

Einsatz naturbelassener Bio- masseasche zur Kompensation des Nährstoffentzugs im Wald

Fachgespräch zur Verwertung naturbelassener
Biomasseaschen - 16.01.2019 | Jena

Klaus v. Wilpert¹, Christian Vonderach¹, Bernd Ahrends², Dietmar Zirlewagen⁴, Wendelin Weis³,
Gerald Kändler¹, Sabine Rumpf², Carina Sucker¹, Heike Puhlmann¹, Peter Hartmann¹

- 1: Forstliche Versuchs- und Forschungsanst. Baden-Württemberg (FVA)
- 2: Nord Westdeutsche Forstliche Versuchsanst. (NW-FVA)
- 3: Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (LWF)
- 4: INTERRA, Büro für Umweltmonitoring

Irregulärer Biomasseexport in der Praxis

Einleitung



Nährelementbilanzen

$$\text{Bilanz} = \underbrace{\text{VW} + \text{DP} - \text{SI}}_{\text{Boden}} \underbrace{- \text{NU} + \text{HR}}_{\text{Management}}$$

- Getrennte Herleitung **nutzungsfreier Bodenbilanz** und der **Gesamtbilanz** für Calcium, Magnesium und Kalium an allen Traktecken der Bundeswaldinventur (BWI).
- Identifikation von Standorten an denen schon die **nutzungsfreie Bodenbilanz oder minimale Nutzungsintensitäten** (z.B. nur Stammholznutzung) **negativ** sind.
- Schrittweise Reduktion der Nutzungsintensität bis Bilanz für die einzelnen bzw. alle Nährelemente ausgeglichen ist
- -> Herleitung Nutzungsverzicht bzw. Nutzungsintensivierung
- -> Herleitung Nährelement - Rückführungsbedarf

Methodisches Ablaufschema

Forstliches Umweltmonitoring

VW ab BZE
(N=1690)

Depo LevII
(N=115)

Wasserhaus-
halts Modell

Sickerwasserkonz. Cl,
NO₃, SO₄, HCO₃
Sickerwasserexporte

Nutzungsfreie Bodenbilanzen (nfB) für Ca,
Mg und K an 1690 BZE-Standorten

Übertragung von nfB, VW, Sickerwasserexp-
ort, Bodenvorräten auf 23.880 BWI Punkte
mittels multivariaten Schätzfunktionen

**Gesamtbilanzen für Ca, Mg und K nach Nutzungsszenarien
auf 23.880 BWI - Trackecken**

**Berechnung von
Nährelementdefiziten =
Rückführungsbedarf**

**Berechnung des Bedarfs zur
Anpassung der Nutzungs-
intensität (±)**

Bundeswaldinventur / wiss. Projekte

Masse Biomass-
sekompart. (BWI)

Ca-, Mg-, K- Kon-
zentrationen

Berechnung von Nährstoffmengen
nach Baumkompartimenten Derbholz,
Nichtderbholz, Rinde, Nadeln

Berechnung von Nährstoffexporten
nach Nutzungsszenarien
(Sortiment-bezogene Mischung von
Biomassekompartimenten)

Übertragung von Bodeneigenschaften von BZE auf BWI durch multiple lineare Regression (Regionalisierung), Überblick über verwendete Prädiktoren

$$Y = ax_1 + bx_2 + cx_3 \dots + \varepsilon$$

- Höhe ü. NN [m]
- Hangindex (relative Hangposition)
- Variablen zur Hangneigung
- Variablen zur Hanglänge
- Exposition / Hangrichtung
- Bodenbildendes Substrat / Geologie
- Bestandestyp (Laub- Nadelholz, Alter)
- Kalkung (nur teilweise verfügbar)
- regionale Verteilung von Depositionsintensitäten

© D. Zirlewagen 2003: Regionalisierung bodenchemischer Eigenschaften in topographisch stark gegliederten Waldlandschaften

Kalkulation der Modellfehler mittels MonteCarlo Simulation

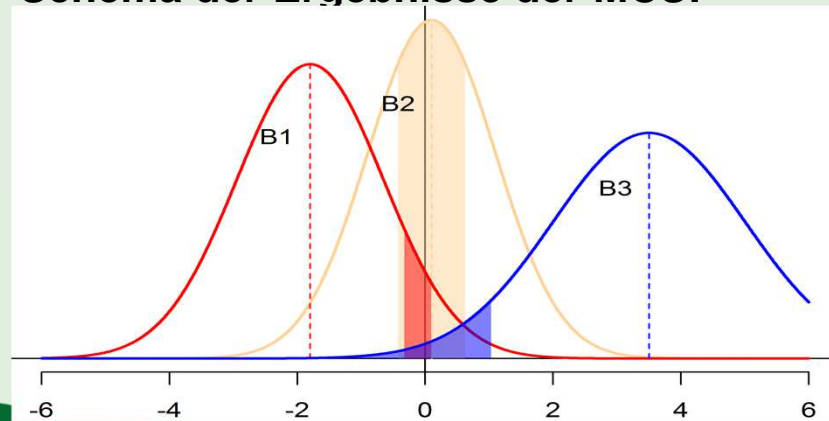
1) Bestimmung der Fehlerverteilungen, alle Parameter und Modellschritte basierend auf CV_{RSME}

Beispiel zur Größenordnung der Regionalisierungsfehler:

Region	Export with Seepage			Weathering			Soil Stock		
	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K
Prealpine/Alps	87,9	125,7	80,5	321,8	89,2	55,8	72,7	80,1	51,9
Limestone Hills	57,3	106,9	76,8	109,8	153,8	50,8	57,7	127,3	48,6
Crystalline Hills	77,5	83,3	79,1	90,7	87,2	55,8	139,9	126,8	55,1
Sand/Clay Hills	103,8	105,8	69,7	321,8	132,8	54,5	110	107,1	60,2
Old Morr. N-Ger.	80,8	95,8	107,6	107,5	73,4	78,6	117,9	127,6	56,6
Young Morr. N.	102,9	96,8	105,1	321,8	75,9	65	71,6	103,2	51,7
Loess Valleys	80,6	76,1	81,3	47,8	47,9	51,1	89,1	86,5	50,1
Hills on Schist	119,2	125,7	95	321,8	261	65	112,2	65	136,8
Germany	87,9	125,7	80,5	321,8	89,2	55,8	72,7	80,1	51,9

2) Aus 10.000 Modellläufen Berechnung des mittleren Zufallsfehlers für **Deposition, Verwitterung, Sickerung, Nährstoffexport mit der Ernte und Bodenvorräte. Mess-, Modell- und Regionalisierungsfehler** wurden dabei berücksichtigt.

Schema der Ergebnisse der MCS:



B1 = signifikant negativ
 B2 = nicht signifikant unterschieden von 0
 B3 = signifikant positiv

© Ahrends et al. 2016

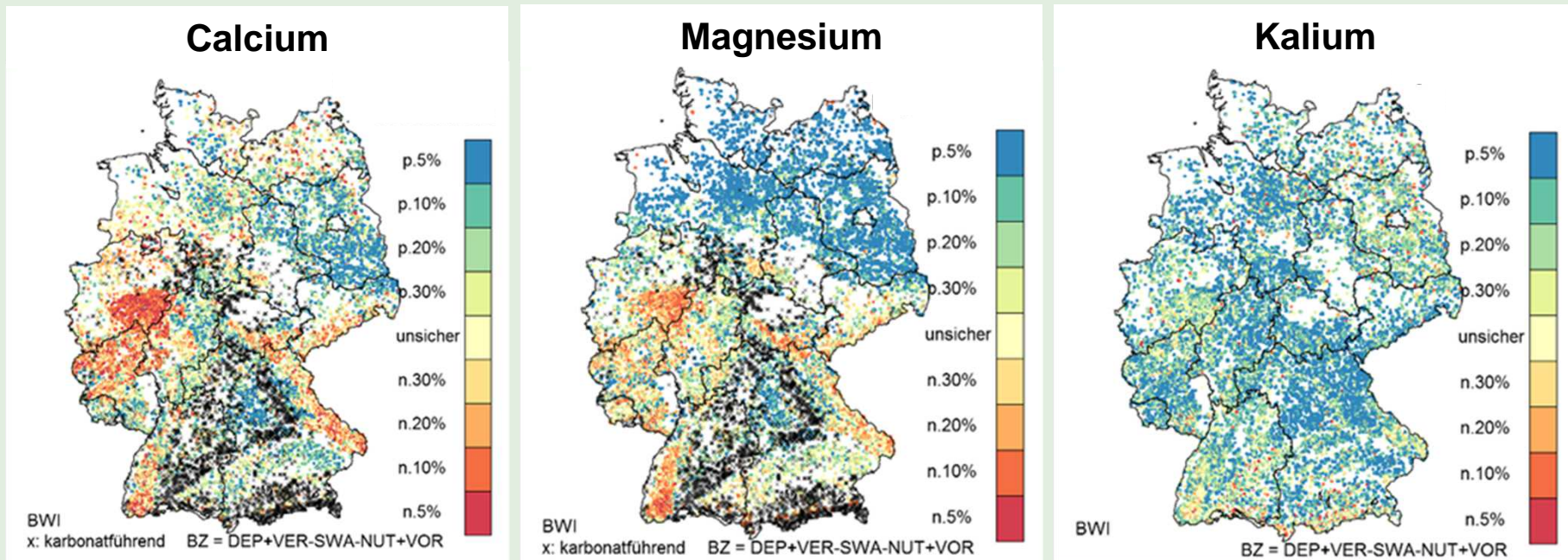
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Signifikanzniveaus der gesamt-Nährstoffbilanzen inkl. Ernte

(Ca- und Mg-Bilanzen auf Kalkstandorten wurden als positiv angenommen)



Für Ca und Mg sind markante Areale mit signifikant negativen Bilanzen erkennbar (hohe Deposition, kristallines Grundgestein). Ein Großteil der Ca- und Mg-Bilanzen ist auch ohne Ernteexport schon negativ.

Im NO-deutschen Tiefland sind Mg-Bilanzen signifikant positiv

Kalium-Bilanzen sind meist ausgeglichen oder positiv

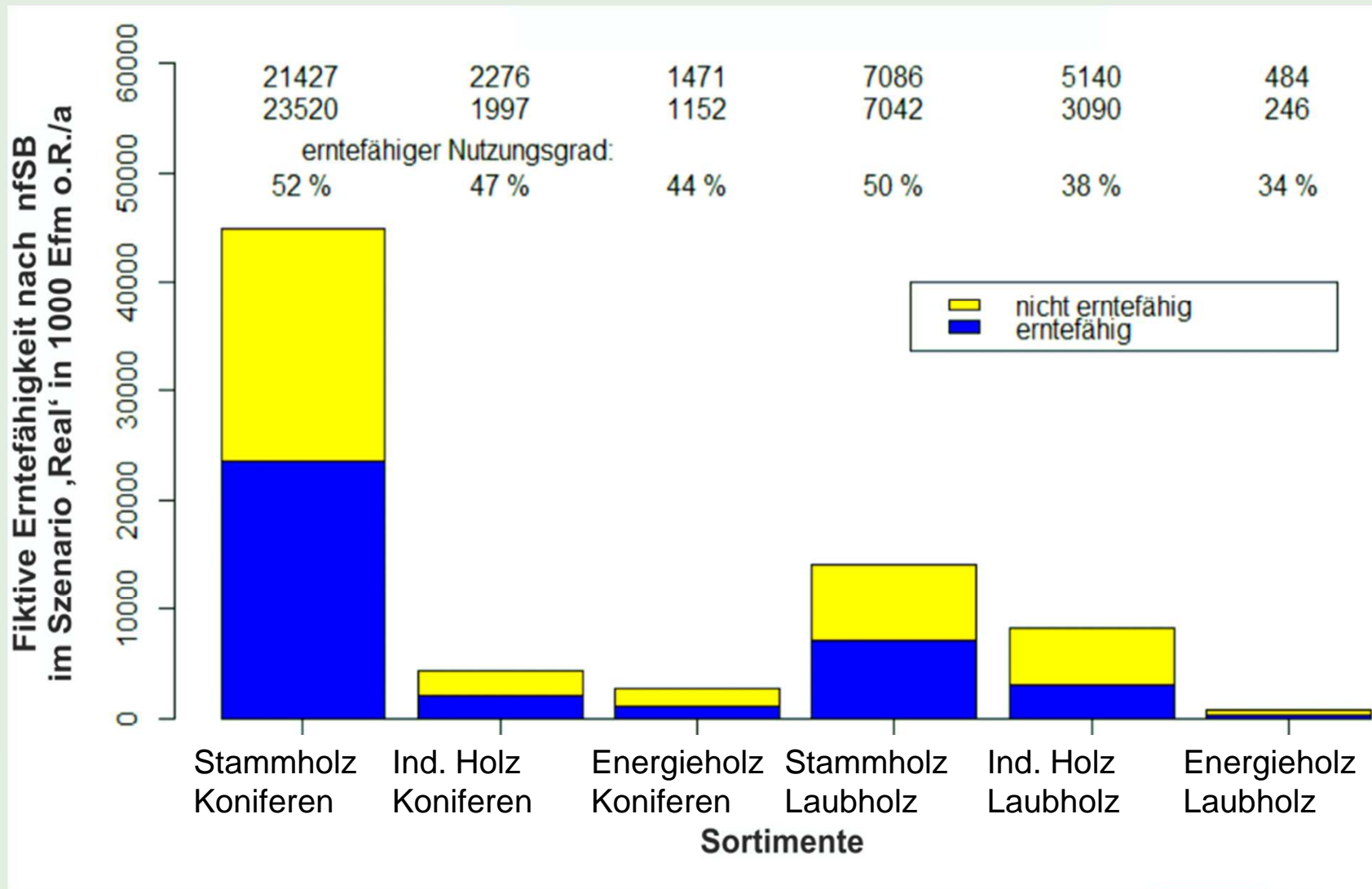
Gefördert durch:



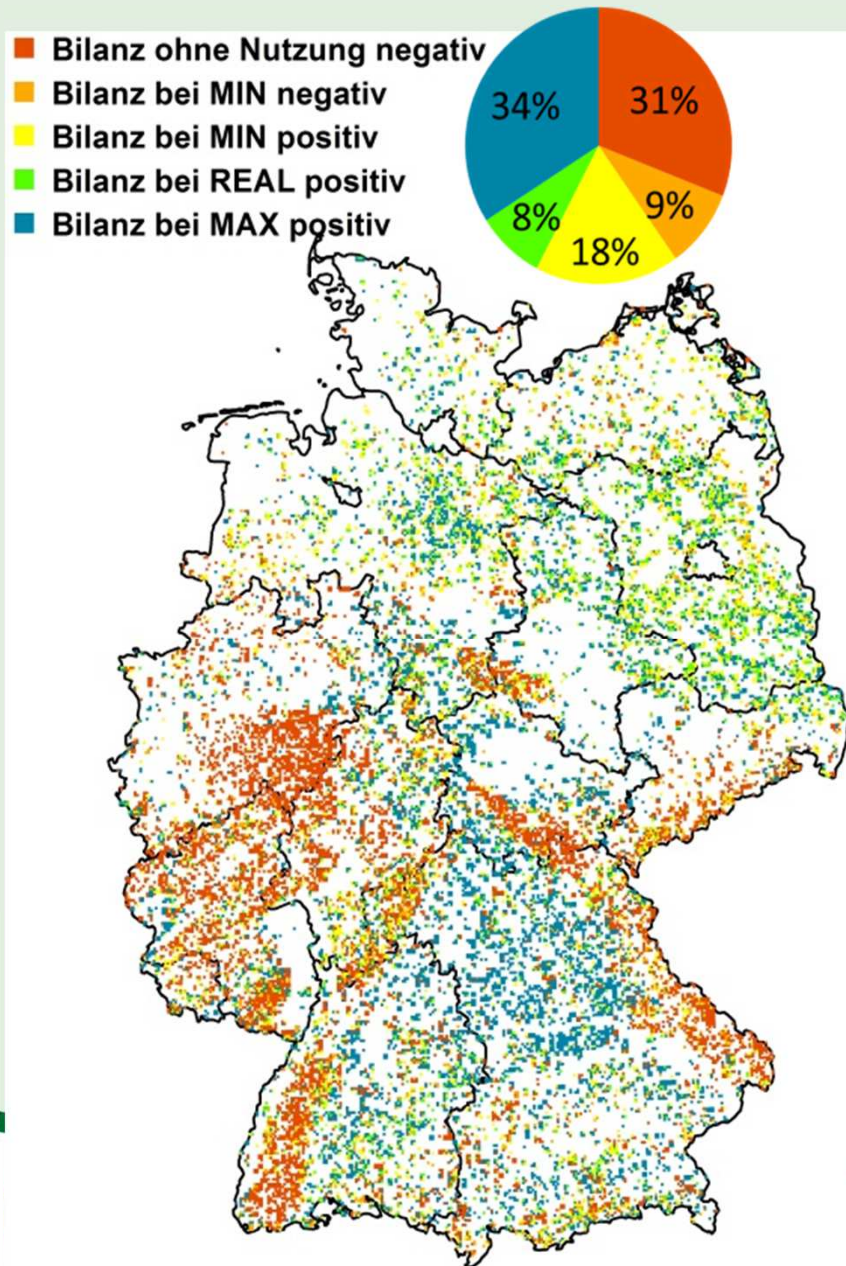
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Handlungs-Option: Anpassung der Enteintensität

Kritische Ernte-Sortiment-Massen für Deutschland (Szenario REAL)



Ernteszenarien, die durch positive Ca/Mg/K Bilanzen möglich sind (Toleranz für Bilanzdefizite: Bodenvorrat/1000)



Szenario-Definitionen:

MIN = Nur Ernte von Stamm- und Industieholz ohne Rinde

REAL = Ernte wie üblich (Stamm-, Industrie- und Energieholz mit Rinde), voll mechanisiert

Max = Vollbaum-Ernte, voll mechanisiert

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Alternative Option: Aktives Nährstoffmanagement

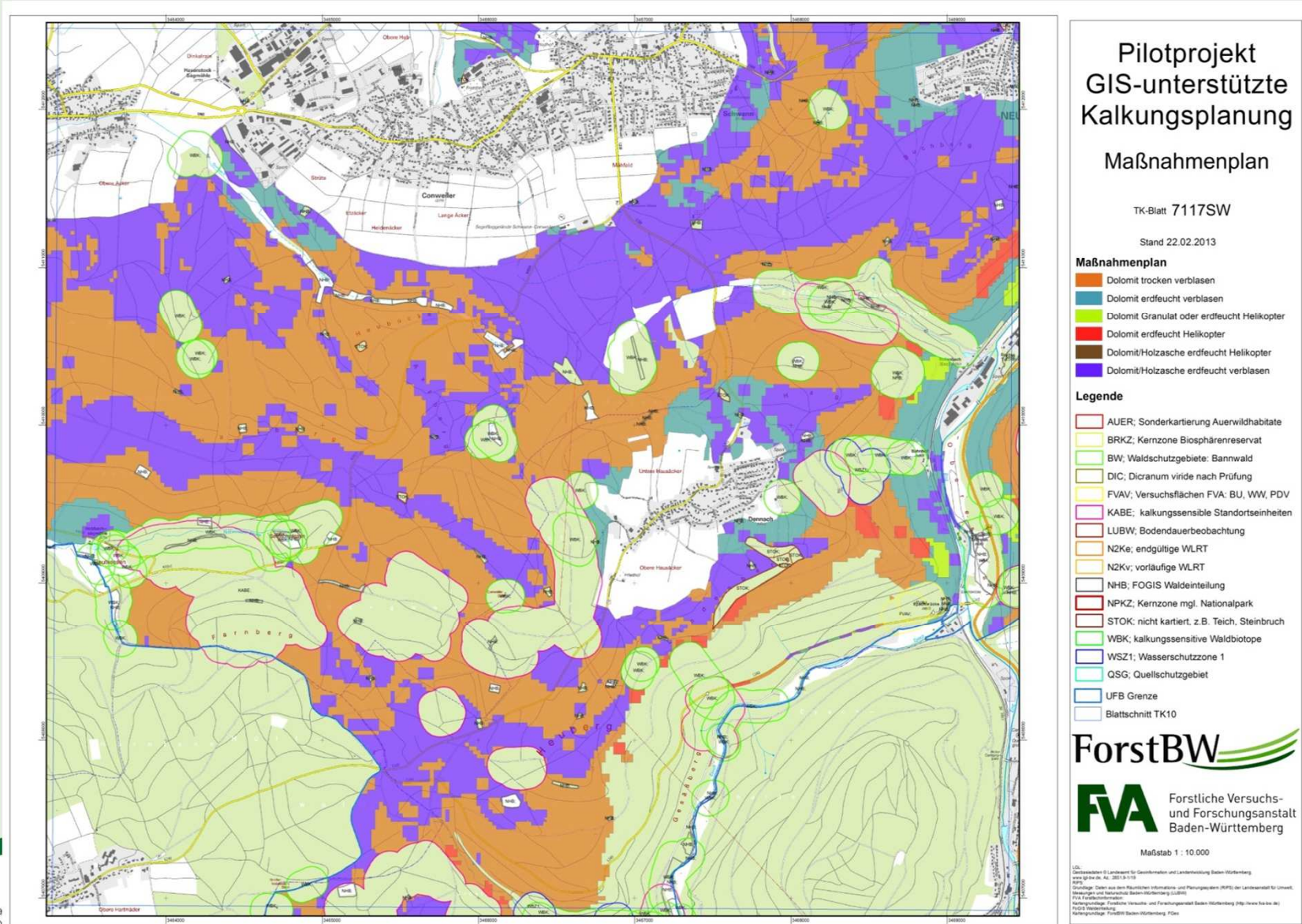
Bedarf für Re-cycling Ca, Mg und K [ha, ha/a, %]

- **Vorsorgestrategie** (Alle Bilanzdefizite verursachen Re-cycling Bedarf): **4,3 Mio ha** Kalkung, **1,32 Mio ha** Kalkung+K*, **0,66 Mio ha** K* Applikation.
- Kostenschätzung/Jahr in Dtschl. für **Vorsorgestrategie**: ca. **79 Mio €/a.**

- **Konservative Strategie** (nur signifikant negative Bilanzen werden behandelt): **1,63 Mio ha** Kalkung, **0,18 Mio ha** Kalkung+K*, **0,21 Mio ha** K* Applikation.
- Kostenschätzung/Jahr in Dtschl. für **Konserv. Strat.:** ca. **47 Mio €/a.**

* K-Applikation kann mit zertifizierter Holzasche erfolgen

Detaillierte Planung, konsequente Aussparung von sensiblen Naturschutzflächen



Technische Eigenschaften

- Brennraumaschen enthalten Schlacken
- Holzaschen bilden sekundäre Verbackungen
- Holzaschen sind hygroskopisch, Wassergehalt kann schwer kontrolliert werden



Physikalische Aufbereitung der Holzasche

Homogenisierung der Korngrößenzusammensetzung der Holzaschen durch Mahlen und Sieben



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Konfektionierung des Dolomit – Holzasche Gemischs



Anteile von 70% Dolomit und 30%
Holzasche, Wassergehalt 10% (+- 2%)

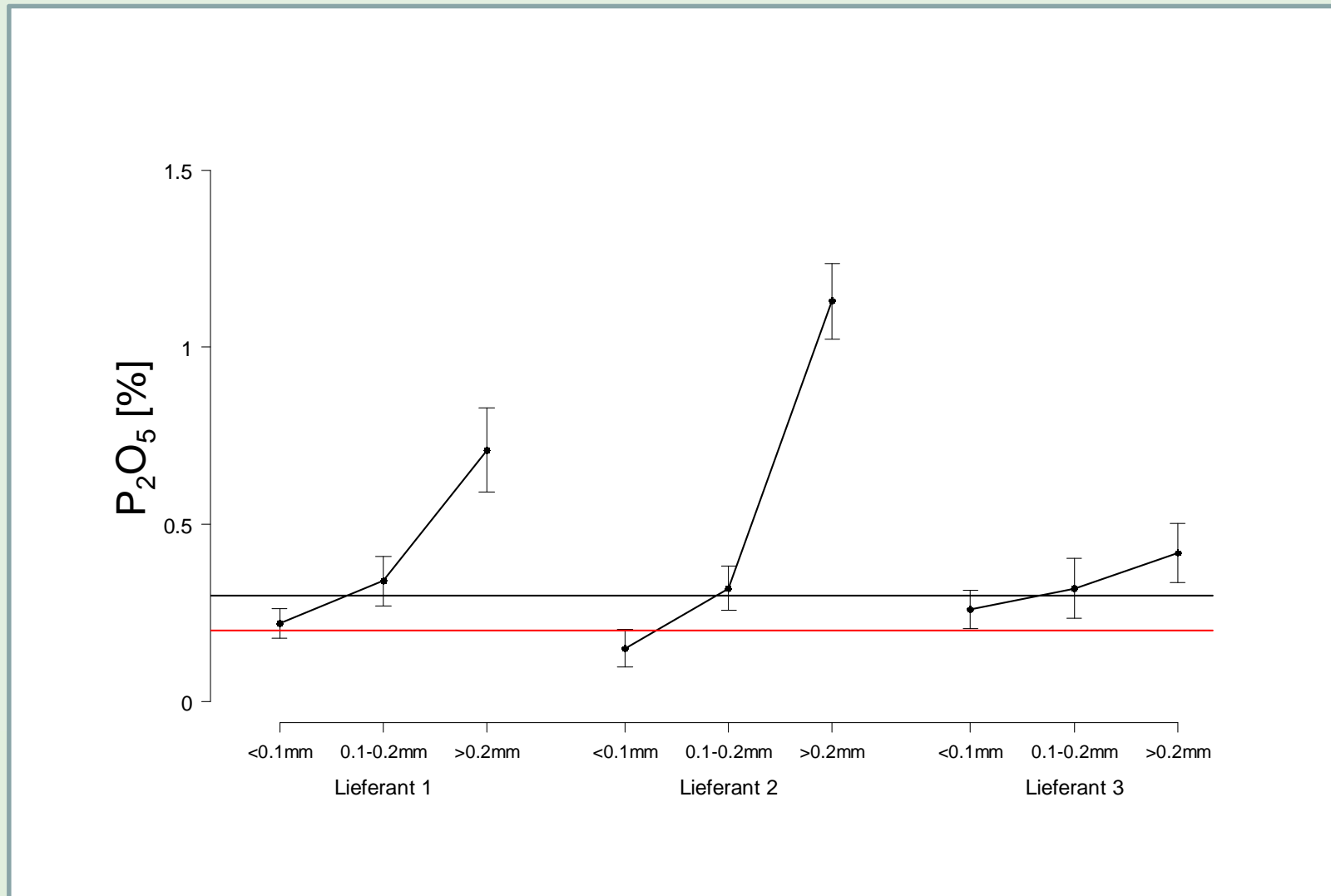


Geördert durch:

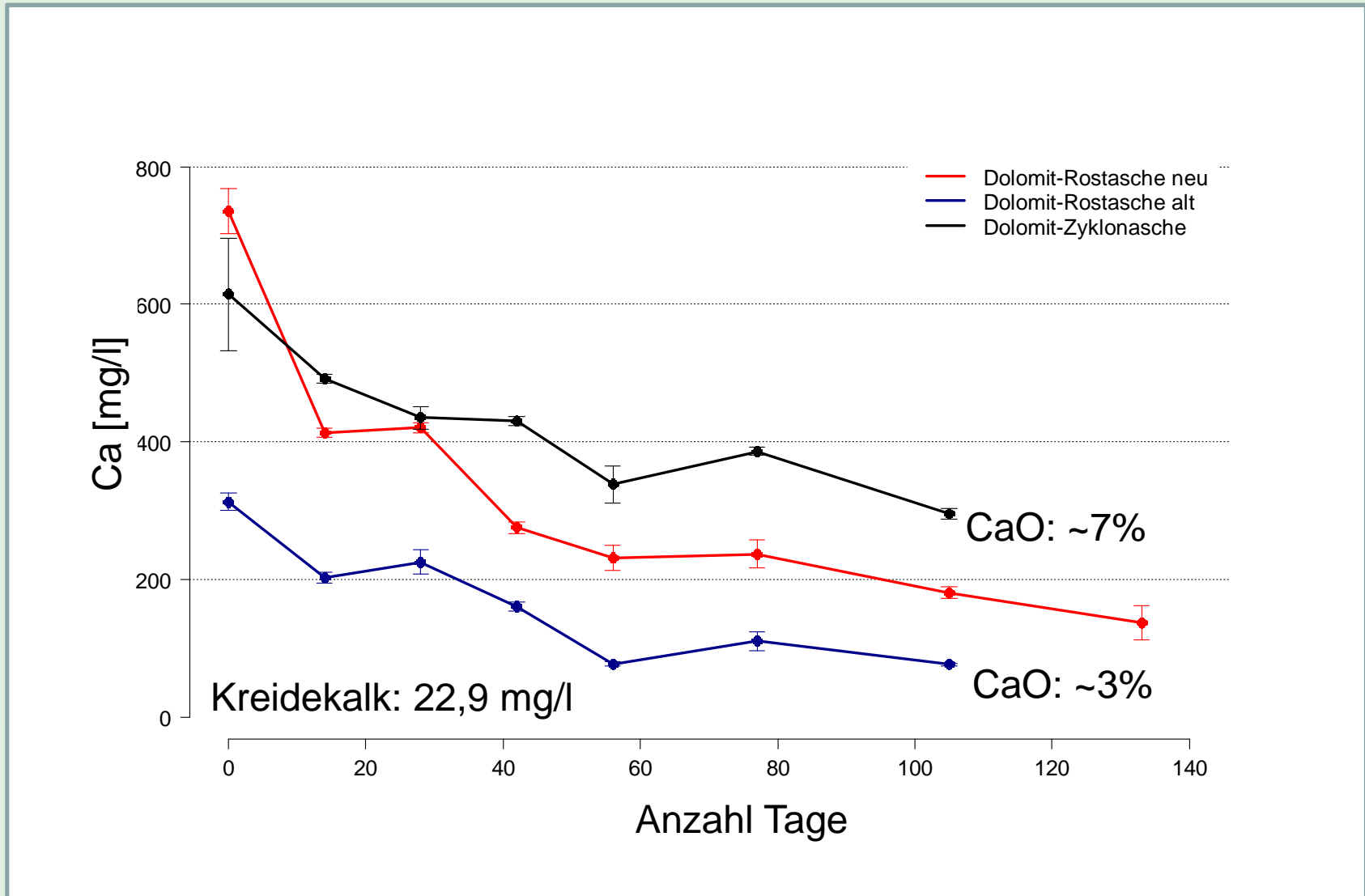
Regeln eines verantwortlichen Konzepts für Holzasche - Recycling

- Asche nur von unbehandeltem Waldholz
- Keine Filterstäube aus „letzter filternden Einheit“
- Asche Ausbringung nur in Mischung mit Dolomit
- Ascheanteil von Dolomit/Asche Mischung <30%
- Einhaltung der **Schwermetall-Grenzwerte** der DÜMV (As=40, Pb=150, Cd=1.5, Ni=80, Cr_{VI} =2 Hg=1.0, Tl=1.0 mg/kg TS
- **Nährelementgehalte:** MgO= 12%, K₂O = 1,5%, P₂O₅ = 0,5%, total carbonat 75%
- Wassergehalt ca. 10%

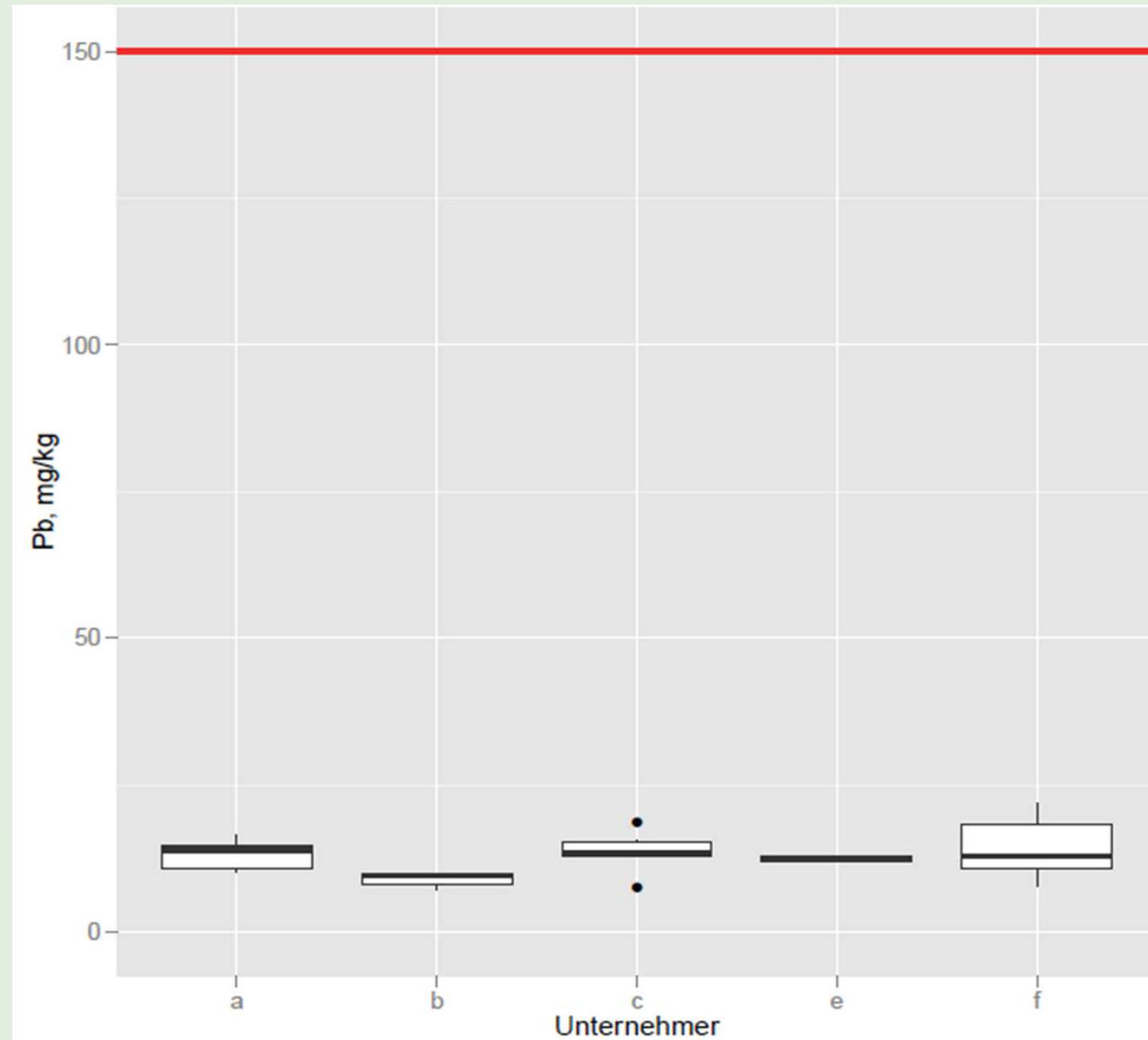
P₂O₅ Gehalte und Korngröße



Alterung von Dolomit-Holzaschemischungen: freies CaO



Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Schadstoffe, Blei (entspr. DüMV)

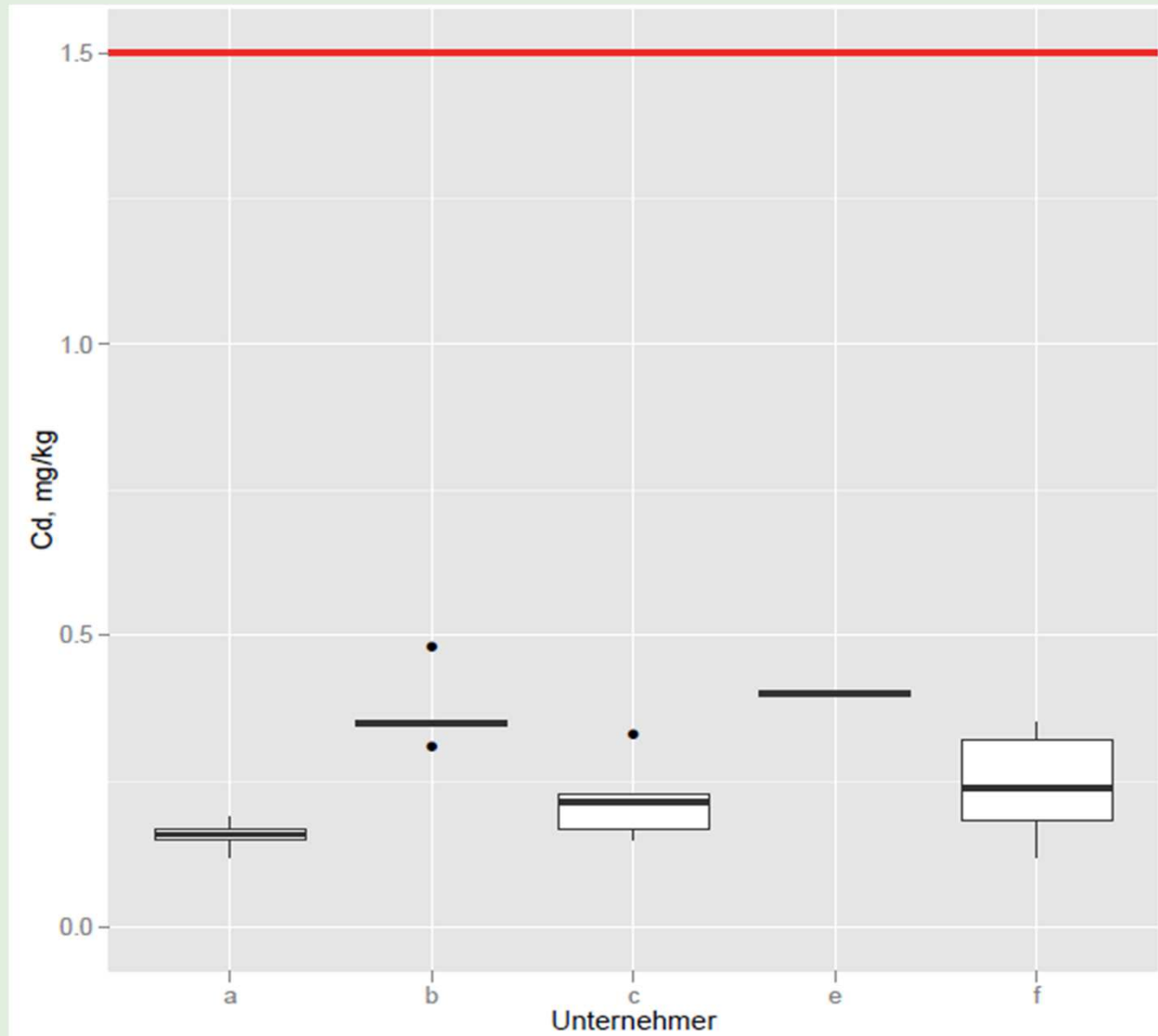


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Schadstoffe, Cadmium (entspr. DüMV)

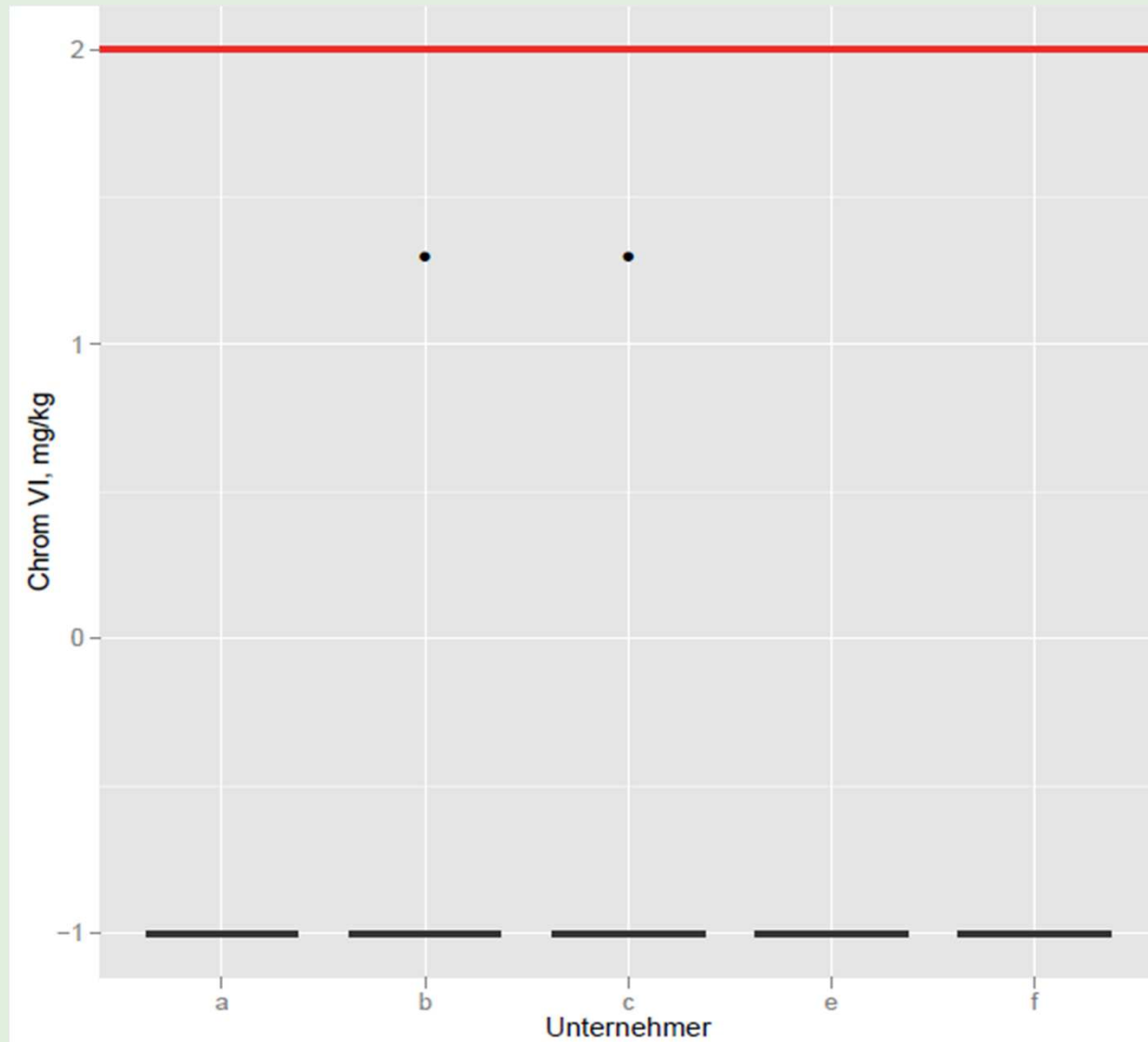


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Schadstoffe, Chromat (entspr. DüMV)

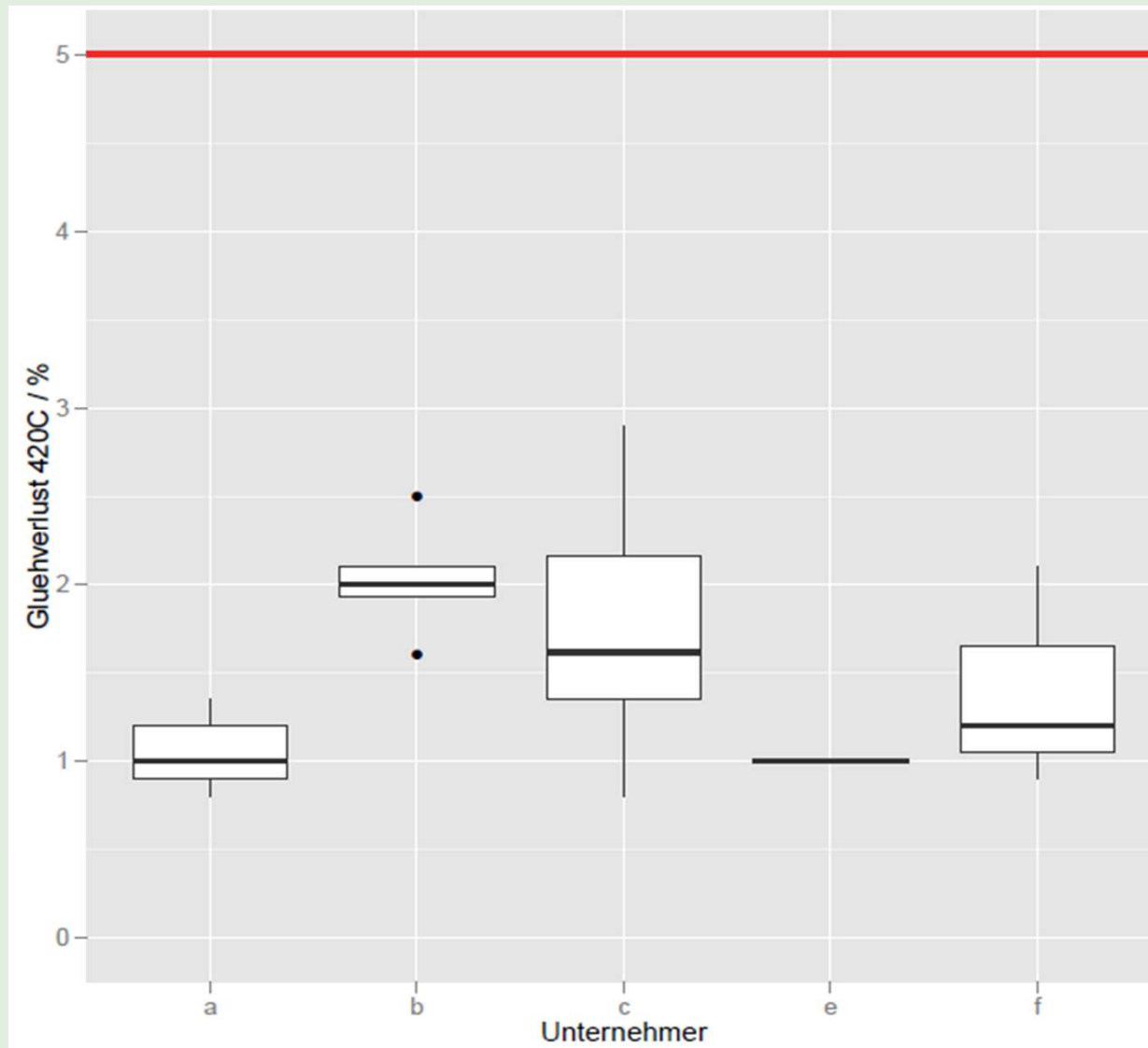


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Glühverlust, Index für organische Schadstoffe



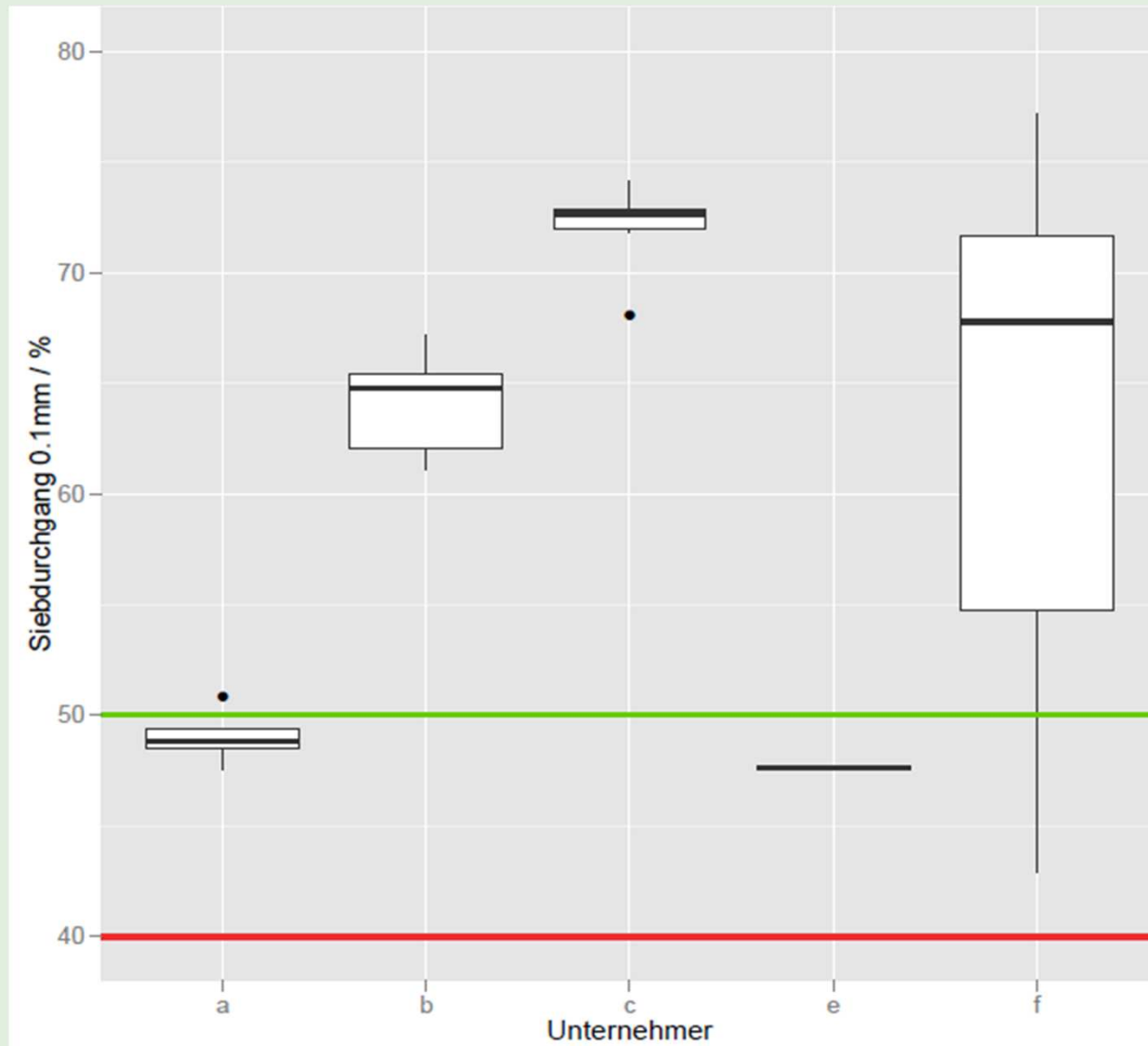
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Wertbestimmende Bestandteile, Feinkornanteil <0,1mm

Qualitätssicherung

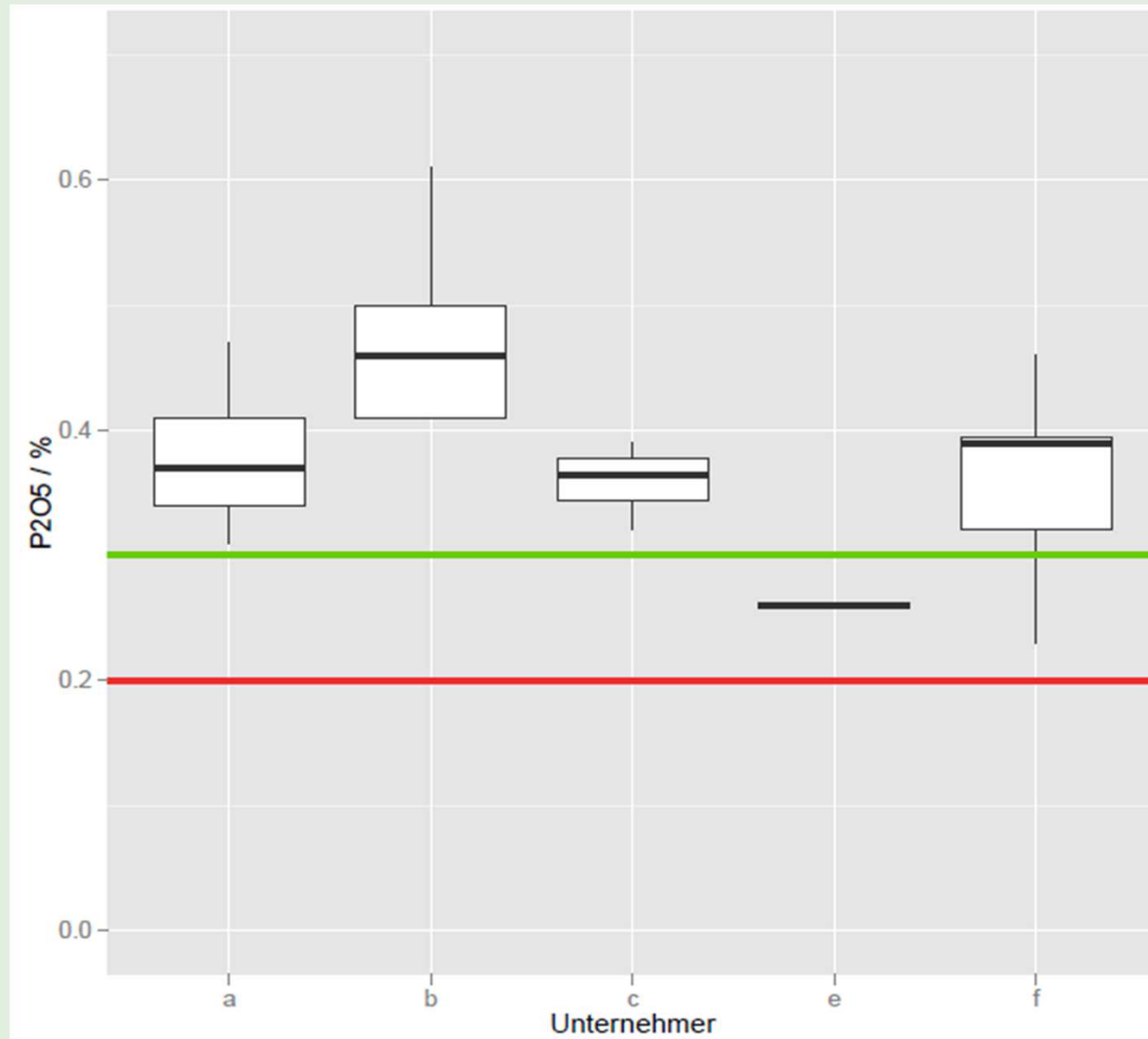


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Wertbestimmende Bestandteile, Phosphor

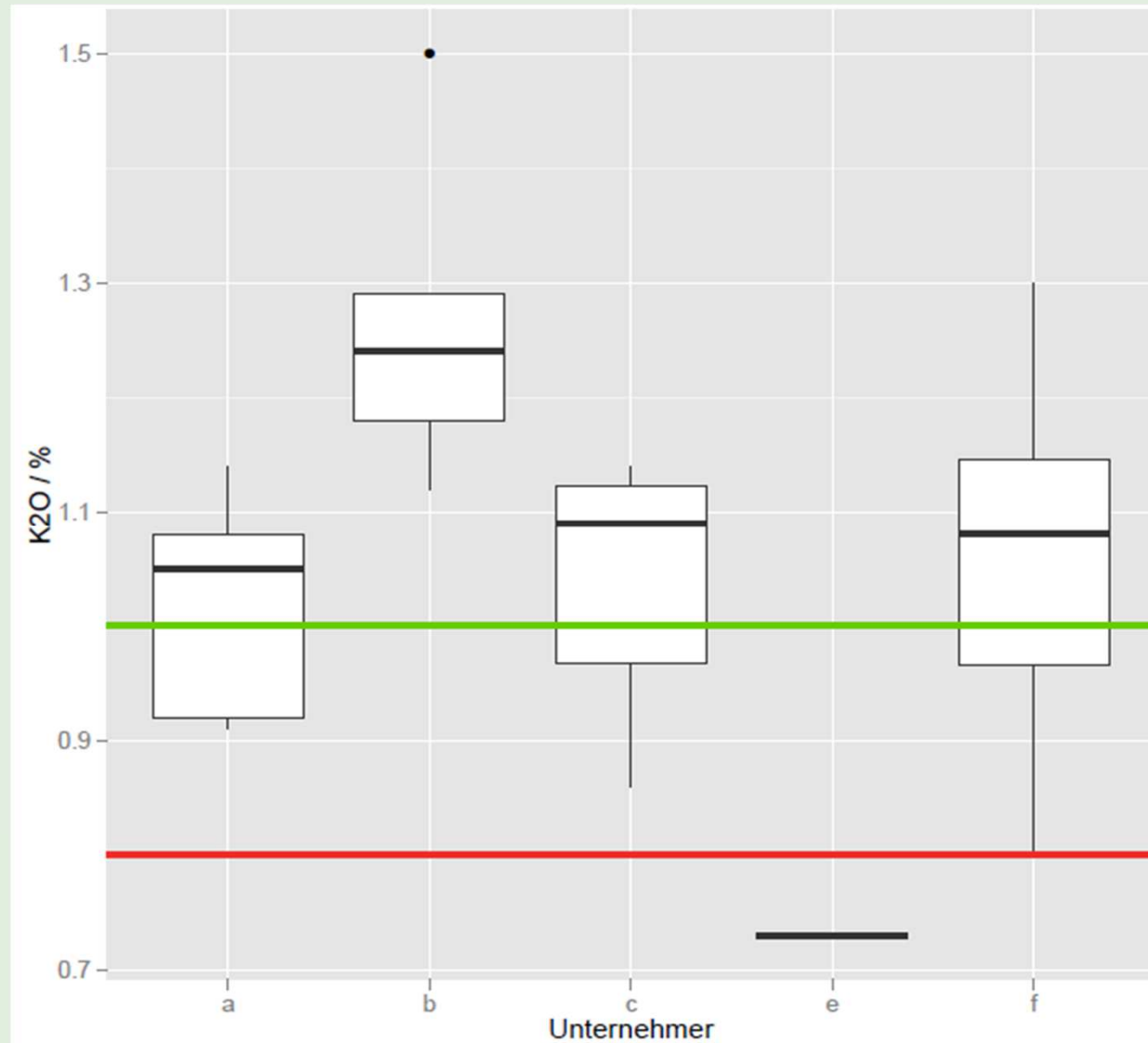


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Wertbestimmende Bestandteile, Kalium

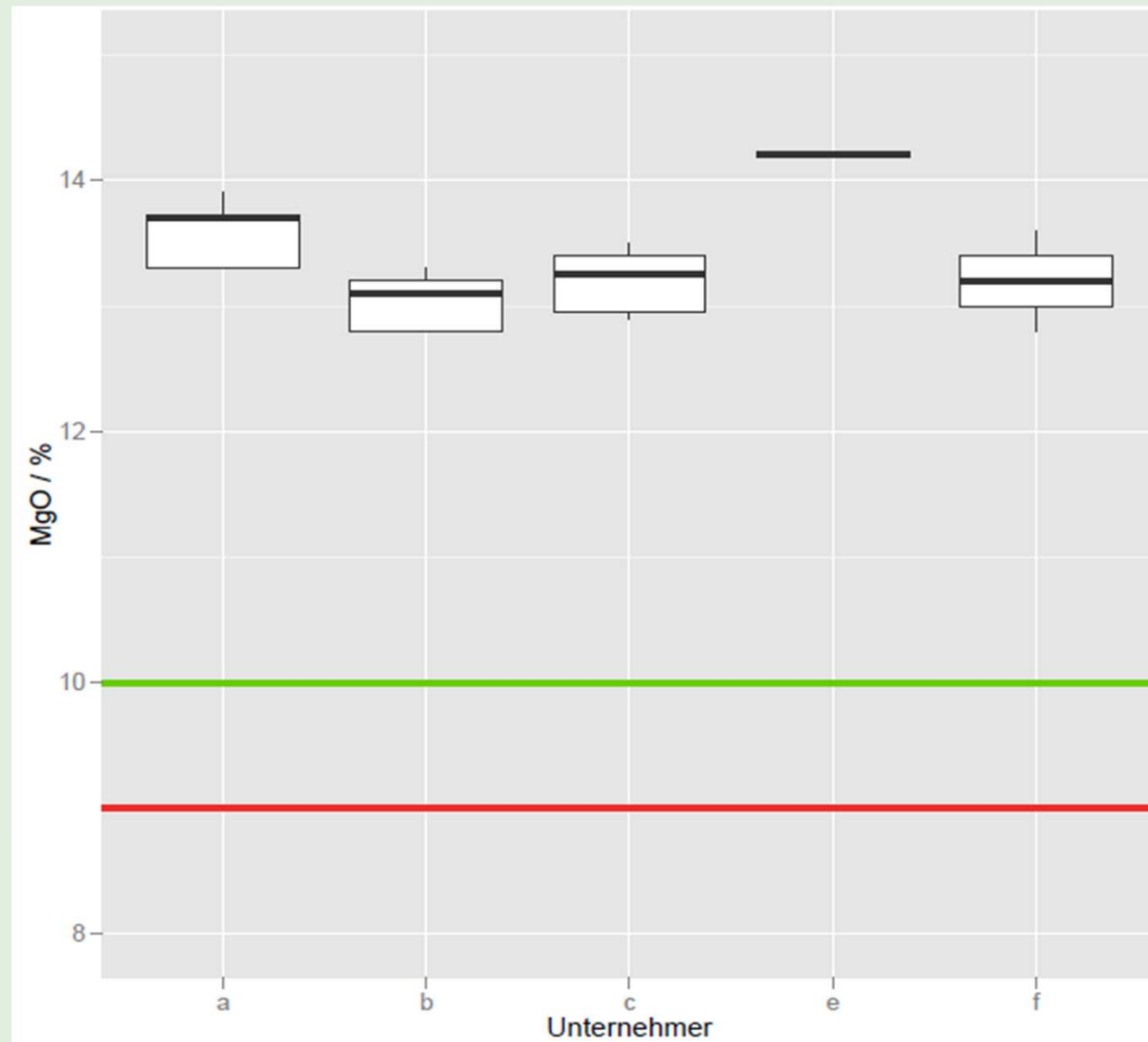


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Wertbestimmende Bestandteile, Magnesium

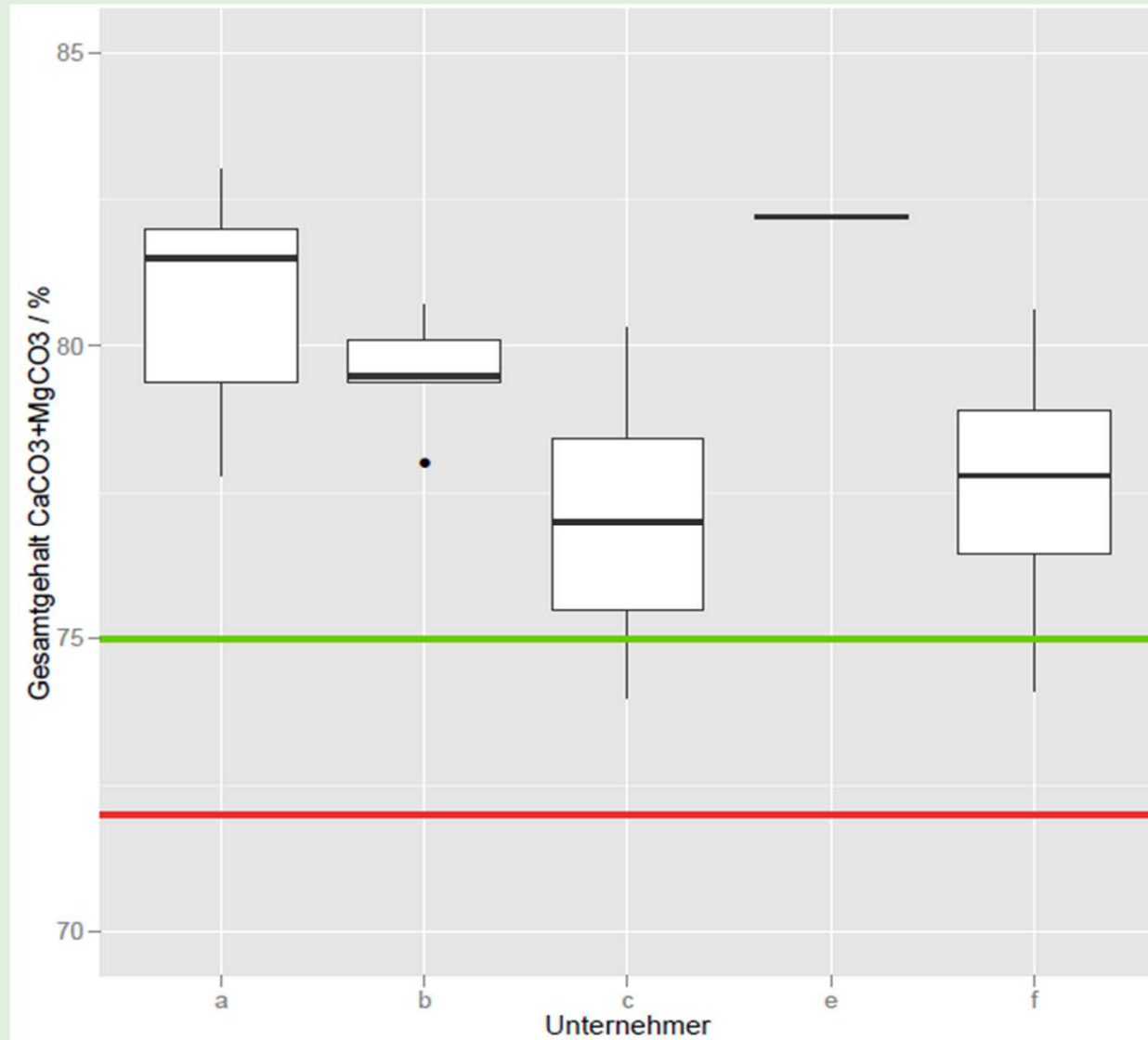


Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Wertbestimmende Bestandteile, Gesamtkarbonat



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Schlussfolgerungen

- Durch die „**Versauerungsalast**“ sind die Böden so verarmt, dass auf ca. 40% der Waldfläche selbst die Bodenbilanzen ohne Holznutzung regional nicht mehr ausgeglichen oder nahe Null sind.
- Nutzungsverzichte zum Ausgleich von Nährelementdefiziten wären in jedem Fall prohibitiv hoch (je nach Sortiment 48 – 66%)
- **Nährelementrückführung ist zusätzlich zur Regenerationsorientierten Bodenschutzkalkung notwendig, wenn die aktuelle Nutzungsintensität ± erhalten bleiben soll – insbesondere zur Erhaltung der K-Versorgung**
- **Die Intensität des Ausgleichs nutzungsbedingter Nährelementverluste ist mit durchschnittlich drei Kalkungen je Umtriebszeit niedrig. Zum Ausgleich von Kaliumdefiziten ist derzeit die Ausbringung von Kalk/Holzasche oder einem anderen K-Träger alle 12 – 14 Jahre nötig.**
- **Es bestehen effiziente Qualitätssicherungssysteme, die einschlägigen Umweltnormen werden sicher eingehalten**
- **Diese Studie ist ein Beitrag der Wissenschaft um für die Praxis und Umweltpolitik Instrumente für die Anpassung der Waldbewirtschaftung an sich schnell verändernde Umweltbedingungen auf der verlässlichen Basis von Monitoringdaten zur Verfügung zu stellen.**

**Danke
für Ihre
freundliche
Aufmerksamkeit**

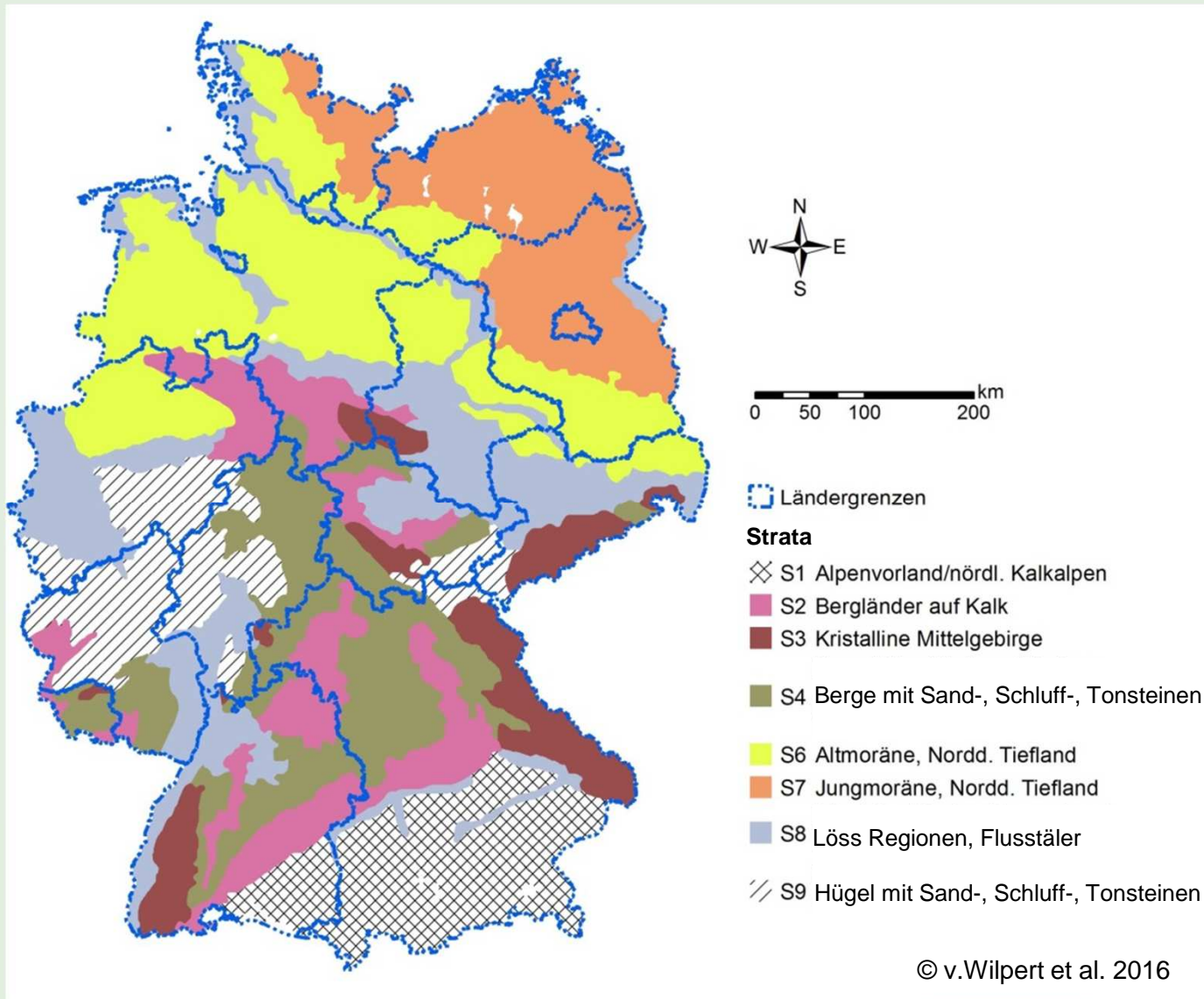


Forstliche Versuchsanstalt

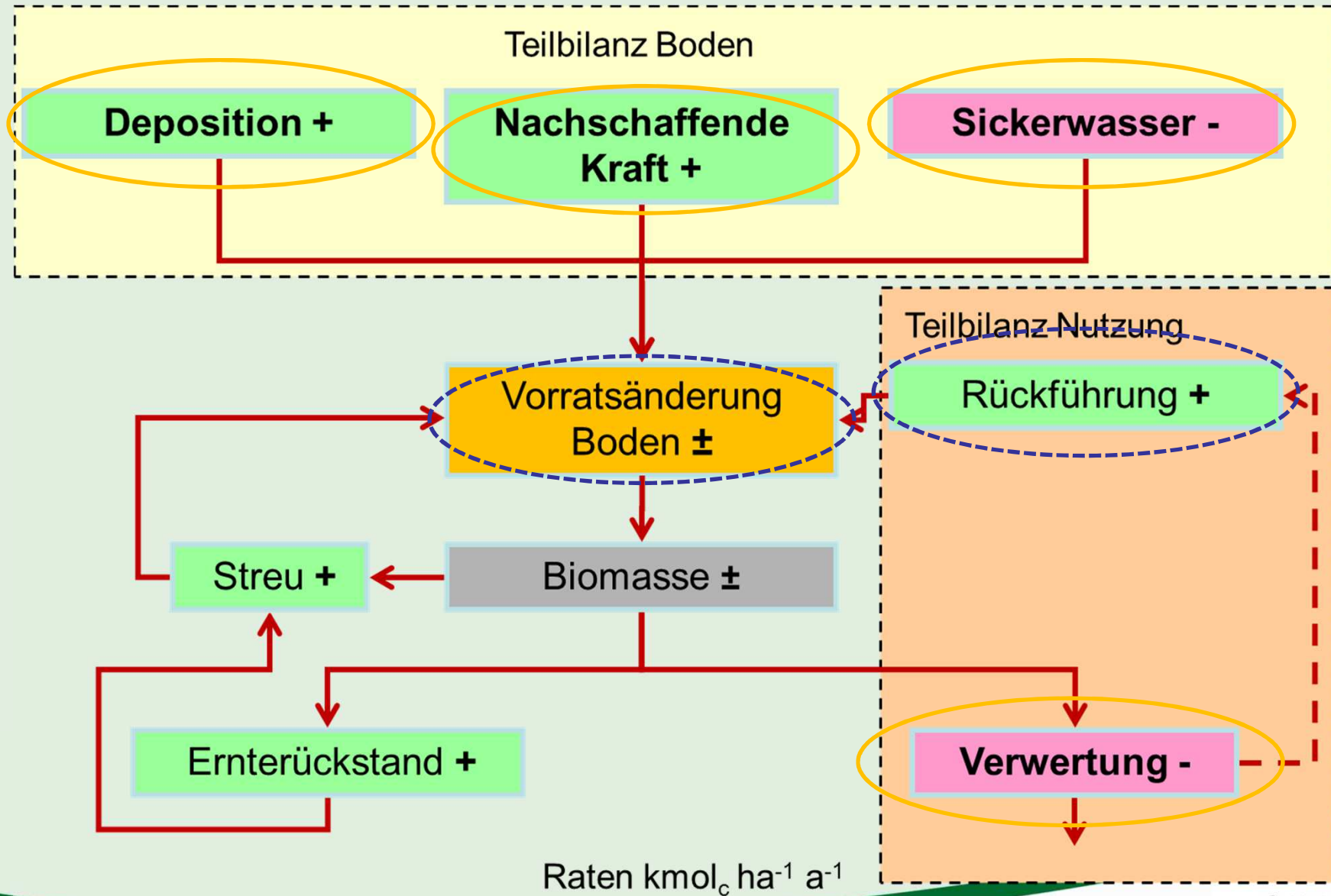


um
aft
s
es

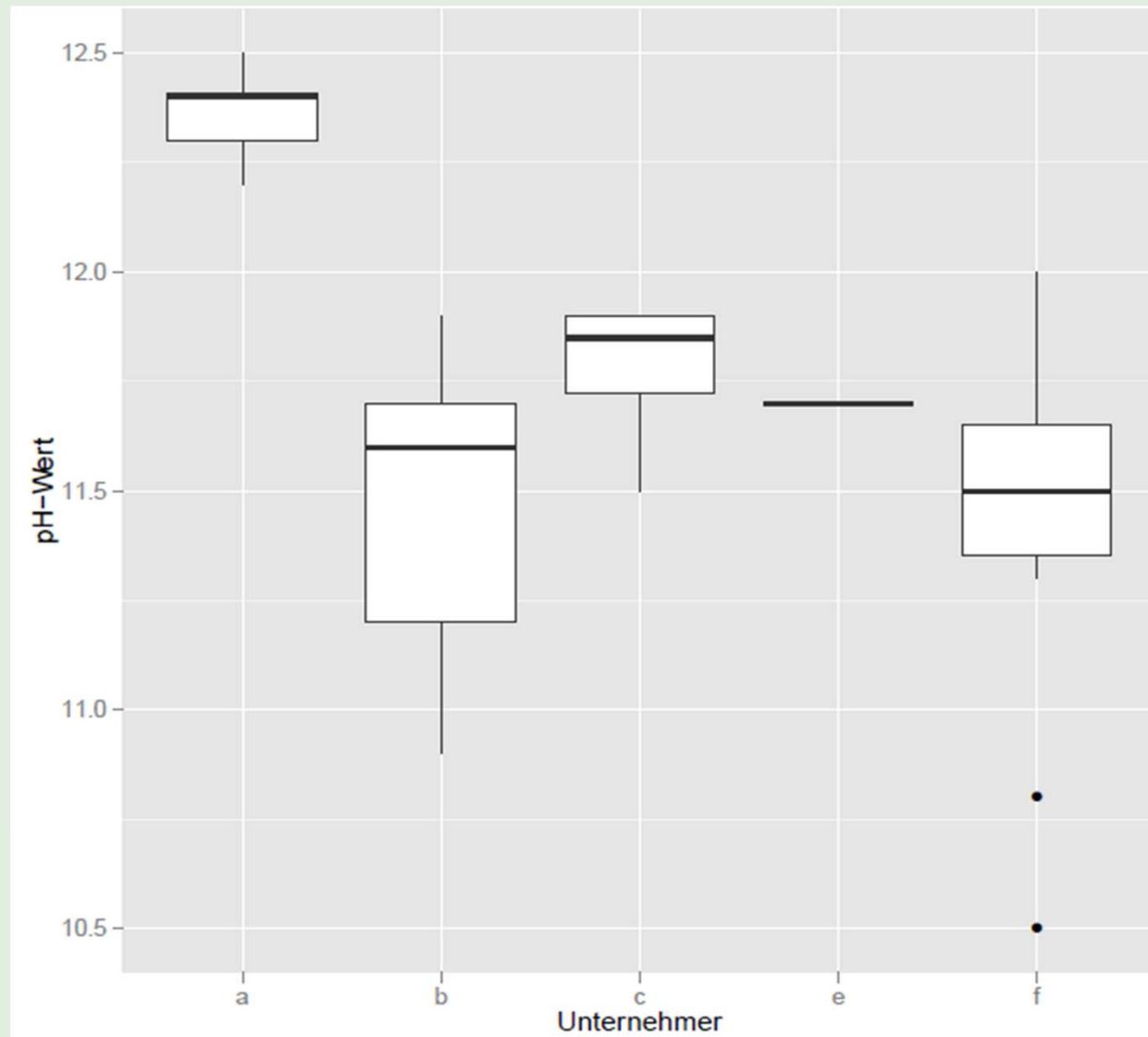
Identifikation der Modell-Regionen



Nährstoff - Bilanz



Einhaltung von Qualitätsnormen Dolomit/Holzasche, Wertbestimmende Bestandteile, pH-Wert



Gefördert durch:



Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages