



Nährstoffhaushalt auf Sanden des Buntsandsteins

Maßnahmen zur Erhaltung des Standortpotenzials

Dr. Joachim Block und Julius Schuck

Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz

„Nachhaltigkeit“

- Hannß Carl von Carlowitz fordert im 1713 erschienenen Buch „Sylvicultura oeconomica – Anweisung zur Wilden Baum-Zucht“ eine „nachhaltende“ Nutzung des Holzes
- Weiterentwicklung seiner Ideen unter dem Begriff „Nachhaltigkeit“ bereits im Laufe des 18. Jahrhundert zum Grundsatz der deutschen Forstwirtschaft: in einem Forstbetrieb darf in einer Periode (z. B. 20 Jahre) nicht mehr Holz eingeschlagen werden als in gleicher Zeit nachwächst
- Weiterentwicklungen und Facetten der „Nachhaltigkeit“

„Nährstoffnachhaltigkeit“

Erhalt des Standortpotenzials durch Sicherung einer standortsangepassten Versorgung auch künftiger Waldgenerationen mit Nährstoffen

→ „Ausgeglichene“ Nährstoffbilanzen der genutzten Ökosysteme

→ Vorräte an verfügbaren Nährstoffen „konstant“

Gefährdung der Nährstoffnachhaltigkeit durch

- Übermäßige Nutzung (jede Entnahme von Biomasse – Holz, Reisig, Streu...- ist mit einem Nährstoffexport verbunden)
- Bodenversauerung (Nährstoff-(Base-)Kationen werden durch Säure-Kationen verdrängt)
- „Störungen“ im Nährstoffkreislauf (z. B. Kahllage, starke Auflichtung, Bodenbearbeitung)

Komplexe Wechselbeziehungen

Beispielsweise:

- Deposition von Luftverunreinigungen (Schwefel- u. Stickstoffverbindungen) → Bodenversauerung und Verfügbarkeit mobiler Anionen → Auswaschung von Nährstoffkationen (Calcium, Magnesium, Kalium)
- Biomassennutzung → Entzug an Alkalinität → Bodenversauerung → Auswaschung von Nährstoffkationen
- Stickstoff (N)-Deposition → verstärktes Wachstum → höherer Entzug an Nährstoffen mit Ernte
- N-Deposition → N-Sättigung → Nitrataustrag → Auswaschung von Nährstoffkationen
- „Störungen“ → Humusabbau → Überschusnitrifikation → Nitrataustrag → Auswaschung von Nährstoffkationen

(Nähr-) Stoffbilanzierung als Indikator für Nährstoff-nachhaltigkeit

- + atmosphärische Deposition
- + Mineralverwitterung
- Entzug mit der Holzernte/Biomassennutzung
- Auswaschung mit Sickerwasser

→ Bilanzsalden für Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Schwefel (S)

→ Bodenversauerung

Mittlere jährliche Raten über Produktionszeitraum (100 bis 180 Jahre)

→ Abgleich mit Bodenvorräten

Nährstoffentzug mit der Holzernte

Abhängig von:

- Baumart (Mischung)
- Wuchsrleistung
- Standort
- Nutzungsmodalität/ -intensität
-

Einflüsse sind elementspezifisch (C, N, P, Ca, Mg, K, S)

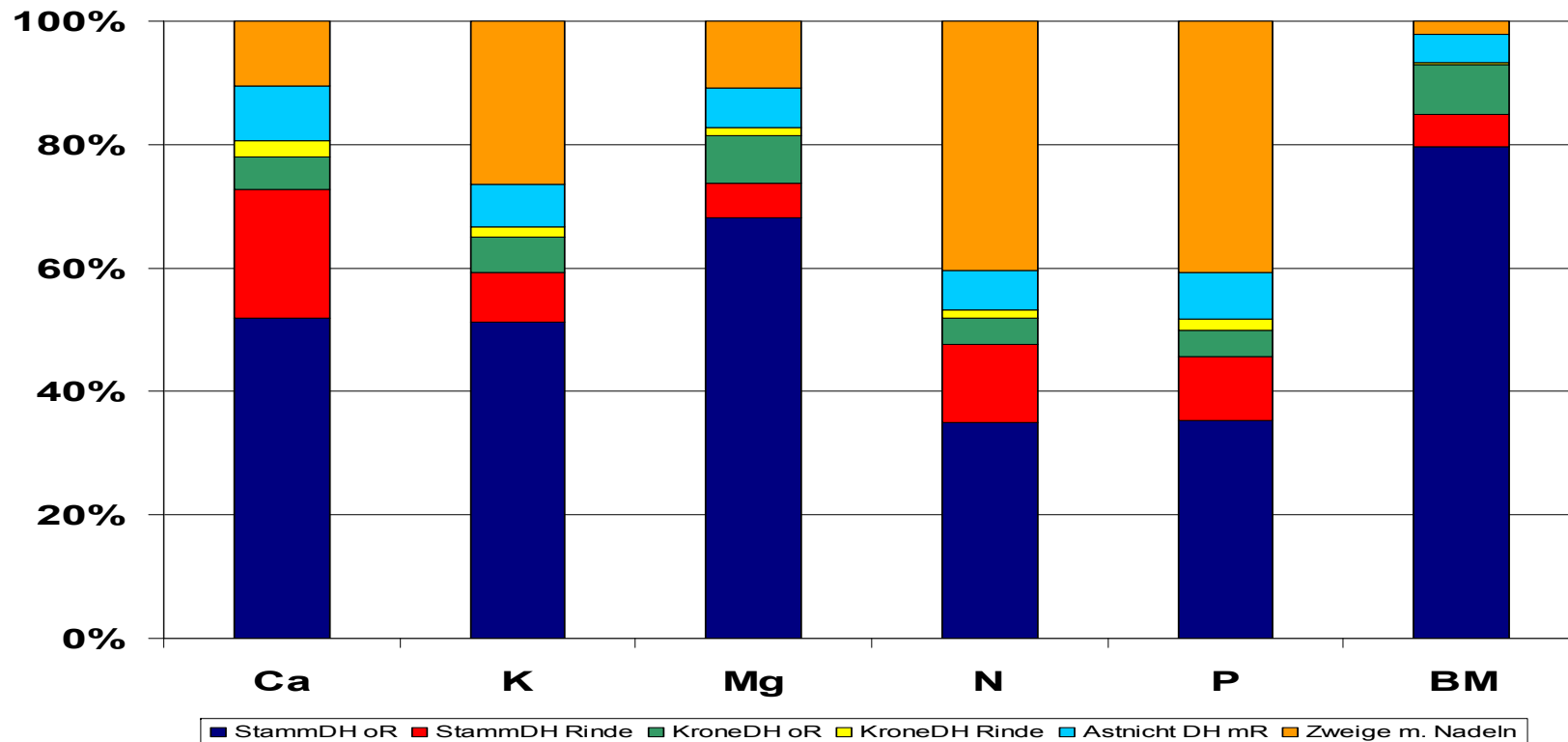
Basis und Methoden

- 544 Probestämmen (davon 184 auf Buntsandstein; 72 Buchen, 35 Kiefern, 35 Eichen, 17 Douglasien und 10 europ. Lärchen), aufgemessen, in Kompartimente zerlegt, auf N, P, K, Ca, Mg, S ... analysiert
- Ableitung von Biomassemodellen, z. T. standortsdifferenziert
- Ableitung von Nährstoffmodellen (standortsdifferenziert, ~ BHD)
- Szenariosimulationen mit SILVA
- Aufbau einer Datenbank mit einzelbaumbezogener Biomasse- und Nährstoffverteilung der verbleibenden und genutzten Bäume in 5-jahres Schritten über gesamte Umtriebszeit (100 – 180 Jahre)
- Kalkulation der Biomasse- und Nährstoffentzüge bei variierenden Nutzungsoptionen über Abfragen aus der Datenbank
- Einbindung der Befunde in ökosystemare Nährstoffbilanzen

Pretzsch, H.; Block, J.; Dieler, J.; Gauer, J.; Göttlein, A.; Moshhammer, R.; Schuck, J.; Weis, W.; Wunn, U. (2014): Nährstoffentzüge durch die Holz- und Biomassenutzung in Wäldern. Teil 1: Schätzfunktionen für Biomasse und Nährelemente und ihre Anwendung in Szenariorechnungen. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 185. Jg., 11/12: 261-285

Verteilung der Biomasse (BM) und Nährstoffvorräte in der oberirdischen Biomasse eines 127-jährigen Kiefernbaumholzes (Level II 707)

(nur hauptständige Kiefer; Angaben in Prozent des Gesamtvorrates an bzw. in der oberirdischen Biomasse)



Biomasse- und Nährstoffverteilung im Ökosystem

Kiefer - Johanniskreuz (Level II 707)

Kiefernbaumholz (127jährig) mit Buchenzwischen und
-unterstand auf Braunerde - Podsol aus Mittlerem Buntsandstein
(Derbholzvolumen: Kiefer 410 Vfm/ha; Buche 127 Vfm/ha)

Kompartiment	Bio- masse [t/ha]	N [kg/ha]	P	K	Ca	Mg
Schaffholz m. R.	219	183	10,7	180	259	41,7
Astderbholz m. R.	7	6	0,4	5,7	8,0	1,5
Reisig (Winterz.)	29	136	8,4	65,7	78,8	9,8
----- oberirdische Biomasse	255	325	19,5	251	346	53
Stock- und Wurzeln**	(61)	(75)	(5,4)	(75)	(53)	(12)
Humusauflage (Rohhumus)	186*	1882	99	201	440	91
Mineralboden bis 90 cm Tiefe ***		2747	703	155	99	15

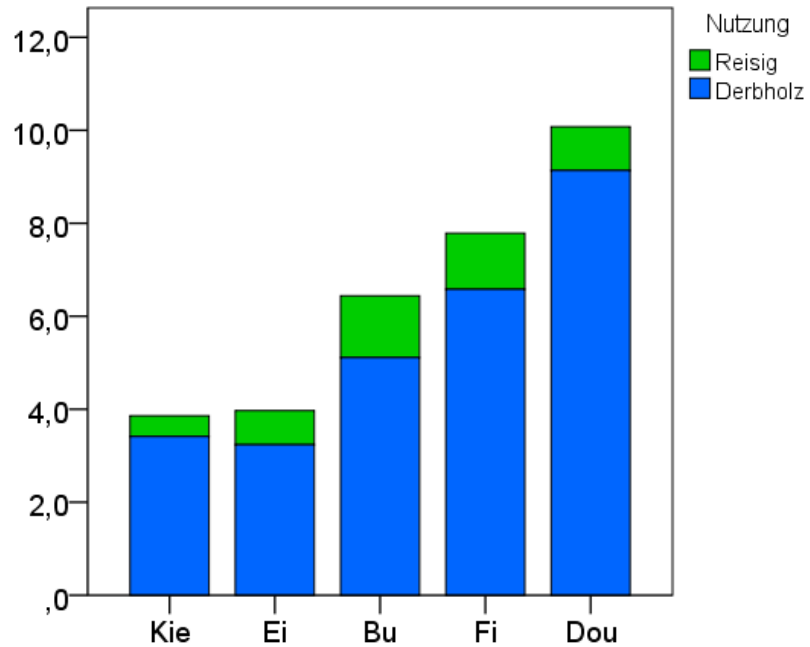
Eiche – Merzalben (Level II 705)

Traubeneichenbaumholz (198jährig) mit Buchenunterstand auf schwach podsoliger Braunerde aus Mittlerem Buntsandstein (Derbholzvolumen: Eiche 396 Vfm/ha; Buche 50 Vfm/ha)

Kompartiment	Bio- masse [t/ha]	N [kg/ha]	P	K	Ca	Mg
Schaftholz m. R.	235	291	15,7	203	348	22,2
Astderbholz m. R.	35	83	4,7	42	126	6,3
Reisig (Winterz.)	24	110	7,1	38	71	8,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
oberirdische Biomasse	294	484	27,5	283	545	36,5
Stock- und Wurzeln**	(65)	(206)	(16)	(128)	(215)	(27)
Humusauflage (F-Mull)	16*	192	14,3	31	80	18,2
Mineralboden bis 90 cm Tiefe ***		5949	1687	267	76	29,1

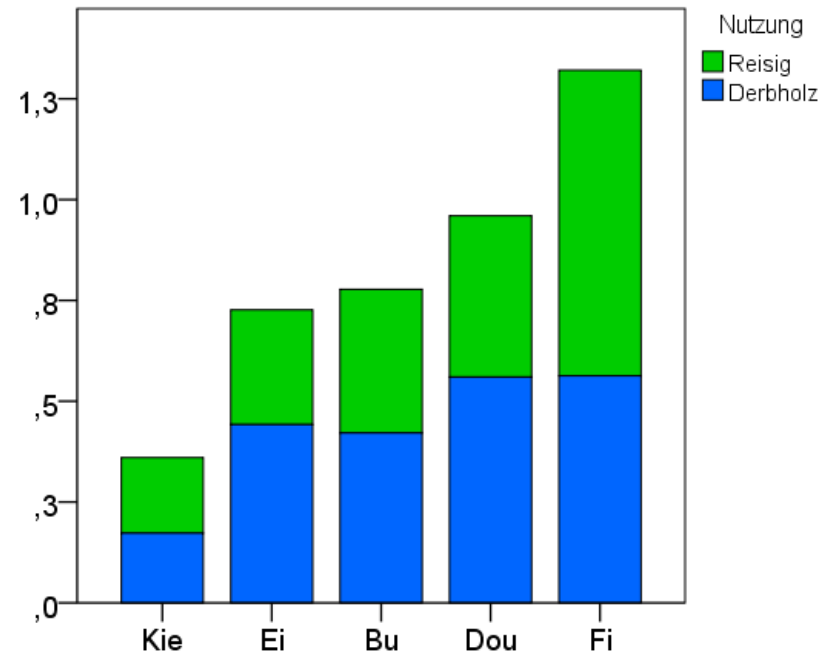
Biomassenutzung (to ha⁻¹ a⁻¹)

StaO_txt: Buntsandstein, EKL_a_Hauptbestand: 1,0, Alter Umtrieb: 100



Phosphorentzug (kg ha⁻¹ a⁻¹)

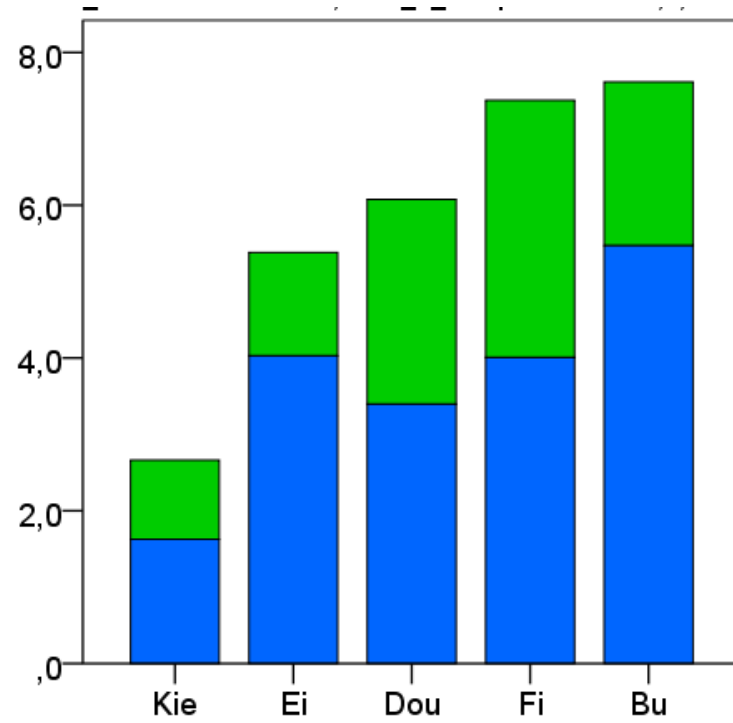
StaO_txt: Buntsandstein, EKL_a_Hauptbestand: 1,0, Alter Umtrieb: 100



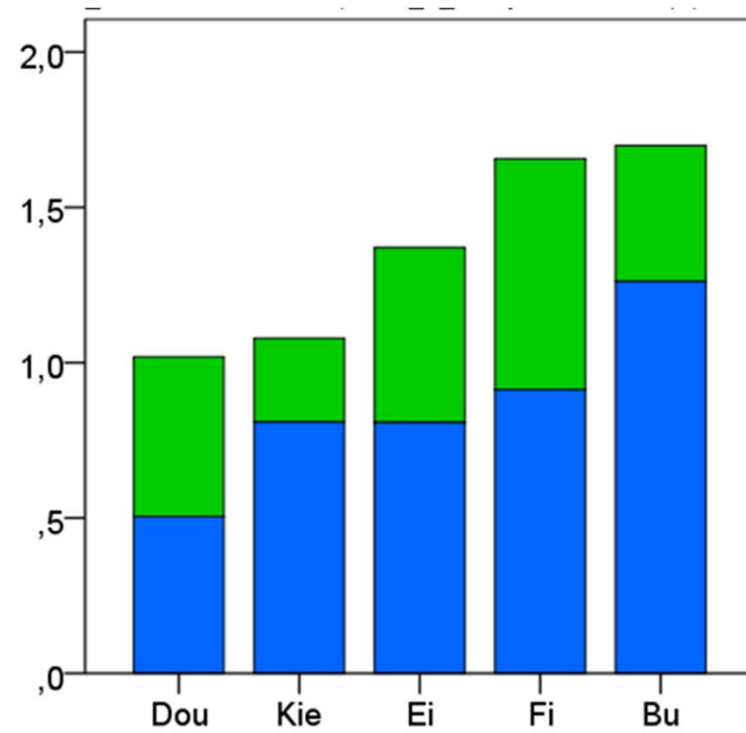
 Reisig (Äste, Zweige, Nadeln – keine Blätter)

 Derbholz mit Rinde

Kaliumentzug (kg ha⁻¹ a⁻¹)

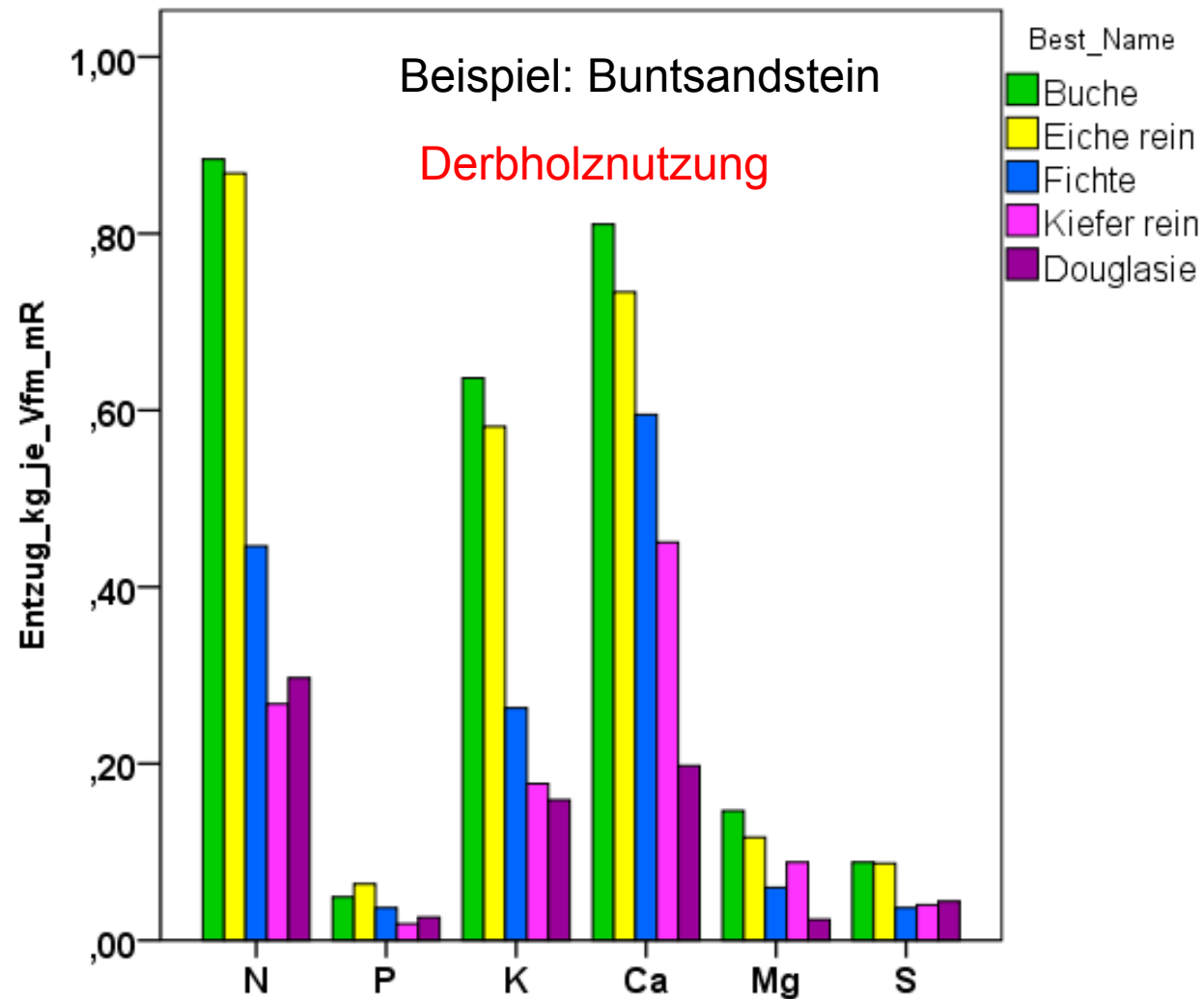


Magnesiumentzug (kg ha⁻¹ a⁻¹)



Nährstoffnutzungseffizienz (Baumartenvergleich)

Wie viel Kilogramms des jeweiligen Nährstoffs werden bei der Nutzung von einem **Vorratsfestmeter** der jeweiligen Baumart aus dem Ökosystem entnommen?



Zwischenfazit (Ernteentzug)

- Auffällig hohe Nährstoffentzüge und geringe Nährstoffnutzungseffizienz bei **Buche schon bei Derbholznutzung**
- Hohe Nährstoffnutzungseffizienz und niedrige bis mittlere Entzüge bei **Douglasie**
- Hohe Nährstoffnutzungseffizienz (außer Mg) und niedrige Entzüge bei **Kiefer**
- Sehr geringe Nährstoffnutzungseffizienz und mittlere Entzüge bei **Eiche**
- **Fichte bei Vollbaumnutzung** hohe Nährstoffentzüge und geringe Nährstoffnutzungseffizienz
- **Bei allen Baumarten:** höhere Entzüge bei besserer Wüchsigkeit und Ernte in jüngeren Beständen

→ **Erhebliche Differenzierung der Nährstoffentzüge durch Baumartenwahl und Wahl der Nutzungsintensität**

Mineralverwitterung = „nachschaufende Kraft“

Abhängig von:

Mineralbestand

(Calcit, Dolomit, Hornblende, Feldspat, Quarz,
Tonminerale – Smektit, Illit, Al-Vermiculit ...-)

Reaktiver Oberfläche

(Bodenart – Sand < Schluff < Ton und Steingehalt)

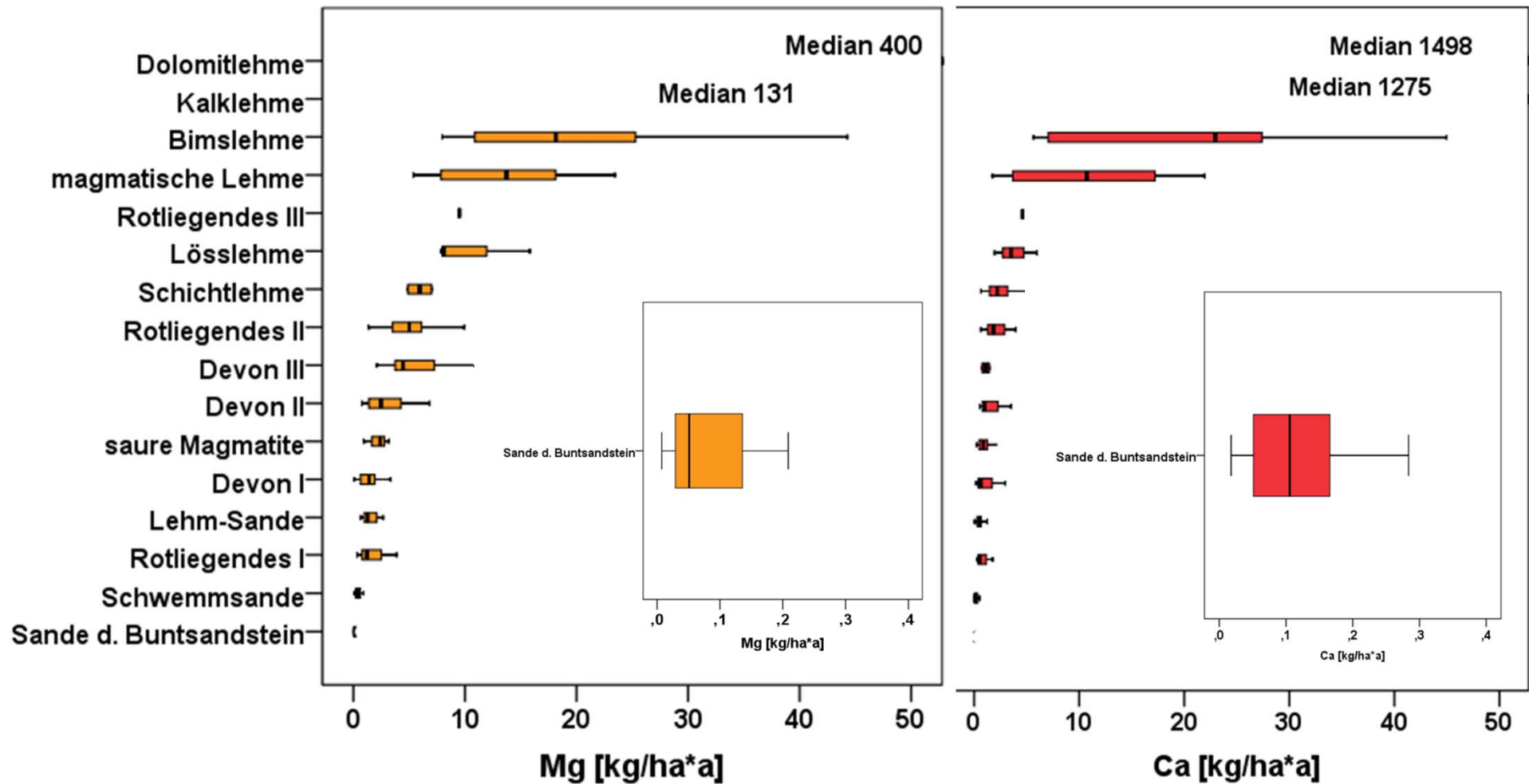
Bodentemperatur

Wasserhaushalt / Durchwurzelung

(Bestockung, Deposition ...)

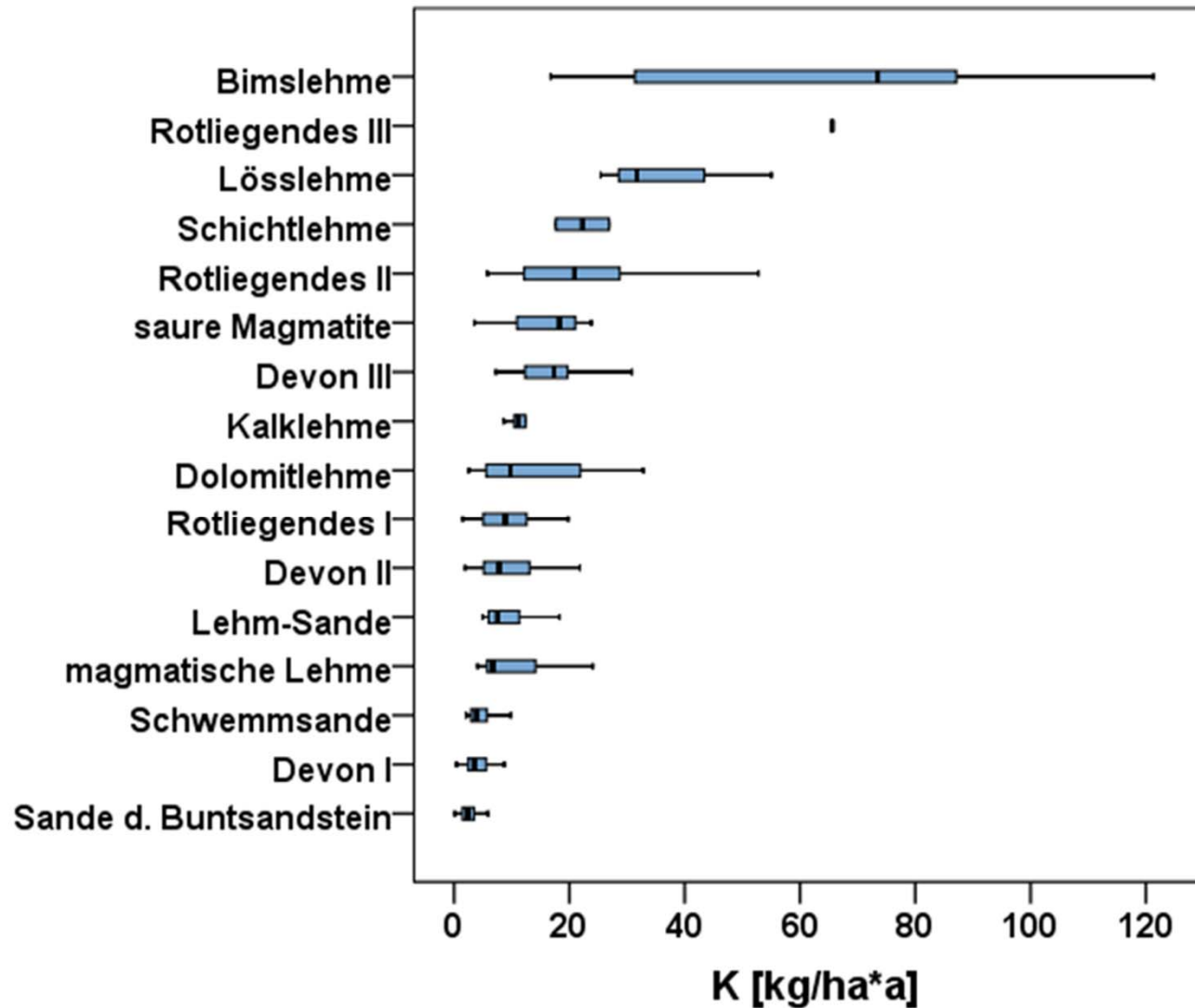


Calcium- und Magnesium-Freisetzung aus Mineralverwitterung [kg/ha*Jahr]



Zum Vergleich: Ernteentzüge Buche auf Sanden des Buntsandstein, II. Ekl.,
 Derbholznutzung: 1,1 kg Mg und 6 kg Ca/ha*Jahr

Kalium-Freisetzung aus Verwitterung [kg/ha*Jahr]



Ernteentzüge-Kalium:

Fichte, I. Ekl.

Vollbaum: 8,8 kg /ha*a

Derbholz: 4,5 kg /ha*a

Kiefer, III. Ekl.

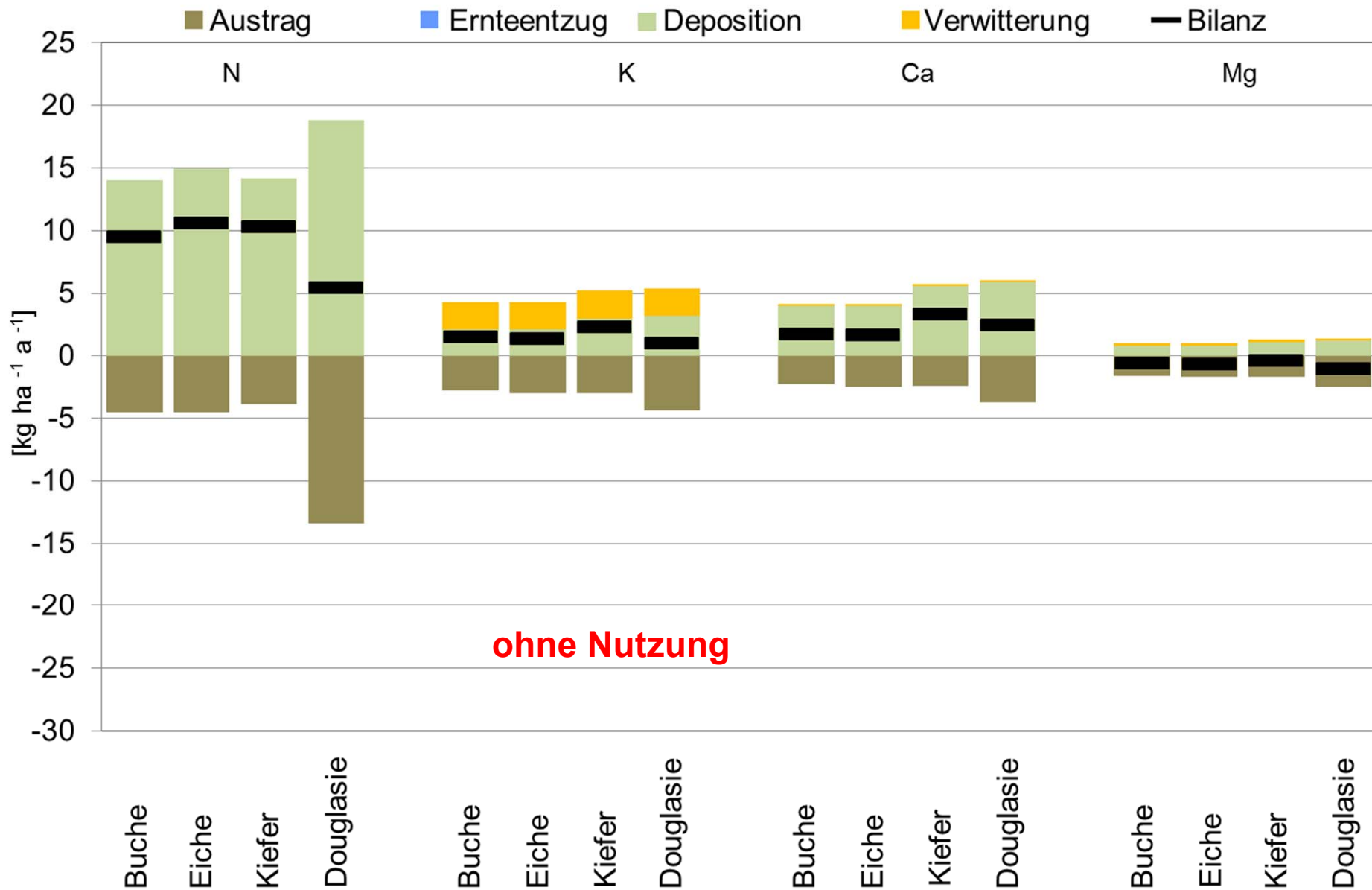
Vollbaum: 2,1 kg /ha*a

Derbholz: 1,0 kg /ha*a

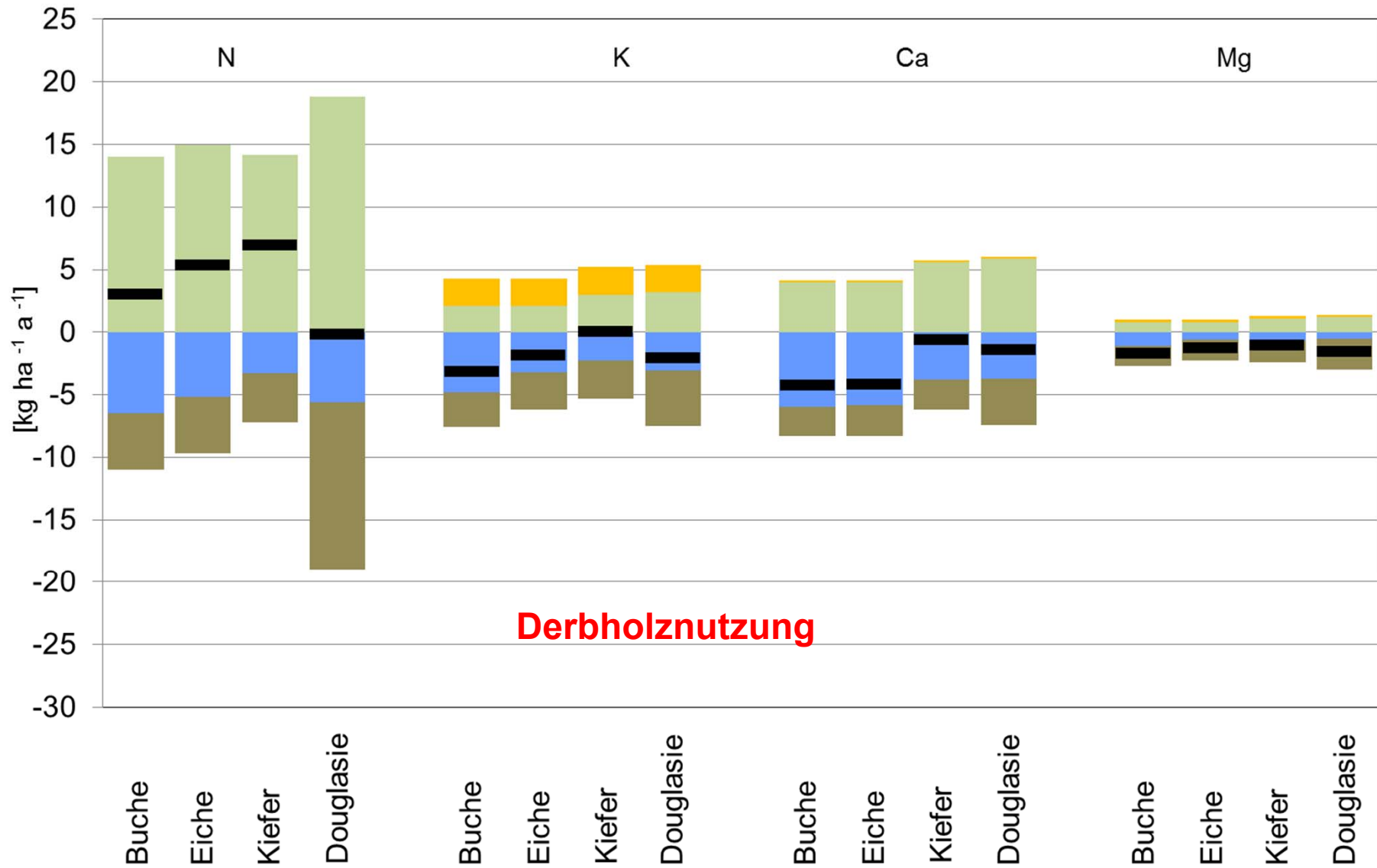
Zwischenfazit - Nährstoffnachlieferung aus Mineralverwitterung -

- Sande des Buntsandsteins (s`S) verfügen nur über eine verschwindend geringe Calciumnachlieferung und eine sehr geringe Magnesium- und Kaliumnachlieferung (und auch über nur sehr geringe Phosphorvorräte)
- s`S sind daher ohne Zweifel Problemstandorte im Hinblick auf den Nährstoffhaushalt (Gefährdung der Standortsproduktivität)
- S`S sind von Natur aus kalkfrei, sehr quarzreich und damit arm an Ca-, Mg- und K- nachliefernden Mineralen; weiter verarmt durch historische Übernutzungen und rezente Einträge versauernd wirkender Luftverunreinigungen
- Calcium und Magnesium können mit Dolomitmalkung zugeführt werden; bei Kalium ist ein Ausgleich durch Düngung nicht realisierbar → Nutzungseinschränkungen bei defizitären Bilanzen unausweichlich notwendig

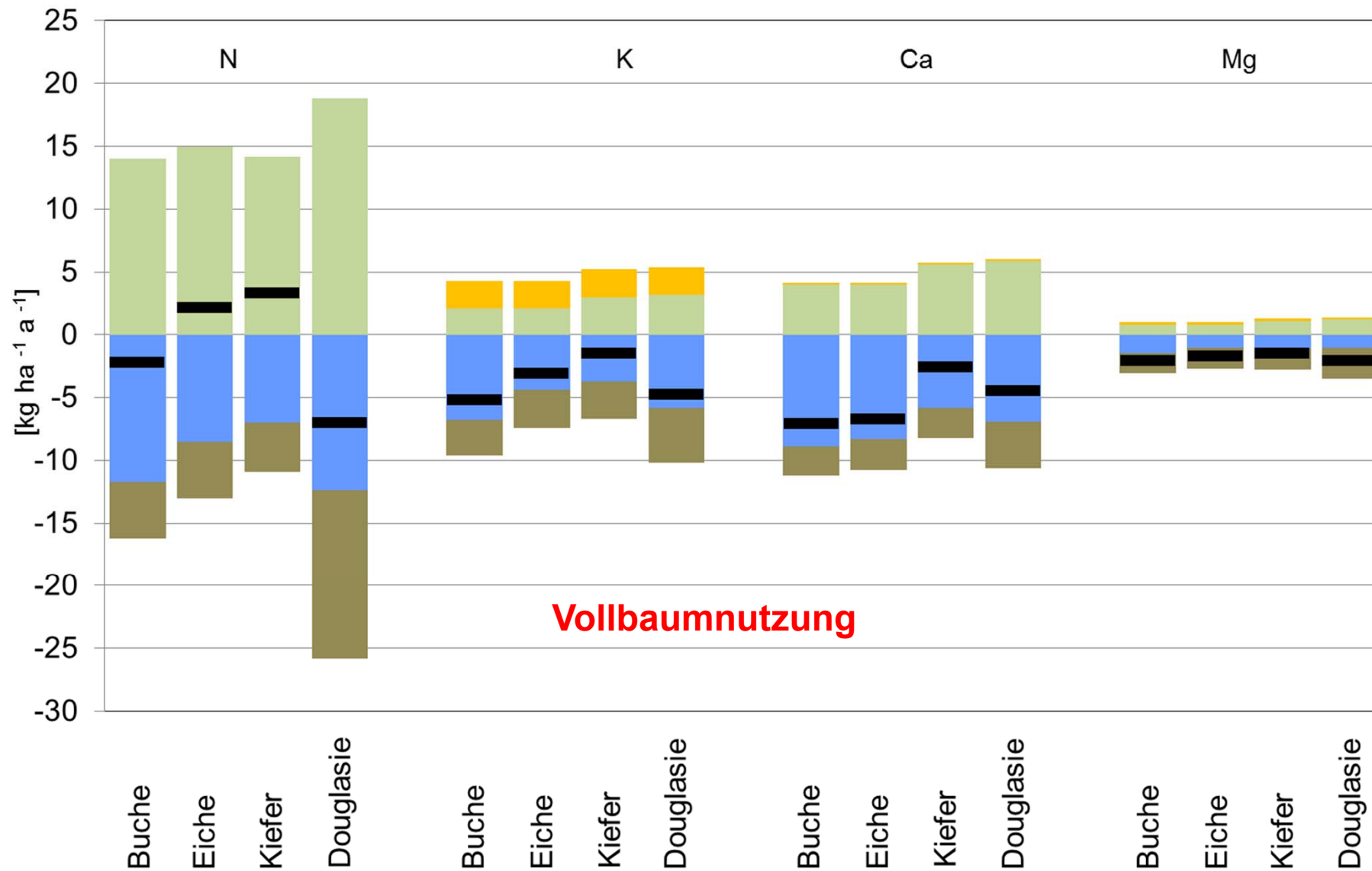
Nährstoffbilanzen, **Buntsandstein** (ForeStClim)



Nährstoffbilanzen, **Buntsandstein** (ForeStClim)



Nährstoffbilanzen, **Buntsandstein** (ForeStClim)



Bewertung Phosphor

Bilanzen unsicher, in der Regel wohl defizitär!

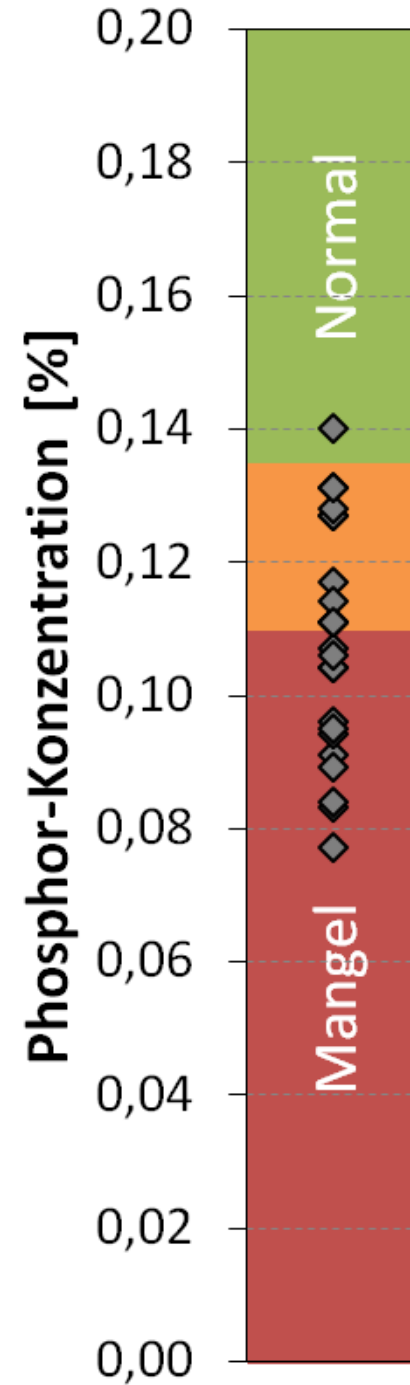
Sehr unterschiedliche Phosphorvorräte im Boden (BZE-Kollektiv: 0,28 bis 29 t Gesamt-P je Hektar, im Buntsandstein 0,28 bis 1,8 im Mittel 0,64 t/ha); Verfügbarkeit auf Sanden des Buntsandsteins besonders gering

Beispiel Phosphor-Problemstandort:

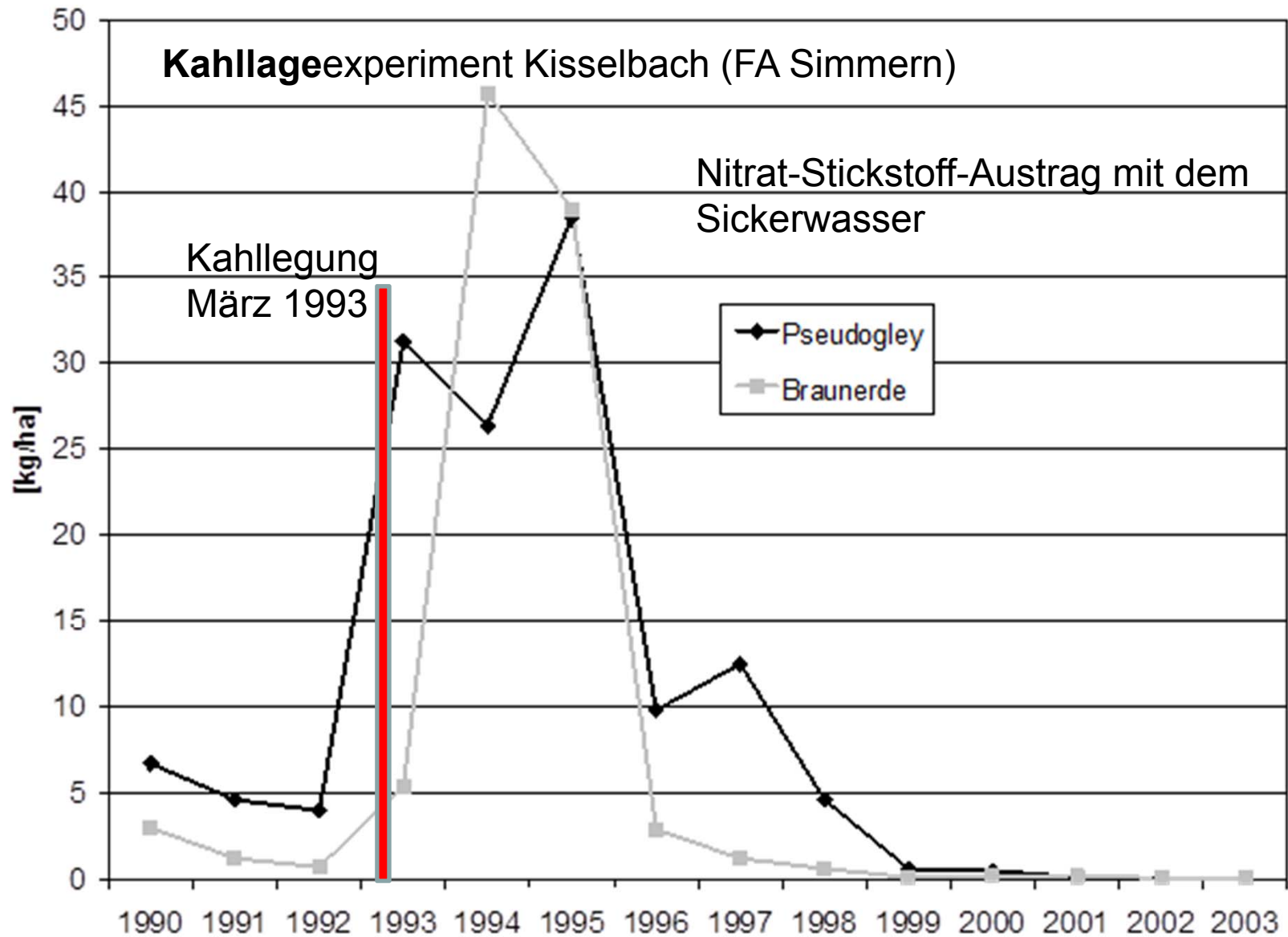
BZE-Plot 1073 (Sattelmühle III 1b2, **Buntsandstein**, Kiefer-Buche): P(gesamt)-Vorrat im Boden: 360 kg/ha, davon ca. 120 kg (33%) verfügbar; Bilanzdefizit 0,05 kg/ha * Jahr bei Derbholznutzung (Dh) und 0,35 kg bei Vollbaumnutzung (Vb) → in 100 Jahren -4% vom verfügbaren P-Vorrat bei Dh und – 30% bei Vb

Phosphorernährung:

Phosphorgehalte in Buchenblättern
an Plots der landesweiten
Waldernährungserhebung auf
Buntsandstein

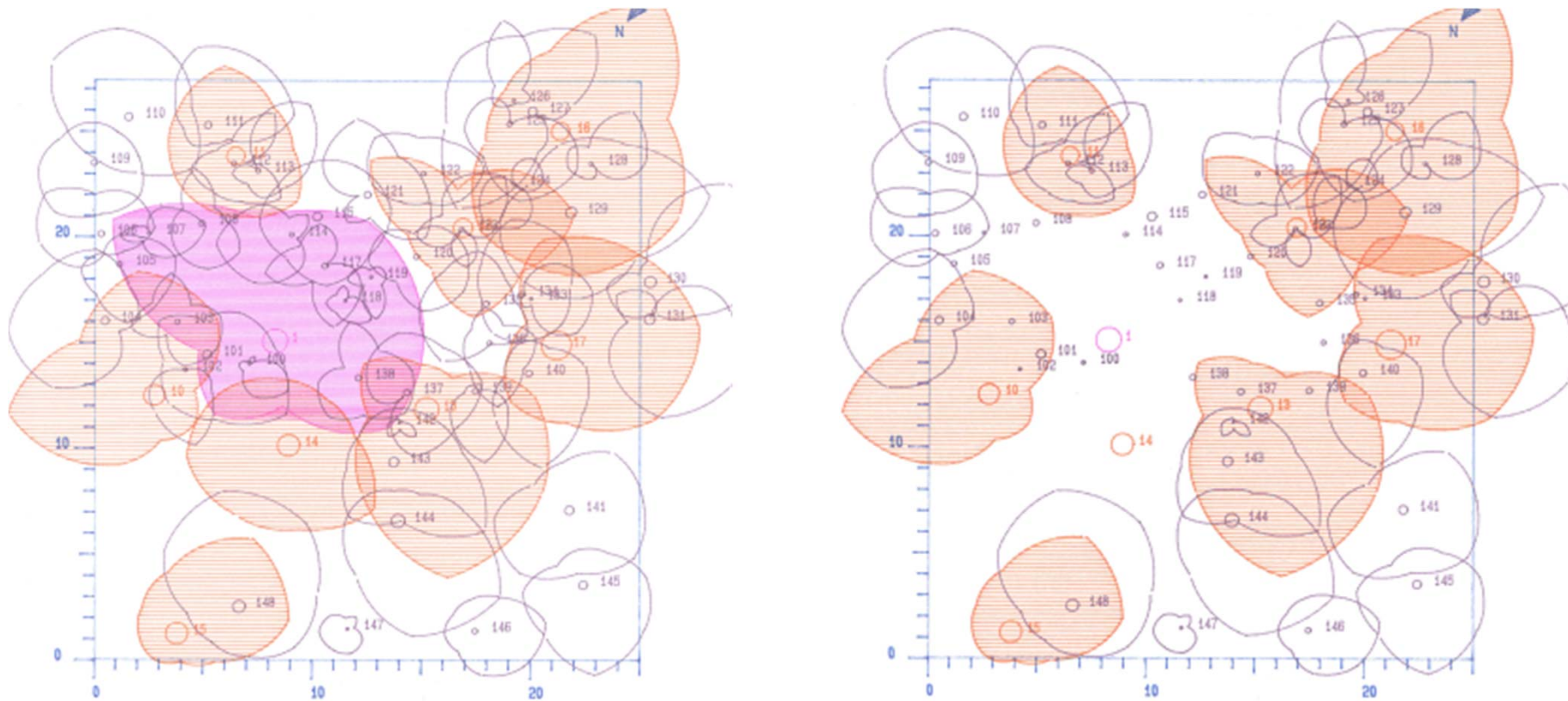


„Störungen“ → Nährstoffausträge mit dem Sickerwasser

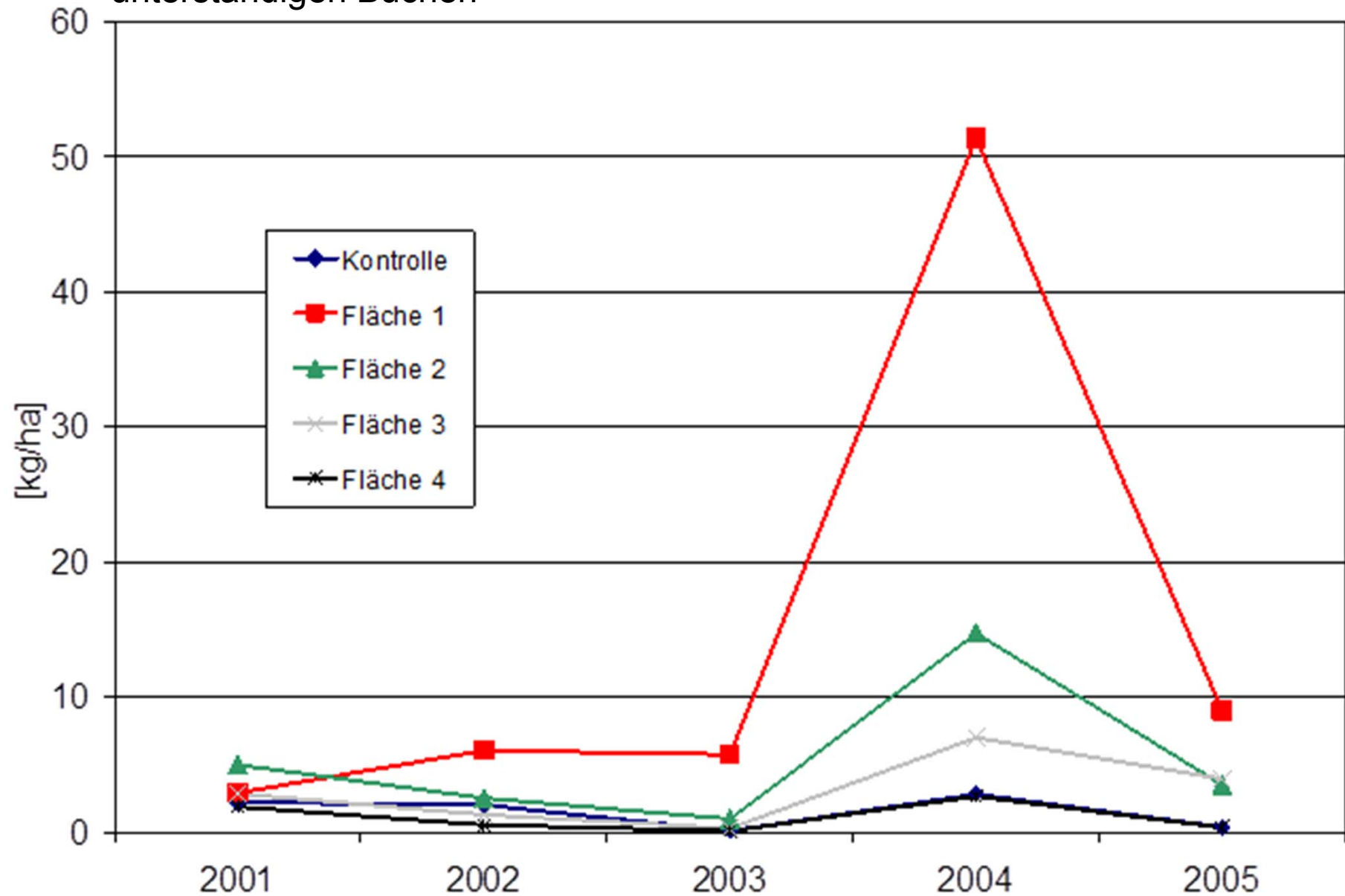


Auswirkungen der Ernte von Einzelbäumen in einem 185-jährigen Eichenbestand auf **Buntsandstein** auf den Nährstoffaustrag mit dem Sickerwasser

Kronenkarten der Untersuchungsfläche um Baum Nr. 1 vor (Winter 1999/00, links) und nach der Bildung der Lücken (Herbst 2002, rechts). Entnommen wurden neben der zentralen Eiche eine weitere zwischenständige Eiche und 22 unterständige Buchen; schraffiert: hauptständige Eichen; ohne Schraffur: unterständige Buchen



Stickstoffaustrag (NO₃-N) in Bestandeslücken bei Fällung großkroniger Eichen (Herbst 2002) mit (Fl. 3 u. 4) und ohne (Fl. 1 u. 2) Belassen der unterständigen Buchen



Bodenbearbeitung

Nährstoffvorräte im Boden (bis ca. 80 cm Tiefe) Mulchfläche (Nesterpflanzversuch) im Vergleich zur Krohn´schen Fräse 2 Jahre nach der Maßnahme, FA Johanniskreuz (Schüler 1992)

kg/ha	C	N	P	K*	Ca*	Mg*
Mulchfläche	81.238	4.547	772	126	329	87
Fräsfläche	64.335	3.810	796	106	110	22

Bislang keine signifikanten Unterschiede im Wachstum der Eichen

* Vorräte in Humusaufgabe und austauschbare Vorräte im Mineralboden

Fazit

- Auf im Hinblick auf negative Veränderungen in der Nährstoffversorgung empfindlichen (vulnerablen) Standorten Gefährdung der Nährstoffnachhaltigkeit durch Versauerung, Stickstoffdeposition, überhöhte Holz- und Biomassenutzung sowie „Störungen“ im Nährstoffkreislauf durch Naturereignisse und forstliche Bewirtschaftung
- **Sande des Buntsandsteins** sind ohne Zweifel im Hinblick auf den Nährstoffhaushalt besonders vulnerable Standorte
- Nährstoffverluste lassen sich begrenzen, aber nicht völlig vermeiden
- **Forstliche Bewirtschaftung muss hier in besonderem Maße auf die Erhaltung der Nährstoffe im Waldökosystem ausgerichtet sein**

Beispiel für Zuwachsverluste nach einer Vollbaumnutzung (Sterba 2012)

- 3 Versuchsanlagen auf unterschiedlichen Standorten in Österreich
- Stammzahlreduzierung (1981-1983) in 17-20 jährigen Fichtenbeständen
- Vollbaumnutzung der gefälltten Bäume im Vergleich zu Verbleib aller gefälltten Bäume im Bestand
- Nach 9 Jahren im Mittel um **18% geringerer Zuwachs** bei Vollbaumnutzung im Vergleich zur Kontrolle

➔ Verschlechterung der Baumernährung und Ertragseinbußen bei Verstoß gegen Nährstoffnachhaltigkeit auch durch viele andere Untersuchungen belegt!

Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung (1) auf Sanden des Buntsandsteins

Ziel: Reduzierung von Nährstoffausträgen mit dem Sickerwasser infolge von „Störungen“ im Nährstoffkreislauf

Hierzu möglichst ständige Bedeckung mit Bäumen und Vorhandensein Nährstoff-aufnahmefähiger Wurzeln anstreben

Bei Durchforstung/Dimensionierung:

- Keine Eingriffe mit längerer Unterbrechung des Kronenschlusses (Douglasie!)

Bei Verjüngung (soweit als möglich):

- Keine Kahlschläge oder kahlschlagsähnliche Bestockungen
- Keine flächige Bodenbearbeitung
- Buchenunterstand nicht großflächig auf einmal entnehmen
- Femel auf unbedingt erforderliche Größe (Ei, Ki > Bu) beschränken

Beispiel zur Verjüngung der Kiefer auf einen armen Buntsandsteinstandort

	Volumen	Oberirdische Biomasse (oB)	Derbholz	Reisig
	Vfm/ha	t/ha	t/ha	t/ha
Kiefer	315	131	121	10
Buche	45 (13%)	35 (21%)	30 (20%)	6 (38%)
Ki + Bu	360	166	151	16

Anteil der Buche an Nährstoffvorräten in oB: N: 34%, P: 33%, K: 35%, Ca: 26%, Mg: 31%

Nutzungsszenarien Beispiel Kalium:

- a) Vollbaumnutzung (Reisig bei Kiefer und Buche jeweils zu 66 %):
Entzug: **109** kg K/ha davon 35 % mit Buche
- b) Kiefer: Schaftholz m. R., Buche: Derbholz m. R. und 66 % des Reisigs
Entzug: **91** kg K/ha, davon 53 kg mit Kieferschaftholz, 32 kg mit Buchenderbholz und 6 kg mit Buchenreisig (42 % mit Buche)
- c) Nur Kieferschaftholz
Entzug: **53** kg K/ha

Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung (2)

Ziel: Reduzierung von Nährstoffausträgen mit der Holzernte

- Keine Nutzung von Reisigmaterial (Nicht-Derbholz); soweit als möglich Belassen des Reisigs am Fällort;
- Bei Harvestereinsatz:
 - keine Herstellung von Reisigmatten zur Armierung der Rückegassen; Bändertechnik (Bogiebänder) einsetzen
 - nicht erreichbare Bäume vorliefern statt zufällen
 - Ggfls. Reisig auf Zwischenfeld zurückschieben (Fi, Dou)
 - Weiterentwicklungen nutzen: lange Harvesterarme, entrindende Fällköpfe
- Bei Seilkranverfahren:
 - Kronenkappung und zumindest grobe Entastung am Fällort

Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung (3)

Ziel: Reduzierung von Nährstoffausträgen mit der Holzernte (Fortsetzung)

- Nutzung von Laub-Brennholz zur Verwendung als Stückholz erst ab 12 cm ø **Zopf**
- Gefällte Laubbäume mit **BHD** < 20 cm ø am Fällort im Bestand belassen (z. B. Erstdimensionierung liegen lassen)

BHD	>= 10cm	>= 15cm	>= 20cm	>= 25cm	>= 30cm
Buche, I. Ekl.	-2%	-8%	-15%	-22%	-32%
Buche, III. Ekl.	-4%	-13%	-23%	-34%	-50%

Prozentuale Reduktion der Erntemenge (Basis Efm) - über die Umtriebszeit (120 Jahre) gemittelt - bei Beschränkung der Entnahme von Bäumen ab BHD 10, 15, 20, 25 und 30 cm gegenüber Nutzung aller Bäume ab 7 cm BHD

Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung (4)

Waldschutzaspekte

- Abwägung Waldschutzerfordernisse (Vorrang bei massiver Gefährdung durch Buchdrucker an Fichte)
- In aller Regel Borkenkäfergefährdung nur bei Holz ab Derbyholzstärke und nur bei Bäumen mit noch fest anhaftender Rinde!
- Ausnahme: akute Massenvermehrung Kupferstecher
- Wenn Aufarbeitung von Fichten mit Harvester bis Zopf 7 cm nicht möglich, am Fällort zopfen und „stummeln“ und dann erst Krone vorliefern und hacken (bei Befall spätestens im „weißen“ Brutstadium)

Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung (5)

Ökologisch sinnvolle Nährstoffentzüge durch Vollbaumnutzung

- Straßenbegleitende Fällungen/Nutzungen
- Naturschutzaspekte (mit FSC Auditor abstimmen)
 - Gewässerpflege
 - Offenhalten oligotropher Biotope
 -

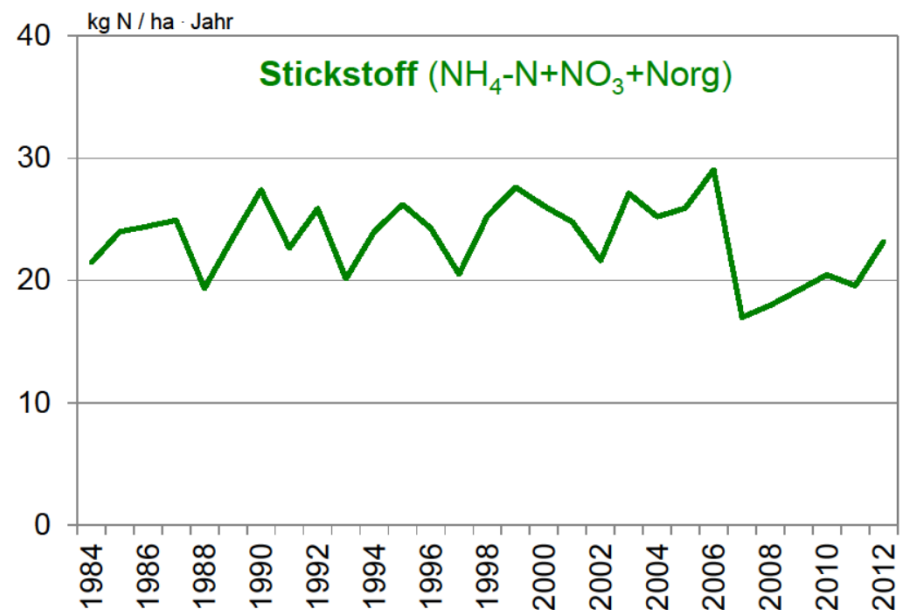
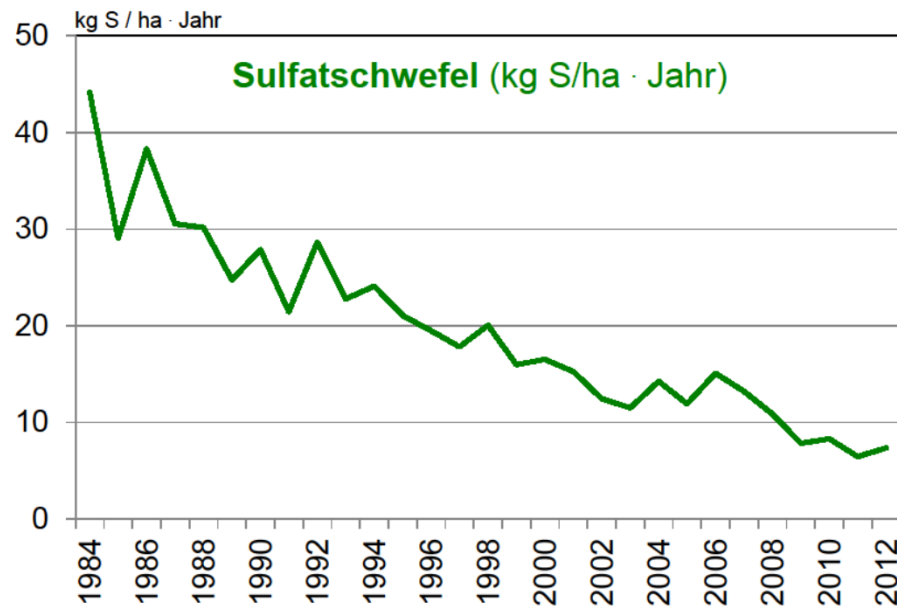
Konsequenzen für Planung

- Nutzungseinschränkungen (höherer Aufarbeitungszopf, Liegenlassen der ersten Laubholz-Dimensionierung ...) und Kosten-erhöhende technische Vorgaben (Bändertechnik, vom Harvester nicht erreichbare Bäume vorliefern statt zufällen etc.) in Einschlagsplanung und finanziellen Vorgaben (z. B. Standardkostensätze) berücksichtigen

Konsequenzen für die Luftreinhaltepolitik

Dringend weitere Stickstoff-Emissionsminderung erforderlich (zur Reduktion des N-Eintrags und der Auswaschung von Nitrat und begleitenden Kationen (Mg, Ca, K ...))

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) 2015: Stickstoff:
Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem



Konsequenzen für die Forstpolitik

Bodenschutzkalkung weiterhin unverzichtbar

Dies gilt im besonderen Maße für Sande des
Buntsandsteins

Kalkungsturnus kann auf 20 bis 40 Jahre erweitert
(Säurebelastung zurückgegangen, lange
Wirkungsdauer auch für Buntsandsteinstandorte
durch Versuche der FAWF belegt)

In Kürze auf FAWF-Webseiten:

Martin Greve: Langfristige Auswirkungen der Waldkalkung auf den
Stoffhaushalt. Mitteilungen aus der FAWF Nr. 73/2015

Konsequenzen für FSC

- Bei Revision der FSC-Standards wissenschaftlichen Kenntnisfortschritt beachten
- Ersetzen der wissenschaftlich nicht begründbaren Derbholzgrenze durch flexible Vorgaben zur einer konsequent auf die jeweilige standörtliche Situation ausgerichteten Waldbewirtschaftung
- Bodenschutzkalkungen müssen zweifelsfrei weiterhin bei Beleg der Erforderlichkeit zulässig sein
- Nach weiterer Überprüfung sollte auch die Rückführung von Holzasche, z. B. als Dolomit-Holzasche-Mischung und die Beimischung von Rohphosphat, zur Gewährleistung der nachhaltigen Phosphorversorgung möglich sein

Konsequenzen für FAWF

Forschung zum Nährstoffhaushalt der Waldökosysteme vorantreiben und Instrumente zur Entscheidungsunterstützung für die Forstpraxis erarbeiten:


- Schätztafeln Nährstoffvorrat
- Entscheidungsunterstützungssystem Nährstoffbilanzen
(regelbasierte Kalkulation der Nährstoffbilanzen mit auswahlbasierten Einsteuergrößen)
- Digitale Themenkarten Nährstoffnachhaltigkeit
Nährstoffvorräte im Boden, Bilanzgrößen, Bilanzsalden -
 - standortsverträgliche Nutzungsintensität
 - Kalkungsnotwendigkeit, Turnus, mit/ohne Holzasche-/Phosphatbeimischung

Auszug aus Schätztafeln zu Vorräten an oberirdischer Biomasse und an Nährstoffen in den Biomassekompartimenten.

Substrattyp: Sande des Buntsandstein,
Bestockungstyp: Buche, Ertragsklasse II.O (Schober 1967)


Alter	G [m ² /ha]	Vfm [ha]	Kompartimente	Biomasse [to/ha]	N [kg/ha]	P [kg/ha]	K [kg/ha]	Ca [kg/ha]	Mg [kg/ha]	S [kg/ha]
35	15	53	Derbholz o.R.	37	47	2	36	29	8	4
			Derbrinde	3	19	1	7	27	1	1
			Reisig	49	199	13	76	108	16	15
			Vollbaum	88	265	16	119	164	25	21
50	21	137	Derbholz o.R.	82	102	5	80	65	19	10
			Derbrinde	6	42	2	14	59	3	3
			Reisig	35	149	10	57	79	12	11
			Vollbaum	123	293	17	151	204	33	25
75	27	299	Derbholz o.R.	165	191	10	161	130	37	20
			Derbrinde	10	78	4	26	110	6	6
			Reisig	35	151	10	58	82	12	12
			Vollbaum	210	421	24	246	321	55	38
100	30	432	Derbholz o.R.	234	253	15	230	185	53	29
			Derbrinde	14	107	6	36	149	9	8
			Reisig	37	158	10	63	87	13	13
			Vollbaum	286	519	31	328	422	74	49
120	31	509	Derbholz o.R.	279	284	18	274	221	63	34
			Derbrinde	16	125	7	42	174	11	10
			Reisig	38	160	11	65	90	13	13
			Vollbaum	334	569	35	381	484	87	57
140	32	567	Derbholz o.R.	317	304	20	312	250	72	39
			Derbrinde	18	140	7	47	194	13	11
			Reisig	39	162	11	67	93	14	13
			Vollbaum	375	606	38	426	537	98	63

Entscheidungsunterstützungssystem (DSS) Nährstoffbilanzen



Landesforsten
Rheinland-Pfalz

**Forschungsanstalt für Waldökologie und
Forstwirtschaft**



Rheinland-Pfalz
ZENTRALSTELLE DER
FORSTVERWALTUNG

	Biomasse to/(ha*Jahr)	K	Ca	Mg kg/(ha*Jahr)	S	N	P
Deposition	0,0	2,1	4,0	0,8	8,5	15,0	0,2
Verwitterung	0,0	2,7	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
Sickerwasseraustrag	0,0	3,0	2,5	1,7	15,5	4,5	0,0
Ernte Entzug Derbholz mit Rinde	2,9	3,2	5,8	0,6	0,5	5,2	0,3
Ernte Entzug Vollbaum Winterzustand	3,6	4,4	8,3	1,0	0,7	8,5	0,5
Bilanz - keine Nutzung	0,0	1,8	1,6	-0,7	-7,0	10,6	0,2
Bilanz - Derbholz mit Rinde	-2,9	-1,4	-4,2	-1,3	-7,5	5,3	-0,1
Bilanz - Vollbaum Winterzustand	-3,6	-2,6	-6,7	-1,7	-7,8	2,1	-0,3

Netto - Säurebelastung - ohne Nutzung	1,8	keq / (ha*Jahr)
Netto - Säurebelastung - Derbholz mit Rinde	2,2	keq / (ha*Jahr)
Netto - Säurebelastung - Vollbaum Winterzustand	2,4	keq / (ha*Jahr)

Eingabeparameter

Wuchsgebiet: Pfälzerwald

Wuchsbezirk: Mittlerer Pfälzerwald

Niederschlag: ab 950 mm

Wärmestufe: kollin

Grundform: eben < 10°

Substrat: Sande d. Buntsandstein

Wasserhaushalt: sehr frisch

Stau-/Grundnass: Ja Nein

Bodenart: Sand Schluff, Lehm, Ton

Podsol: Ja Nein

Bestockung: Eiche und Buche

Ertragsklasse: 2,0

Bilanzen berechnen

Bilanzen zwischenspeichern

zurück zur
Hauptauswahl

drucken

Jahresmitteltemp: **8,4**

Veg. Temperatur: **14,7**

Zeitraum: **180**

NFK: **119**

Niederschlag: **1007**

Wuchsgebiet:	Pfälzerwald
Wuchsbezirk:	Mittlerer Pfälzerwald
Niederschlag:	ab 950 mm
Wärmestufe:	kollin
Grundform:	eben < 10°
Substrat:	Sande d. Buntsandstein
Wasserhaushalt:	sehr frisch
Stau-/Grundnass:	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein
Bodenart:	<input checked="" type="checkbox"/> Sand <input type="checkbox"/> Schluff, Lehm, Ton
Podsol:	<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein
Bestockung:	Eiche und Buche
Ertragsklasse:	2,0

	Biomasse to/(ha*Jahr)	K	Ca	Mg kg/(ha*Jahr)	S	N	P
Deposition	0,0	2,1	4,0	0,8	8,5	15,0	0,2
Verwitterung	0,0	2,7	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1
Sickerwasseraustrag	0,0	3,0	2,5	1,7	15,5	4,5	0,0
Ernte Entzug Derbholz mit Rinde	2,9	3,2	5,8	0,6	0,5	5,2	0,3
Ernte Entzug Vollbaum Winterzustand	3,6	4,4	8,3	1,0	0,7	8,5	0,5
Bilanz - keine Nutzung	0,0	1,8	1,6	-0,7	-7,0	10,6	0,2
Bilanz - Derbholz mit Rinde	-2,9	-1,4	-4,2	-1,3	-7,5	5,3	-0,1
Bilanz - Vollbaum Winterzustand	-3,6	-2,6	-6,7	-1,7	-7,8	2,1	-0,3

Netto - Säurebelastung - ohne Nutzung	1,8	keq / (ha*Jahr)
Netto - Säurebelastung - Derbholz mit Rinde	2,2	keq / (ha*Jahr)
Netto - Säurebelastung - Vollbaum Winterzustand	2,4	keq / (ha*Jahr)

	K	Ca	Mg	S	N	P
Bodenvorrat kg/ha	356	309	101	760	9100	1555
Biomassequotient	1,1	0,7	1,4	13,6	16,3	31,1
Nährstoffentzugsindex	0,6	0,3	0,7	6,9	7,8	14,1

Bodenvorrat: Säurelöslicher Vorrat in Humusaufgabe + austauschbarer Vorrat im Mineralboden bis Profiltiefe (ab 100 cm reduziert)

Biomassequotient: Bodenvorrat / Vorrat in oberirdischer Biomasse im Baumholzalter (Fi, Dgl 100 Jahre, Bu, Ki 120 Jahre, Ei 180 Jahre; Daten aus „Schätztafeln zum Nährstoffvorrat in der oberirdischen Biomasse“, differenziert nach Substrattyp, Baumart und Ertragsklasse)

Nährstoffentzugsindex: Bodenvorrat / Nährstoffentzug bei Vollbaumnutzung aufsummiert über 100 Jahre (DSS Bilanzbefund - Zeile „Ernteentzug Vollbaum Winterzustand“ x 100)

Vulnerabilitätsstufen (vorläufig)

Stufe 1 – sehr geringe Vulnerabilität

- Phosphorvorrat im Boden $> 3 \text{ t Pges ha}^{-1}$ und positive K-, Ca- und Mg-Bilanz bei Vollbaum(Vb)nutzung

Stufe 2 – geringe Vulnerabilität

- Phosphorvorrat im Boden $> 2,5 \text{ t Pges ha}^{-1}$ und positive K-Bilanz bei Vb-Nutzung; (Ca- und/oder Mg-Bilanz bei Vb-Nutzung negativ)
Nährstoffentzugsindex (NEI) Ca > 2 und Mg > 2

Stufe 3 – mittlere Vulnerabilität

- Phosphorvorrat im Boden $> 1,5 \text{ t Pges ha}^{-1}$ und positive K-Bilanz bei Derbholz(Dh)nutzung; NEI Ca < 2 und/oder Mg < 2

Stufe 4 – hohe Vulnerabilität

- Phosphorvorrat im Boden > 1 bis $1,5 \text{ t Pges ha}^{-1}$ und positive K-Bilanz bei Derbholz(Dh)nutzung

Stufe 5 – sehr hohe Vulnerabilität

- Phosphorvorrat im Boden $< 1,0 \text{ t Pges ha}^{-1}$ und/oder
- negative K-Bilanz bei Dh-Nutzung

Standortsverträgliche Nutzungsintensität

Stufe 1 – sehr geringe Vulnerabilität

- Vollbaumnutzung bei maximal jedem zweiten Eingriff

Stufe 2 – geringe Vulnerabilität

- Vollbaumnutzung bei maximal zwei Eingriffen in 100 Jahren

Stufe 3 – mittlere Vulnerabilität

- Nur Derbholznutzung (Dolomitkalkung)

Stufe 4 – hohe Vulnerabilität

- Schwächeres Derbholz möglichst teilweise im Bestand belassen (Dolomitkalkung, evtl. mit Holzaschebeimengung)

Stufe 5 – sehr hohe Vulnerabilität

- Schwächeres Derbholz im Bestand belassen (Nutzungseinschränkung unabdingbar!) (Dolomitkalkung, evtl. mit Holzaschebeimengung)

Kooperationen

- FAWF Team (M. Greve, J. Schuck, V. Schwappacher, H. W. Schröck, U. Wunn, J. Block)
- ZdF-Außenstelle Forsteinrichtung/Standortskartierung (Dr. J. Gauer)
- TU München, Waldwachstumskunde
- LUFA Speyer
- TU München, Waldernährung
- EU-LIFE+ FutMon
- DBU-Projekt „Entscheidungsunterstützungssystem zum Nährstoffentzug“







Foto: M. Greve Nähe Annweiler Forsthaus Frühjahr 2015

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Rheinland-Pfalz



Entnahme:
30 m/ha
1,5 kg P
13 kg K
18 kg Ca
2,8 kg Mg