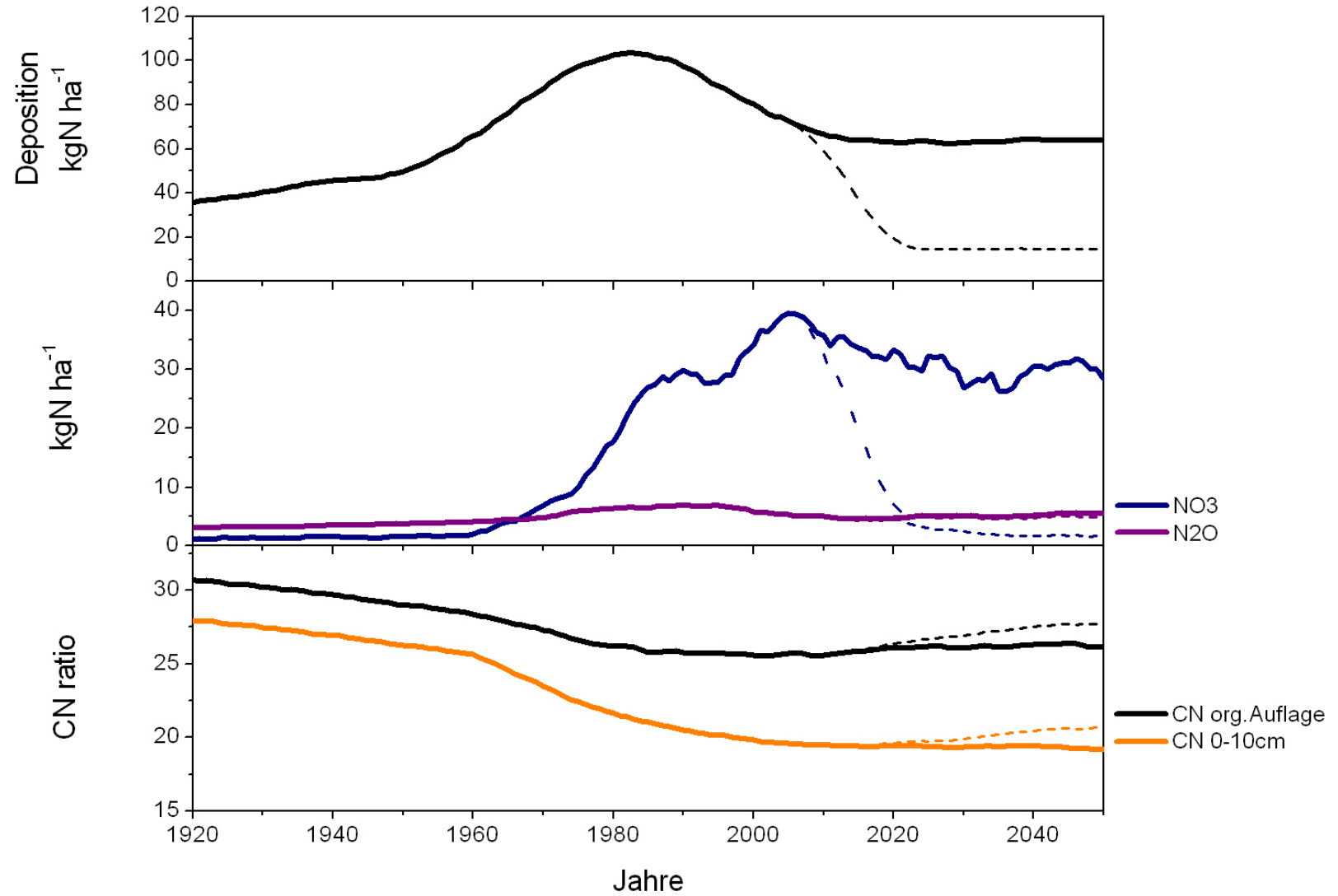






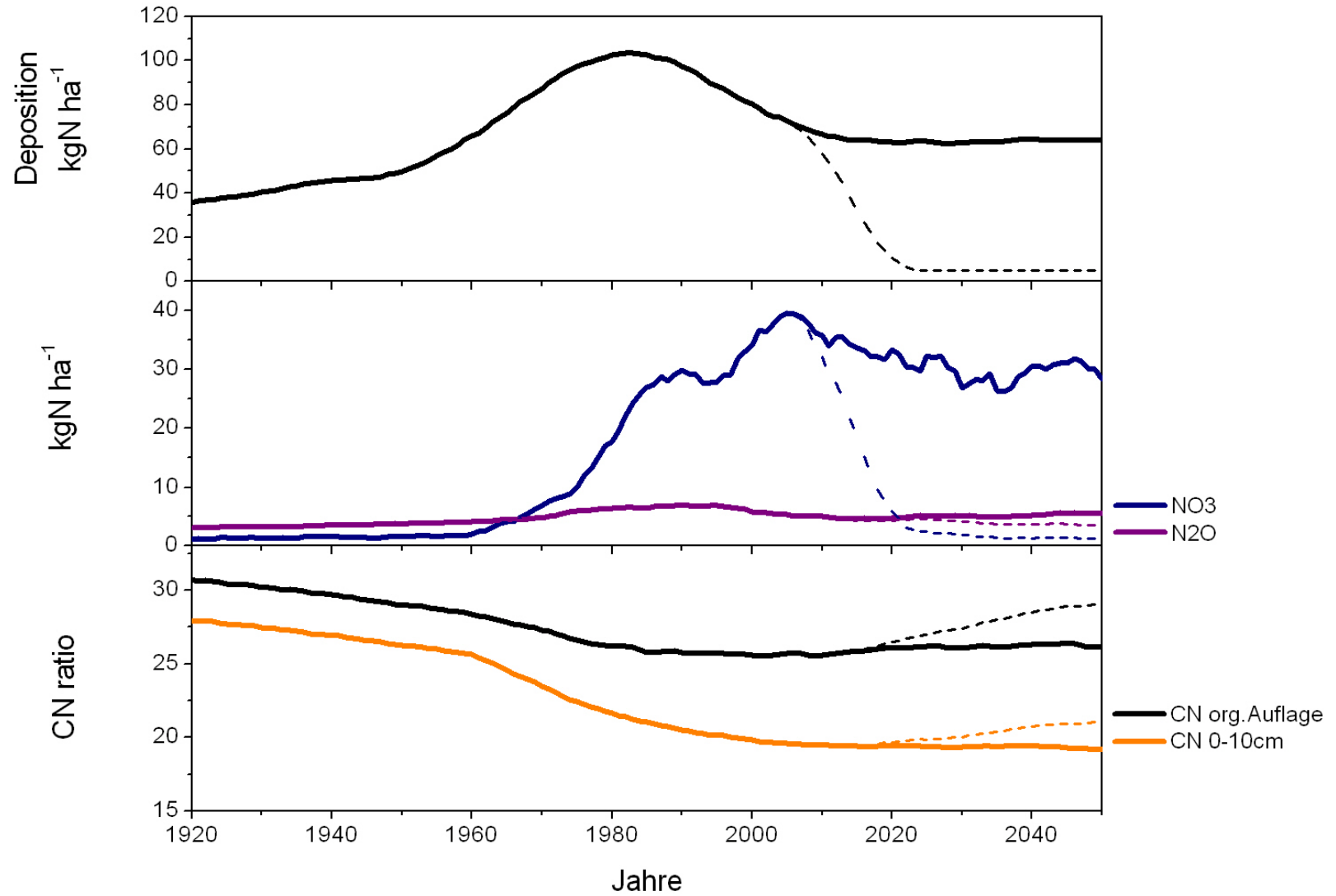
Sensitivitätsstudie: Eutrophierung 501 Kleve

15kgN/ha



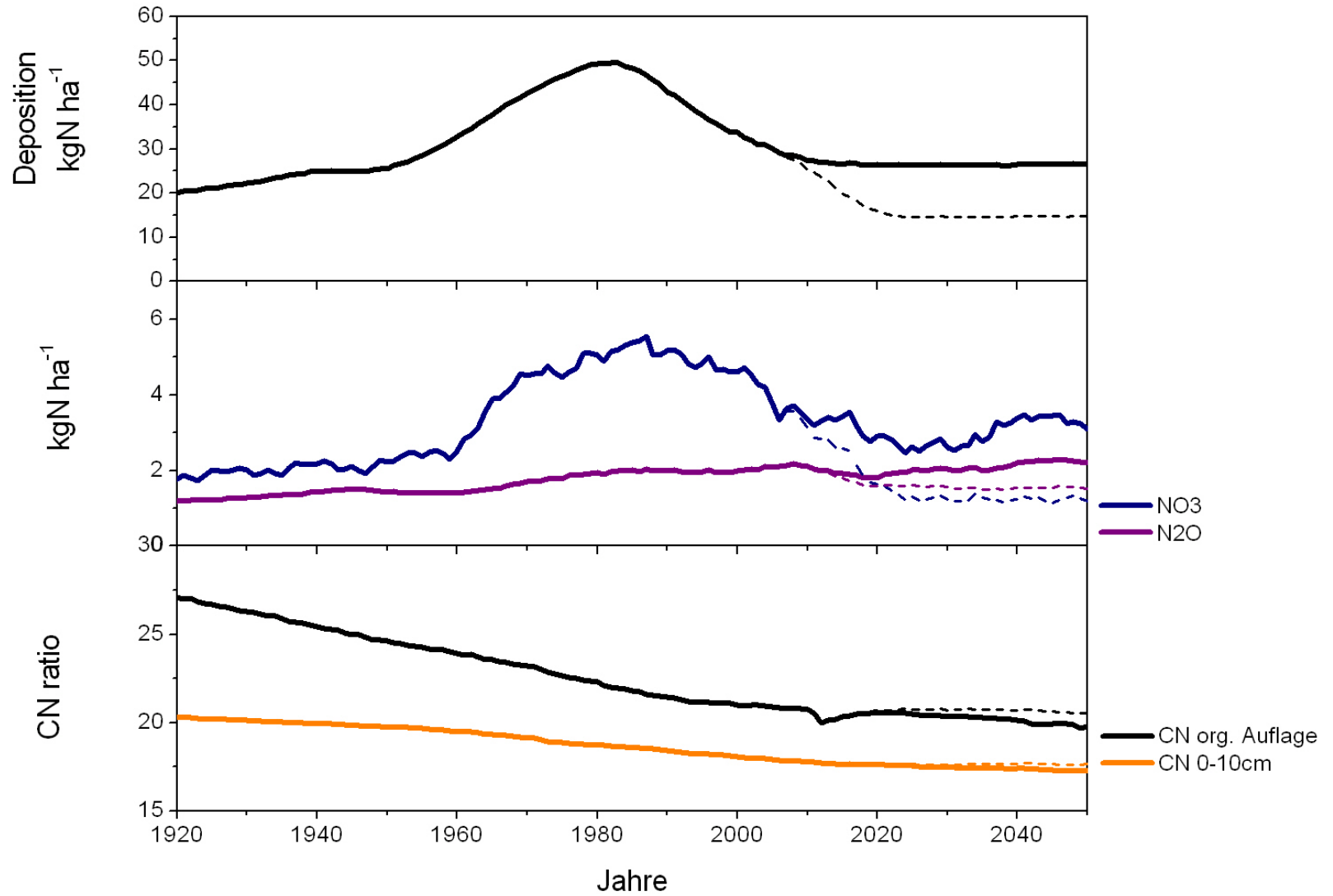
Sensitivitätsstudie: Eutrophierung 501 Kleve

5kgN/ha



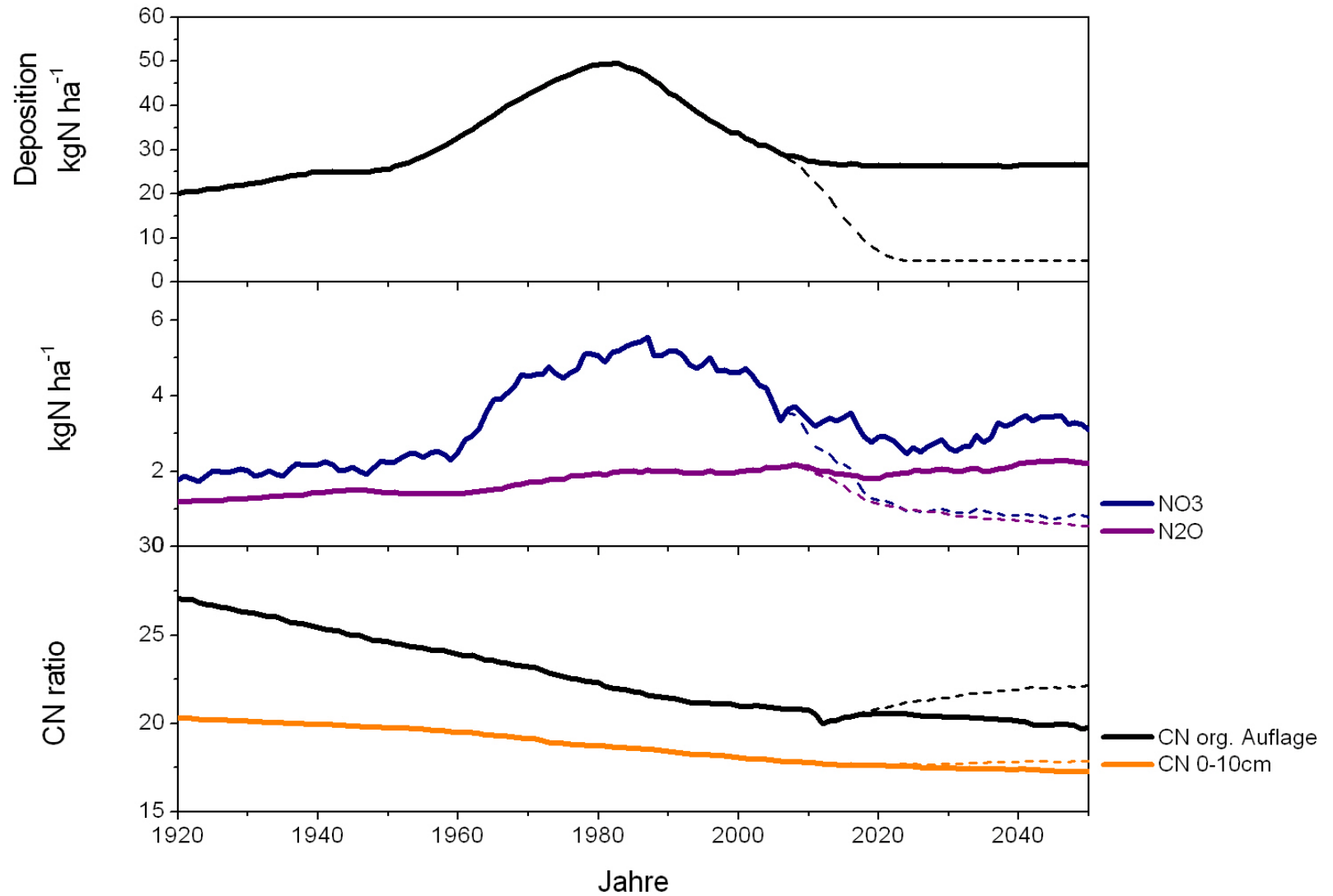
Sensitivitätsstudie Eutrophierung 602 Kalbach

15kgN/ha



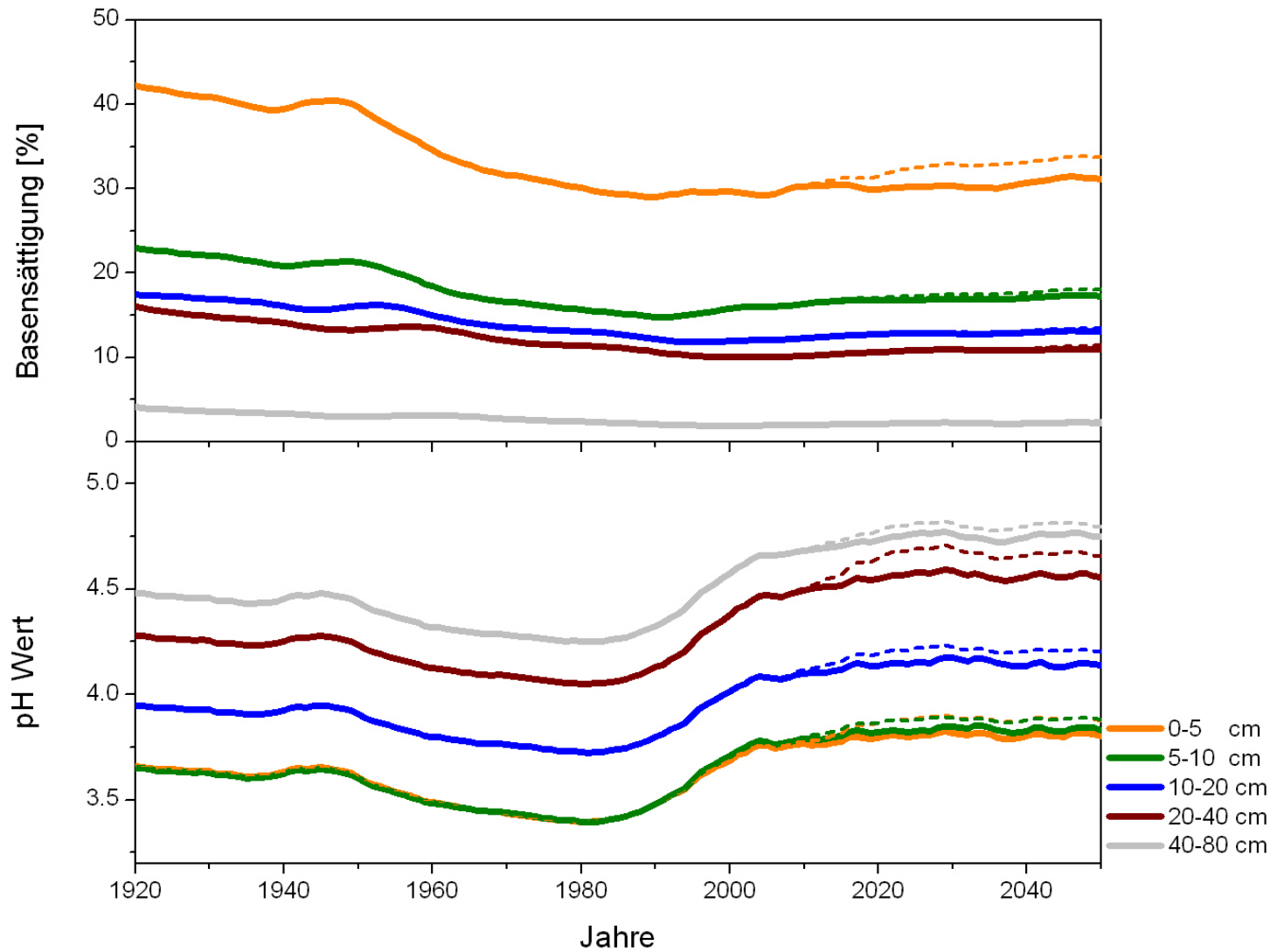
Sensitivitätsstudie Eutrophierung 602 Kalbach

5kgN/ha



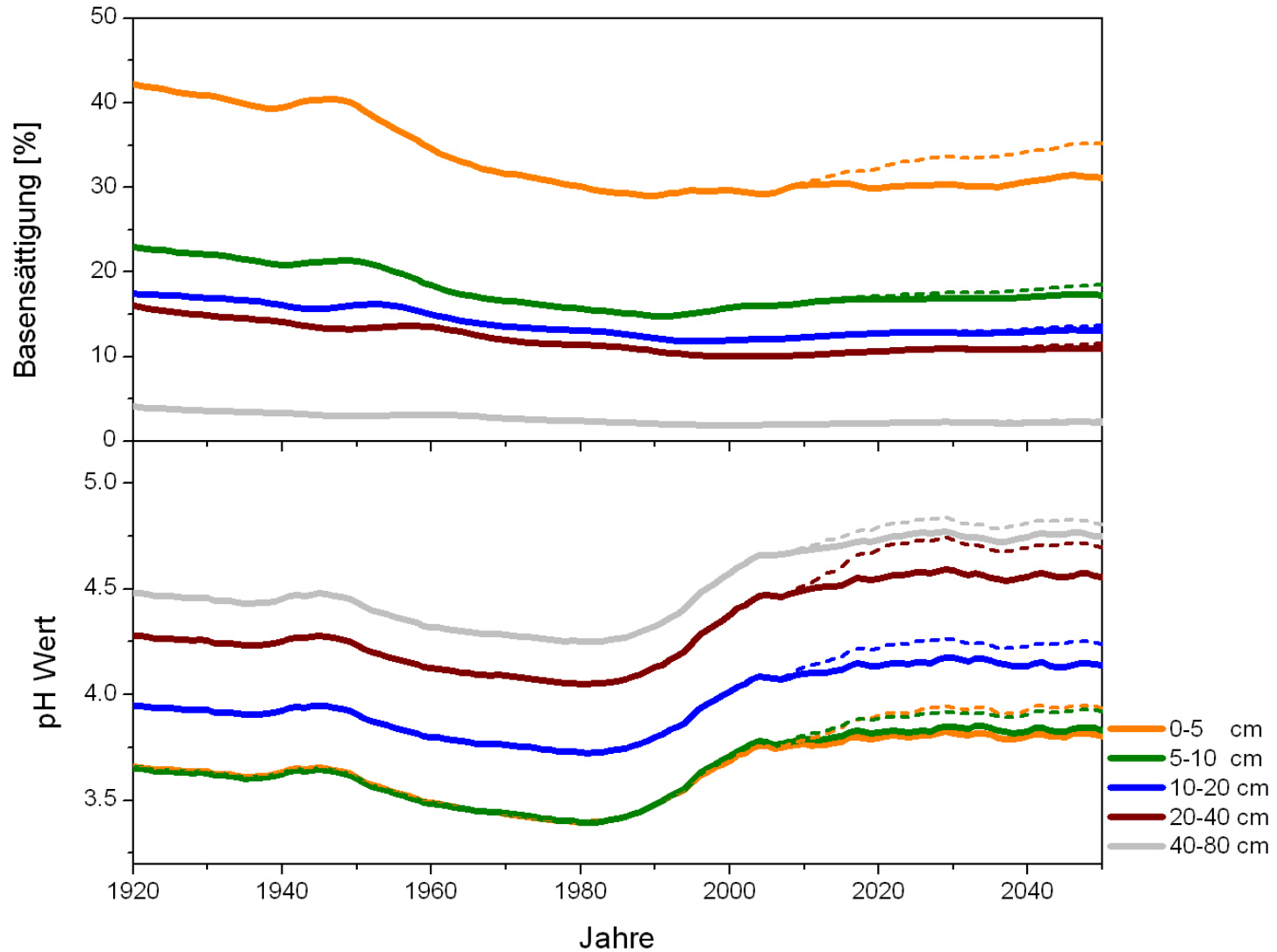
Sensitivitätsstudie: Versauerung 602 Kalbach

15kgN/ha

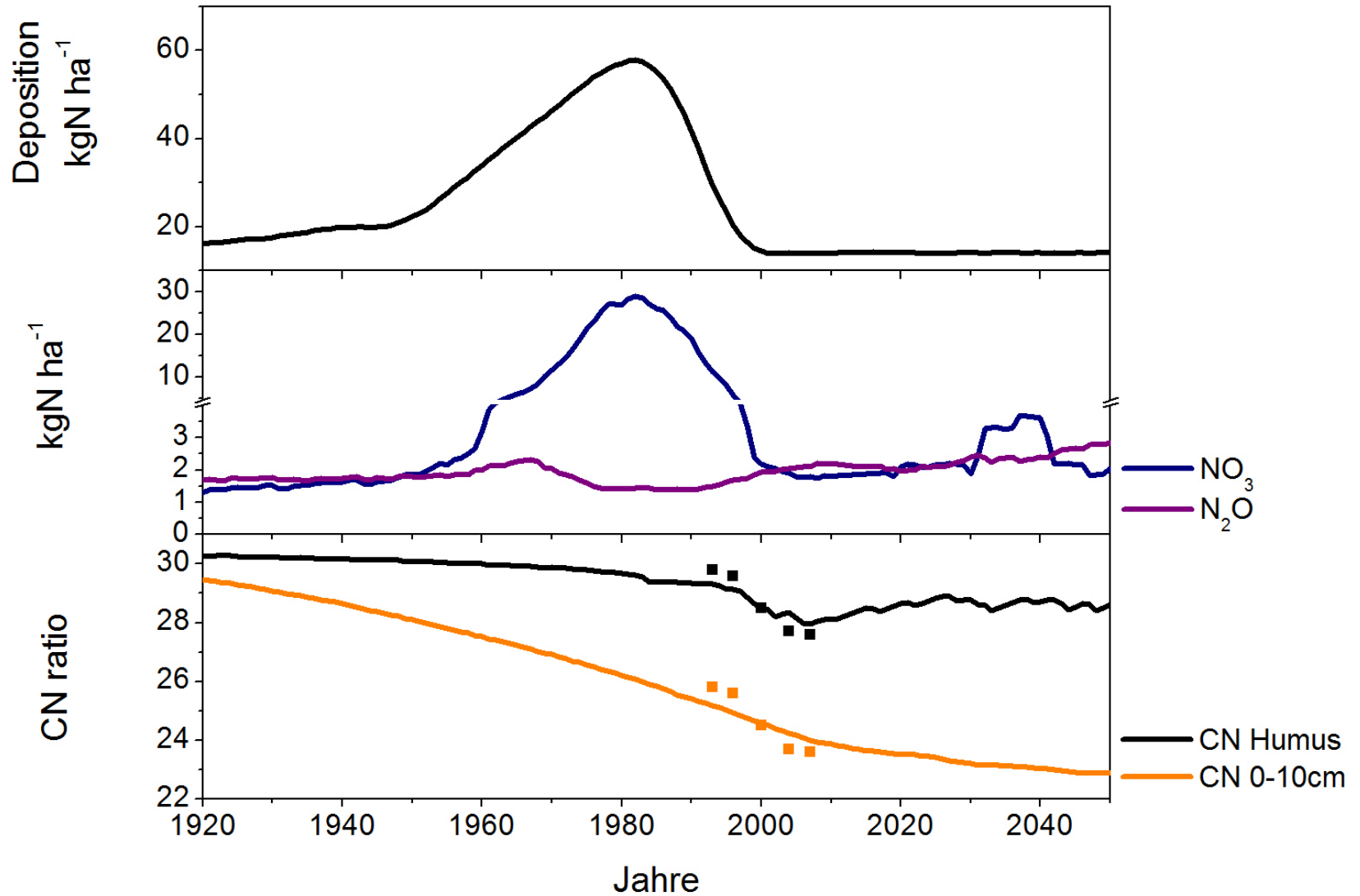


Sensitivitätsstudie: Versauerung 602 Kalbach

5kgN/ha



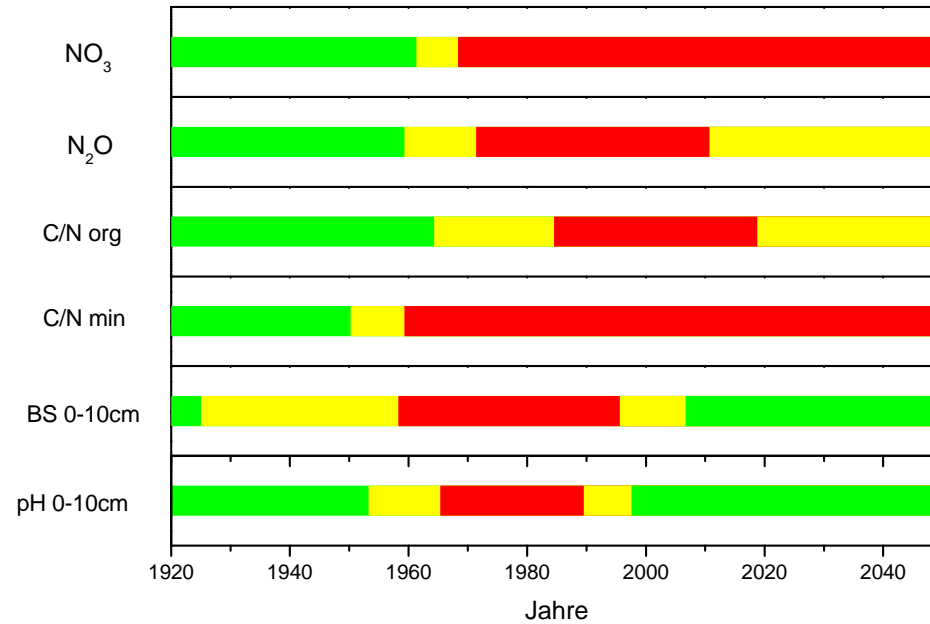
Kiefer
mfS
Sand-
Braunerde



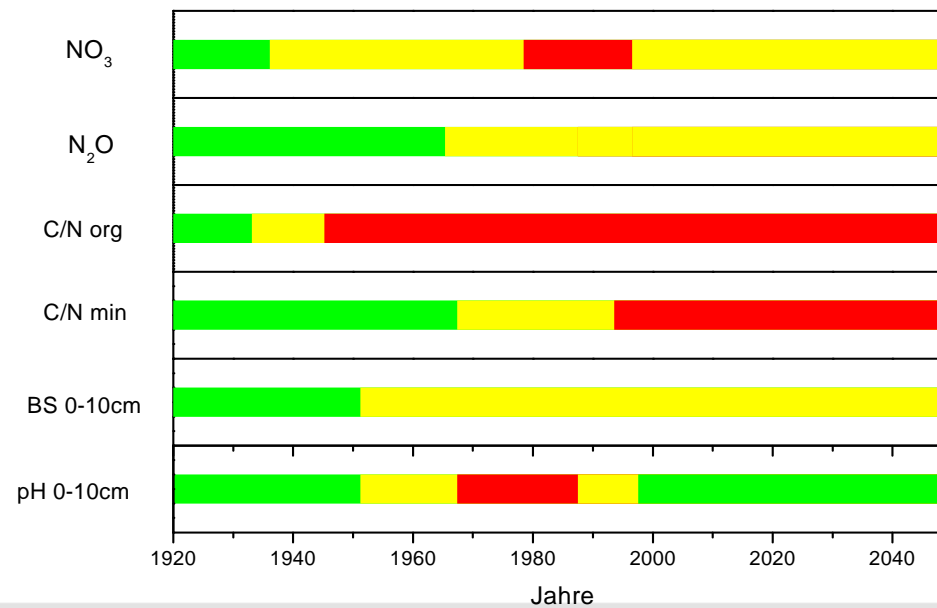


- **Kopplung Forest-DNDC mit SAFE innerhalb des MOBILE Frameworks ist realisiert**
- **Simulationen zeigen realistische Veränderungen des Boden Nährstoff- (C/N) und Versauerungsstatus (pH, BS) bzw. der N-Austräge (N_2O , NO_3)**
- **Auswirkung von Depositionsszenarien auf Boden-C/N und -pH, NO_3 -Austrag und N-Spurengasemission zeigen Standortunterschiede**
- **Höhere N-Austräge antikorrelieren mit einer Verengung des Boden-C/N → Inkompatibilität von Schutzgütern (Atmosphäre/ Hydrosphäre/ Biodiversität)**
- **Sandige Böden neigen zu erhöhten NO_3 Austrägen während tonig/schluffige Böden eher erhöhte N_2O Emissionen aufweisen**
- **Bei den N-Austrägen überwiegt der Export von NO_3 in die Hydrosphäre gegenüber den N_2O Emissionen in die Atmosphäre**

Überschreitung von Critical Limits an verschiedenen Standorten



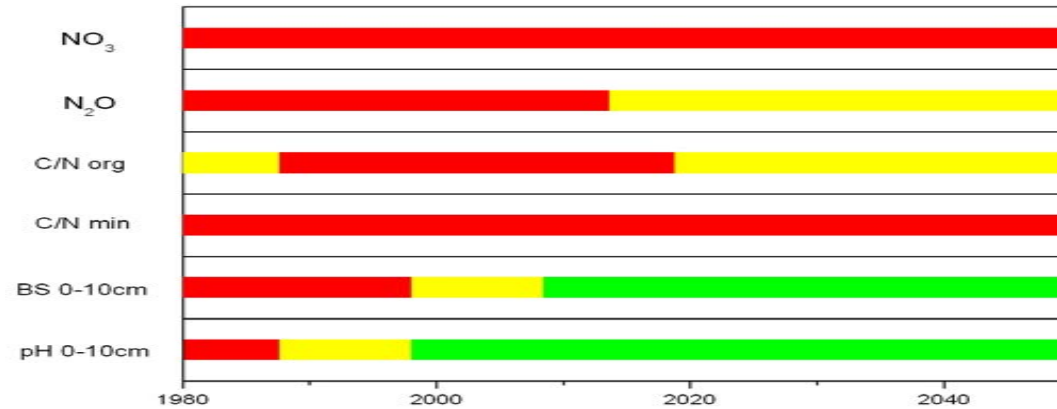
Kleve



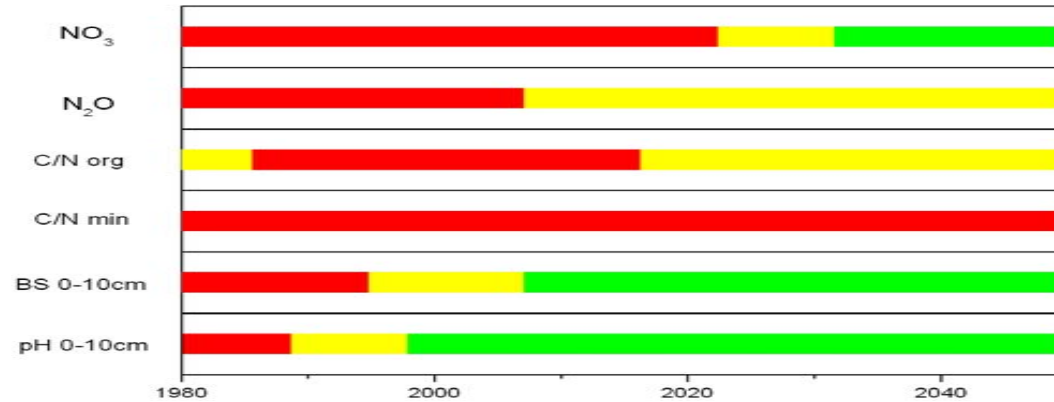
Kalbach

Ableitung Damage and Recovery Delay Zeiten

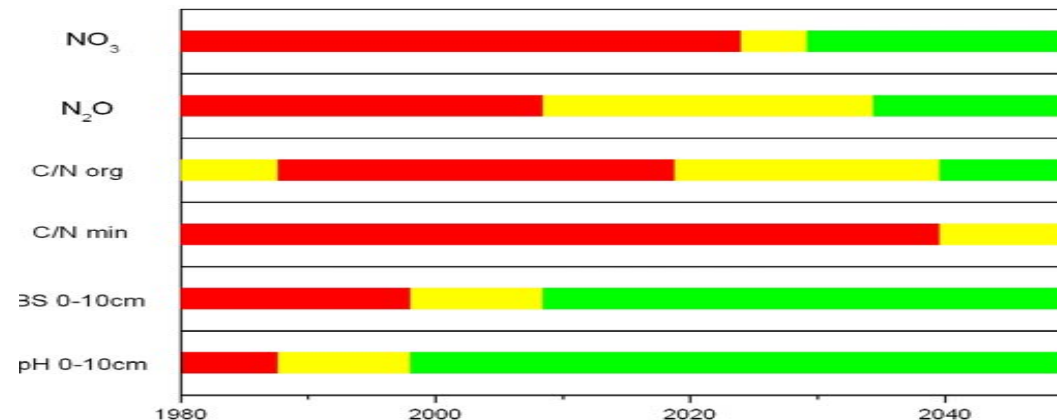
Ist N-Deposition



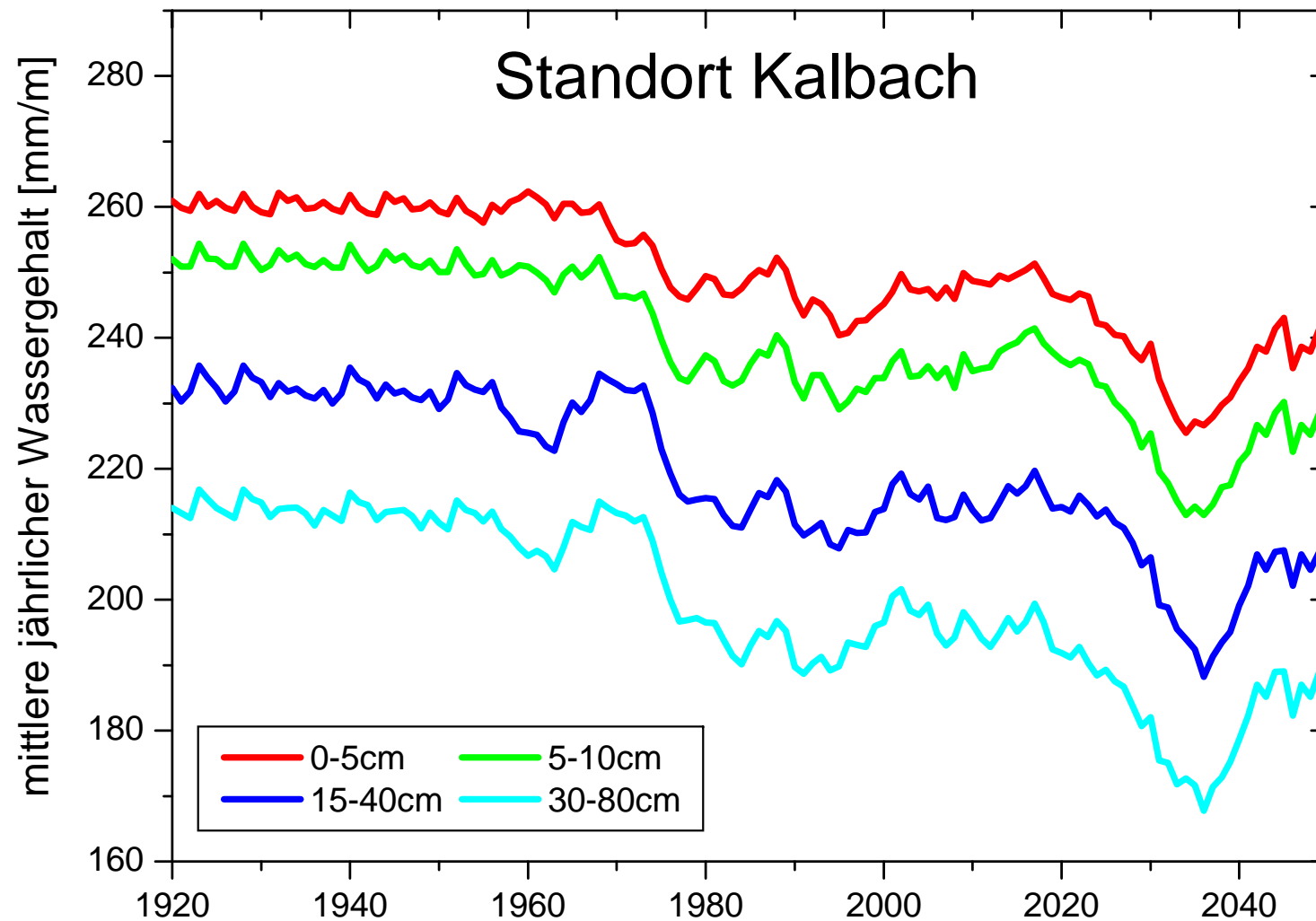
Reduktion auf 15 kgN/ha



Reduktion auf 5 kgN/ha



Auswirkung der Klimaänderung auf Wald-Ökosysteme



- **Rückgang der SO_4 -Deposition entschärft die Versauerungsproblematik; Standorte mit hohen N-Depositionen erholen sich langsamer**
 - **Rückgang der max. N-Deposition (80er Jahren) hat meist noch nicht zu einer Erholung der Waldökosysteme bezüglich des Nährstoffstatus (signifikanter Rückgang des C/N) und des Stoffaustrags (NO_3 und N_2O) geführt**
 - **Simulationen mit einem Rückgang der N-Deposition auf $15 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ zeigen eine mäßige Erholung der meisten Waldökosysteme**
 - **Simulationen mit einem Rückgang der N-Deposition auf $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ zeigen eine schnellere Erholung aller Waldstandorte**
- ?? Definition von Critical Limits für die Schutzgüter Atmosphäre (THG) und Hydrosphäre (Nitrat) und deren Gewichtung innerhalb des Critical Load Ansatzes**



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit