

# Einsatz und Qualitätssicherung von Holzaschen bei der Bodenschutzkalkung im Wald – Erfahrungen aus Baden-Württemberg

Dr. Heike Puhlmann, Dr. Peter Hartmann  
FVA Baden-Württemberg  
Abt. Boden und Umwelt



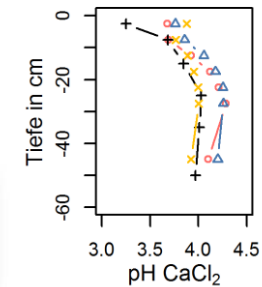
- Bodenschutzkalkungen

- Ziele
- Kalkungsprogramm Baden-Württembergs



- Holzaschen bei der Bodenschutzkalkung in Baden-Württemberg

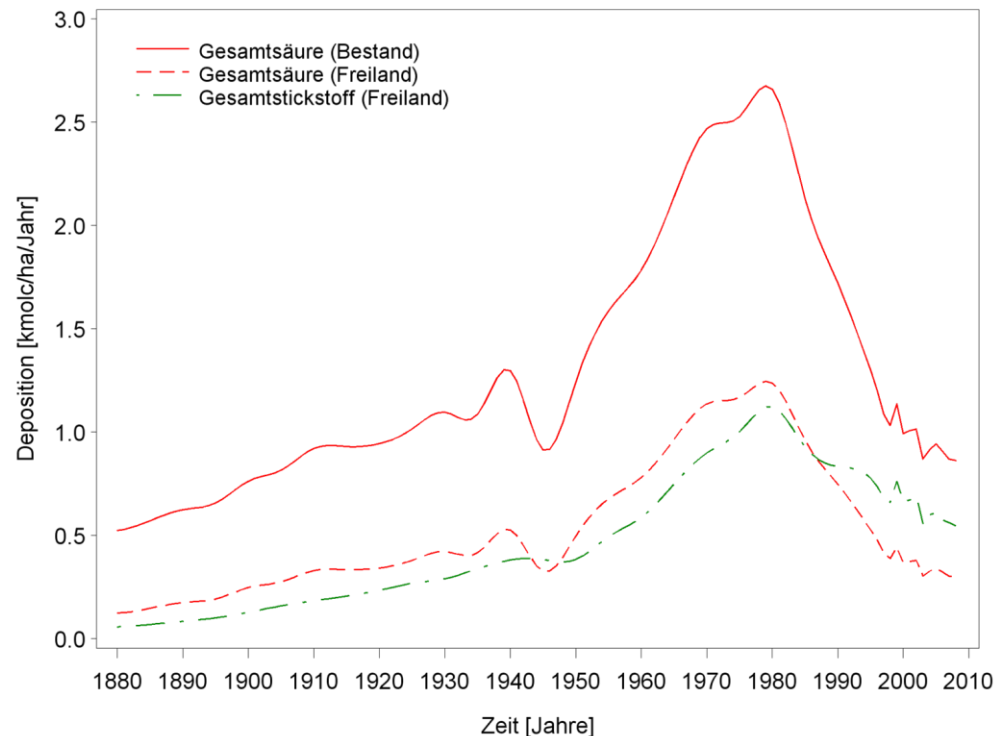
- Eingesetzte Materialien
- Qualitätssicherung
- Wirkung



- Fazit & Ausblick

Saure Depositionen haben die **Standortsqualität vermindert**:

- Auswaschen von basischen Kationen (Ca, Mg, K, Na)
- Verminderung der Pufferkapazität
- Nährstoffverlust (v.a. Mg, K) → Wachstums-/Ertragseinbußen
- auf Humusaufgabe beschränkter Nährstoffkreislauf → erhöhtes Stressrisiko



**Grundwassergefährdung:**

- Elementaustrag (Al, Mn, Fe, Schwermetalle)
- Schädigung der Bodenfauna → geringere Stickstoffbindung → Gefahr von Nitratausträgen

- Kalkungsprogramm ist Bestandteil der umfassenden Strategie der Landesforstverwaltung zum Nachhaltigkeitsmanagement
- **Regenerationsorientierte Bodenschutzkalkung:** Kompensation aktueller Säureinträge und Regeneration des natürlichen Nährstoffhaushalts der Böden
- Grundlage: **Kabinettsbeschluss (2010)** der Landesregierung mit dem Auftrag zur Umsetzung der regenerationsorientierten Bodenschutzkalkung
- Berechneter Kalkungsbedarf Stand 2010
  - 840.000 ha Waldfläche (ca. **61 % der Waldfläche**)
  - entspricht bei 40 Jahren Laufzeit Kalkung von
    - 4.800 ha/a Staatswald
    - 8.200 ha/a Kommunalwald
    - 8.000 ha/a Privatwald
- Kalkungsmaßnahmen im Wald **förderfähig** über den „Maßnahmen- und Entwicklungsplan Ländlicher Raum Baden-Württemberg 2014-2020“ (MEPL III)



- Dolomitische Gesteinsmehle: 3t/ha
- Dolomit-Holzasche-Mischungen: 3t/ha Dolomit + 1 t/ha Holzasche

## Ziel von Holzasche-Beimengungen:

- Ausgleich von Phosphor und Kalium, die versauerungsbedingt im Boden in Mangel geraten sind
- Alternative zu früher üblichen mineralischen Beimischungen (z.B. Kaliumsulfat)
- Kreislaufgedanke: Nährstoffe, die mit der Holzernte entzogen wurden, werden dem Ökosystem zurückgeführt
- Holzascherückführung nur auf Standorten mit Kalkungsbedarf, d.h. nur auf Standorten, bei denen P und K durch Versauerung verarmt sind



# Angespannte K-/P-Versorgung der Waldbäume in BaWü

- Perzentile der Nadel-/Blattspiegelwerte an den Punkten der Ernährungsinventur (8x8km-Raster)
- Standörtliche Differenzierung der Versorgungslage

		2001					2006					2011				
		10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%	10%	25%	50%	75%	90%
P	Fichte	1,05	1,21	1,40	1,66	1,94	1,31	1,50	1,74	2,02	2,34	1,37	1,54	1,82	2,02	2,31
	Tanne	0,85	0,98	1,13	1,34	1,53	1,03	1,17	1,44	1,66	1,89	0,99	1,18	1,44	1,85	2,16
	Buche	0,96	1,08	1,21	1,39	1,53	0,87	0,96	1,09	1,22	1,32	0,77	0,89	1,02	1,16	1,26
K	Fichte	2,80	3,55	4,28	5,29	6,27	4,65	5,45	6,53	7,43	8,49	3,66	4,12	5,04	5,80	6,72
	Tanne	4,21	4,64	5,93	7,18	8,10	5,31	5,68	6,37	7,03	7,93	4,35	5,21	6,28	7,35	9,05
	Buche	5,31	6,28	7,37	8,78	9,59	4,98	5,79	6,71	7,61	8,80	4,76	5,88	7,58	9,30	10,9

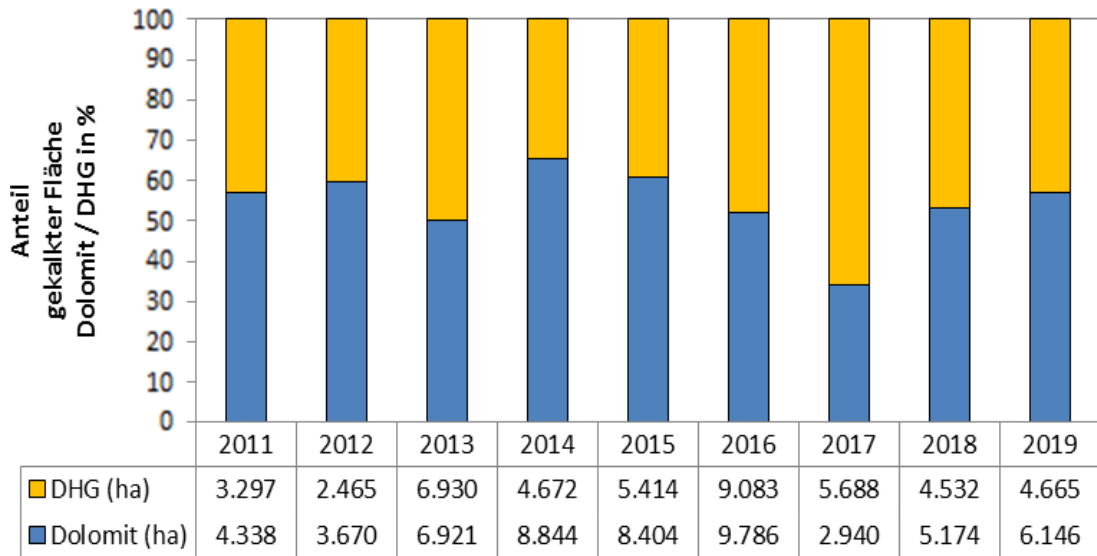
Fi, Ta: 1. Nadeljahrgang

Nährelementversorgungsstufe:



- Mehr als die Hälfte aller Tannen und nahezu alle Buchen sind nicht ausreichend mit Phosphor versorgt.
- Kaliumversorgung für die Hälfte aller Buchen und Fichten nicht ausreichend

- K- und P-Mangel vor allem auf aggregierten Standorten:
  - Aggregatoberflächen an P und K stark abgereichert
  - P und K fast ausschließlich im Aggregatinneren gebunden → kaum pflanzenverfügbar
- Standörtliche Empfehlung von Holzascheausbringung:
  - Anthropogen versauerte Böden: niedrige Basensättigung (<20%) im Oberboden und niedriges BC/Al-Verhältnis im Unterboden
  - Aggregierte Böden → pauschal für tonreiche Böden



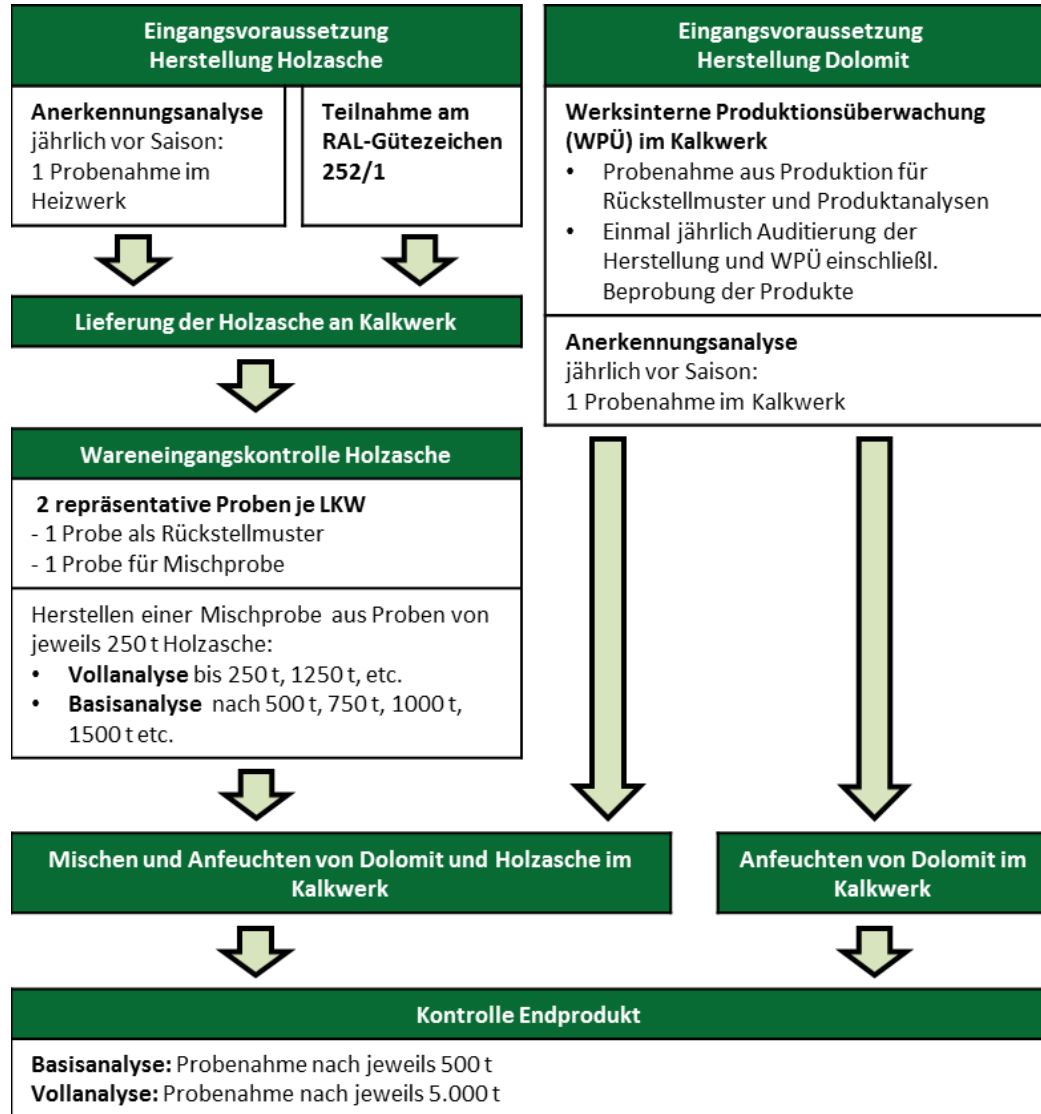
- Seit 2008 Beimischung von Holzasche im Rahmen der Dolomit-Ausbringung
- Einsatz von Dolomit-Holzasche-Gemischen aktuell auf ca. 40-50% der gekalkten Fläche



- Qualitätszertifizierung der Dolomit-Holzasche-Gemische über DLG
- Herkunft:
  - Ausschließlich aus naturbelassenem, unbehandeltem Holz
  - Keine Zyklonaschen oder Filterstaub
- Holzascheausbringung nur zusammen mit Bodenschutzkalkung:
  - Ascheanteil in Dolomit-Asche-Mischungen nicht >30%
  - Aschemenge in 15 Jahren nicht über 2,5 t/ha
- DüMV definiert Grenzen für Schwermetallgehalte
- Anforderung an wirksame Bestandteile:
  - 75 Gew.% Gesamtkarbonat
  - 12 Gew.% MgO
  - 1,0 Gew.% K<sub>2</sub>O
  - 0,3 Gew.% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
  - mind. 50 Gew.% Körnung <0,1mm
  - 10 Gew.% Wassergehalt



# Qualitätssicherung im Rahmen des DLG-Gütesiegels



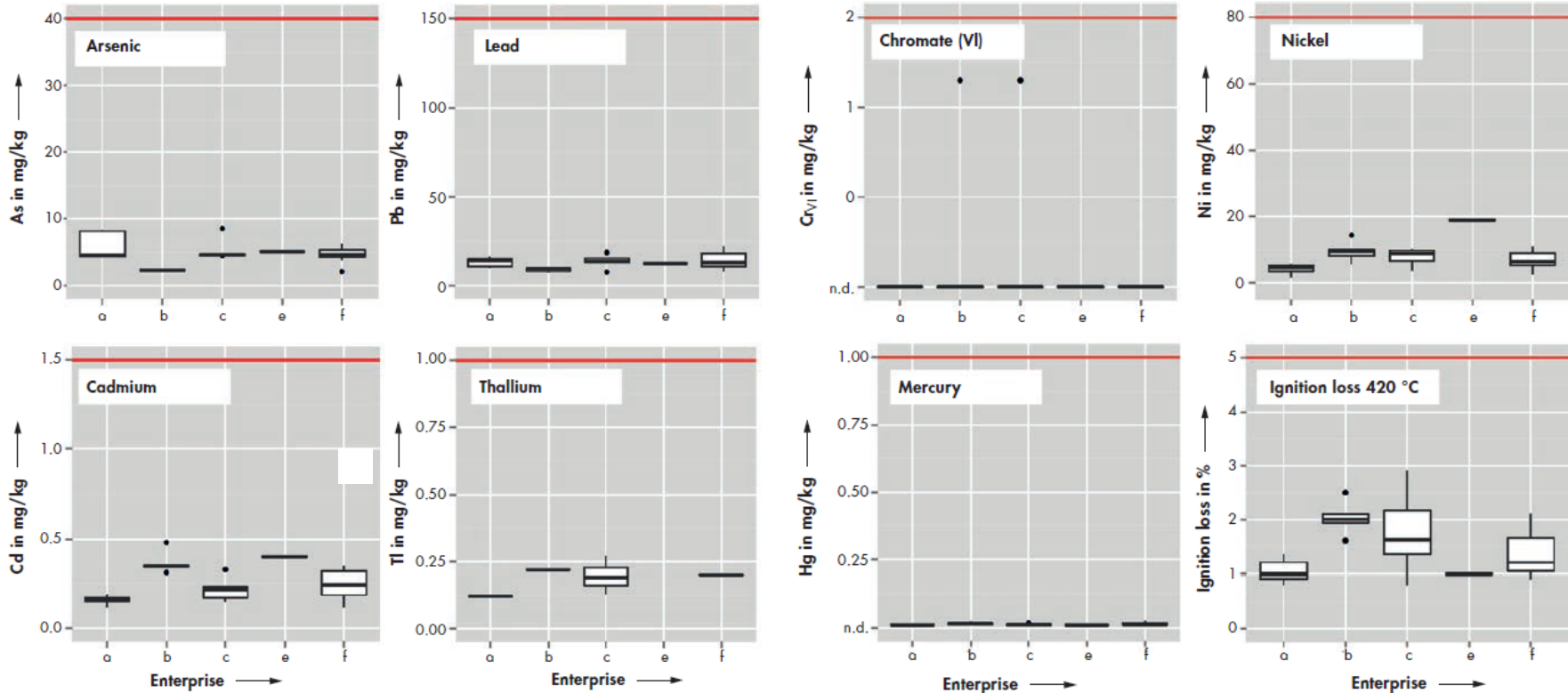
Tab. 8: Qualitätskriterien für Dolomit-Holzrasche, angefeuchtet, Vollanalyse

Qualitätskriterium	Anforderung	Toleranz	Quelle der Anforderung
Wassergehalt	10 % FM	±2 %-Pkt.	LFV BW
pH-Wert	<11,5	-	VO (EG) Nr. 1272/2008
Alkalische Reserve	nicht reizend	-	LFV BW <sup>*)</sup>
Magnesium (MgO-Äquivalent)	≥10 % TM	-1 %-Pkt.	LFV BW
Gesamtcarbonat (CaCO <sub>3</sub> +MgCO <sub>3</sub> )	≥75 % TM	-3 %-Pkt.	LFV BW
Kaliumoxid (K <sub>2</sub> O), mineralsäurelöslich	>1 % TM	-0,2 %-Pkt.	LFV BW
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), mineralsäurelöslich	>0,3 % TM	-0,1 %-Pkt.	LFV BW
Siebdurchgang 2 mm, nass	≥98 %	-2 %-Pkt.	LFV BW
Siebdurchgang 0,1 mm, nass	≥50 %	-10 %-Pkt.	LFV BW
Glühverlust bei 420 °C, in Anlehnung an DIN EN 15169 (Indikator für DTE, Dioxine, dlPCB)	<5 % TM	-	LFV BW
Arsen (As)	<20 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>
Blei (Pb)	<100 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>
Chrom VI, (Cr VI)	<1,2 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>
Cadmium (Cd)	<1,0 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>
Nickel (Ni)	<40 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>
Quecksilber (Hg)	<0,5 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>
Thallium (Tl)	<0,5 mg/kg TM	+50 %	LFV BW <sup>*)</sup>

<sup>\*)</sup> Kennzeichnungswert nach DüMV  
<sup>\*\*)</sup> Kennzeichnungswert nach VO (EG) Nr. 1272/2008 für reizend

<https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/informationen-fuer-hersteller/betriebsmittel-pruefungen-und-dienstleistungen/bodenschutzkalkung/>

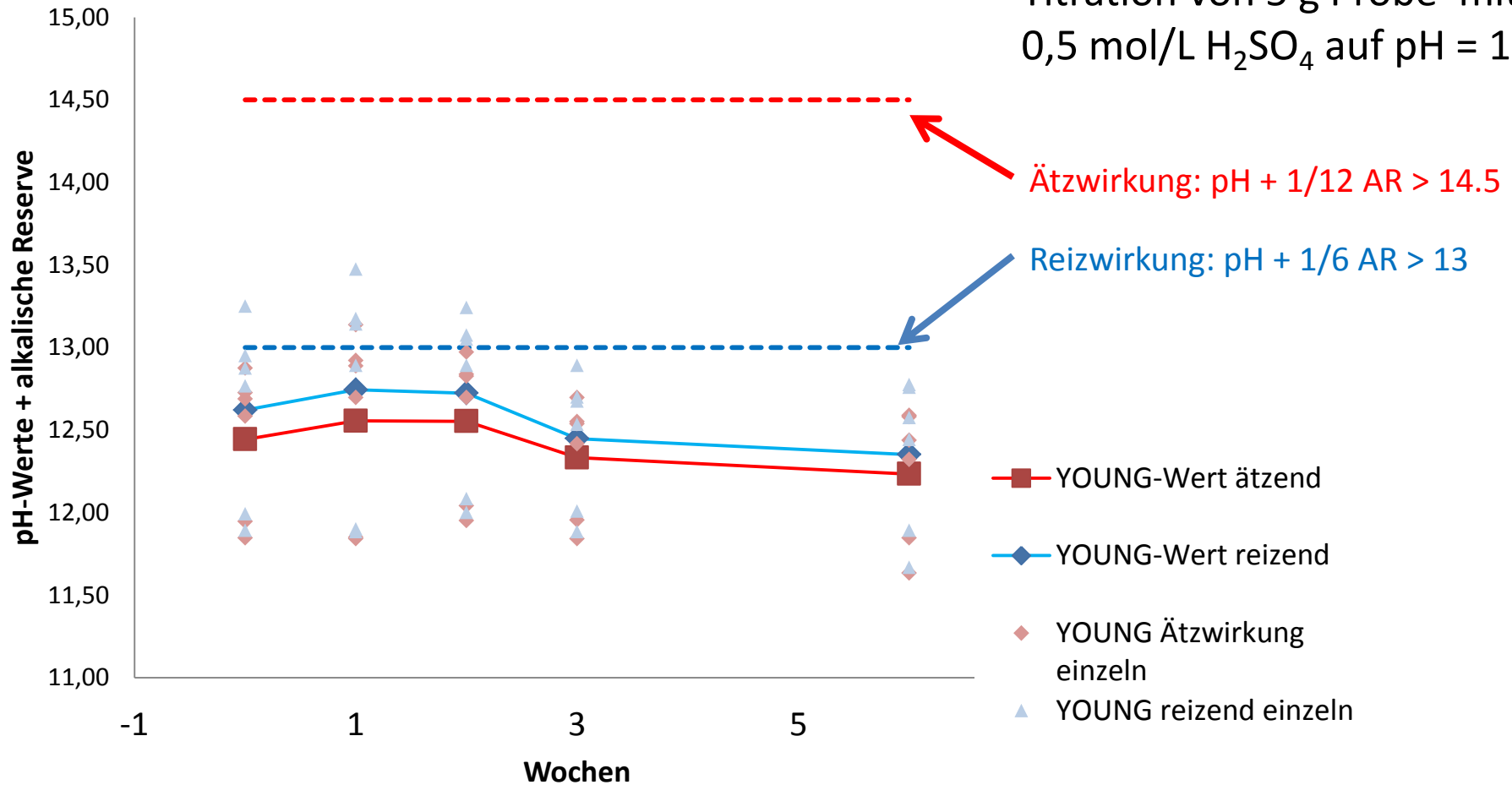
- Bislang keine Überschreitung von Schadstoffgrenzwerten im Rahmen der QS-Analytik



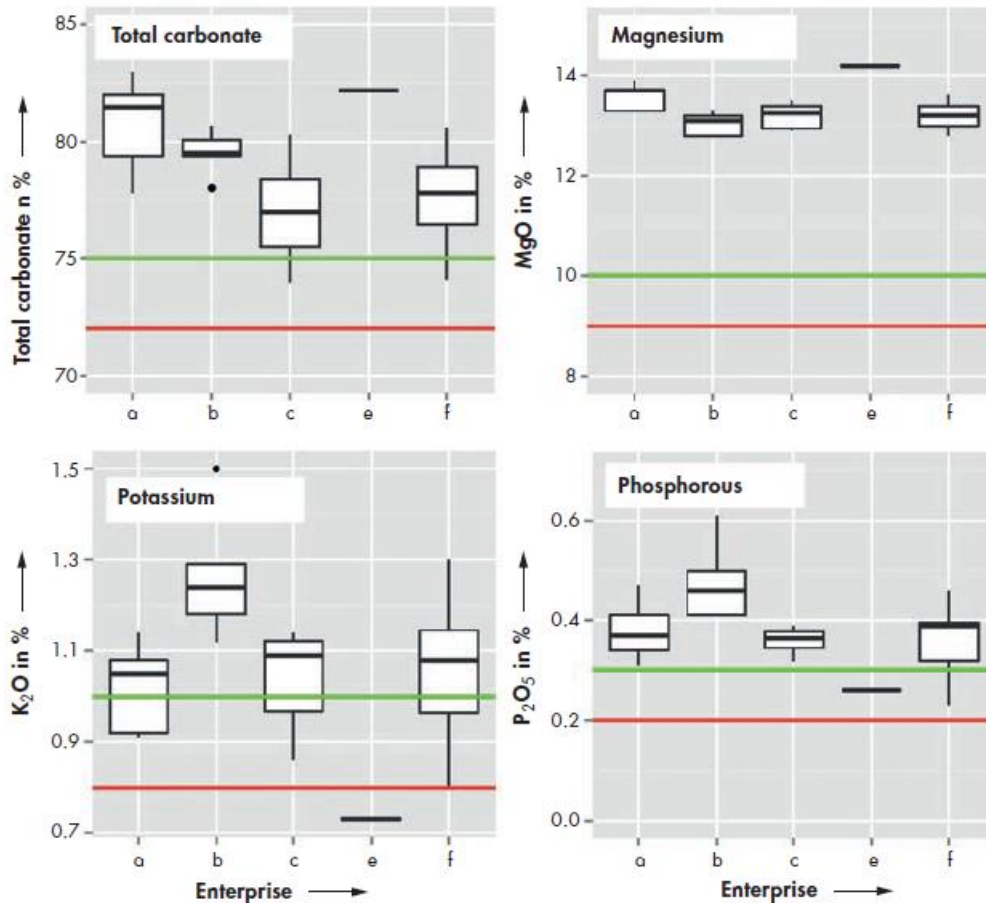
Aus: von Wilpert et al. 2016. Quality control in a wood ash recycling concept for forests. VGB PowerTech Journal, 4, 67-72.

# Qualitätssicherung: Alterung von Holzaschen zur Minderung der Reizwirkung

- Bewertung der Ätz-/Reizwirkung nach YOUNG: – pH-Wert
- alkalische Reserve (AR): Titration von 5 g Probe mit 0,5 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> auf pH = 10



- Gelegentliche Unterschreitung der Nährstoffanforderungen



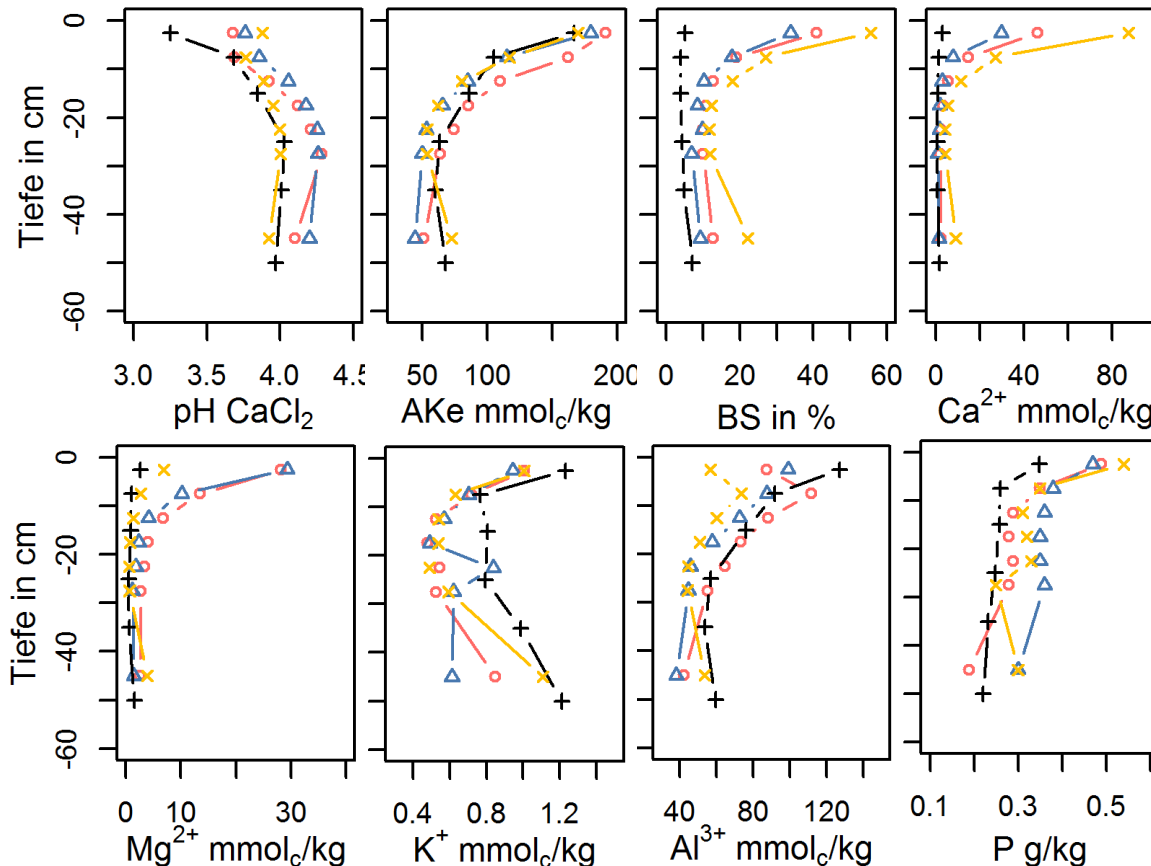
- Vor allem Kalium problematisch:
  - K wird bei typischen Verbrennungstemperaturen (800-1000 K) teilweise verbrannt (K vs. Schwermetalle!)
  - Problem v.a. in großen Heizwerken → verstärkte Einbindung von kleinen Anlagen durch Pool-Zertifizierung

Aus: von Wilpert et al. 2016. Quality control in a wood ash recycling concept for forests. VGB PowerTech Journal, 4, 67-72.



# Wirkung der Holzasche auf Bodenzustand

- Bodenchemische Analysen 20 Jahre nach Kalkungsversuch (1994)
- Verbesserung des chemischen Milieus auch 20 Jahre nach der Ausbringung
- Wirkung bis in Unterboden

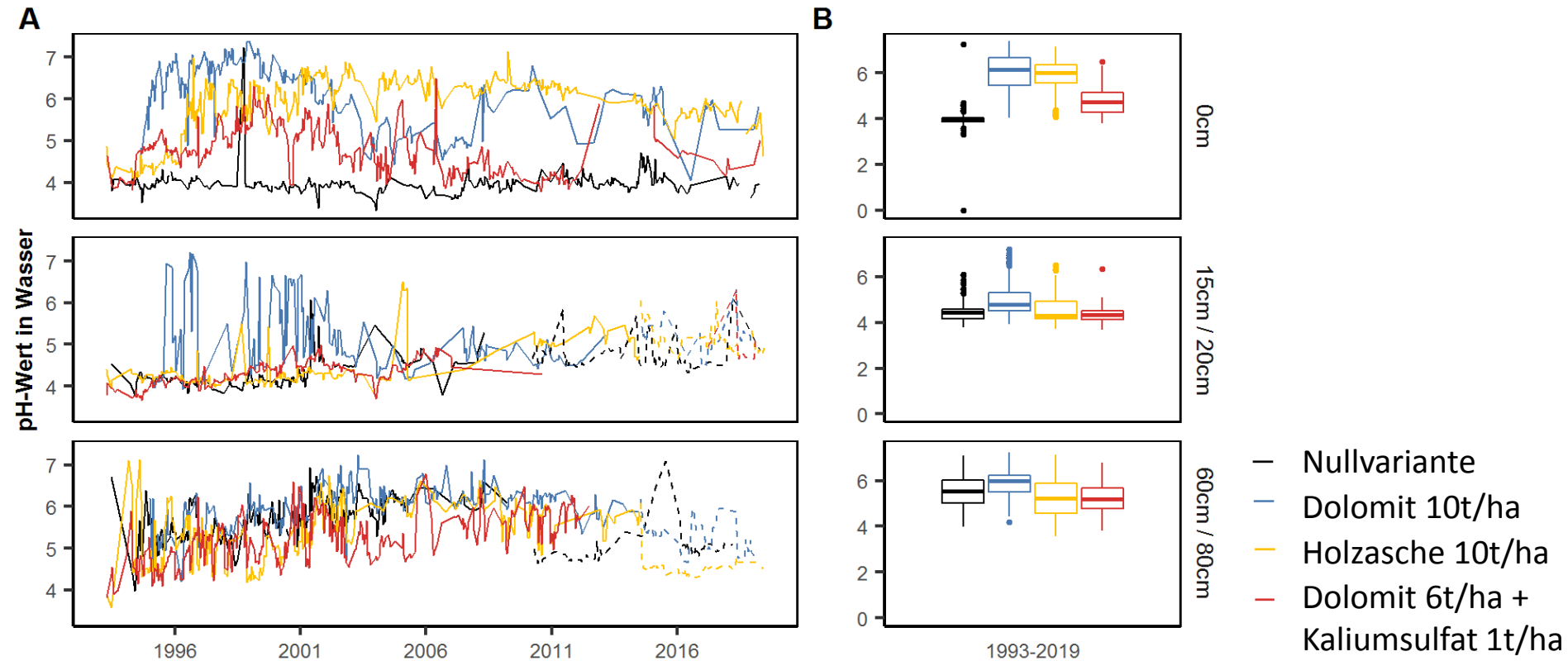


- Positive Wirkung von HA vor allem auf BS und Ca (Zunahme stärker als in DOL-Variante)
  - P-Zunahme auch bei DOL (Mobilisierung aus der Auflage)
  - K-Verlust bei HA und DOL
- + Nullvariante  
 △ Dolomit 10t/ha  
 × Holzasche 10t/ha  
 ○ Dolomit 6t/ha + Kaliumsulfat 1t/ha

# Wirkung der Holzasche auf das Bodensickerwasser

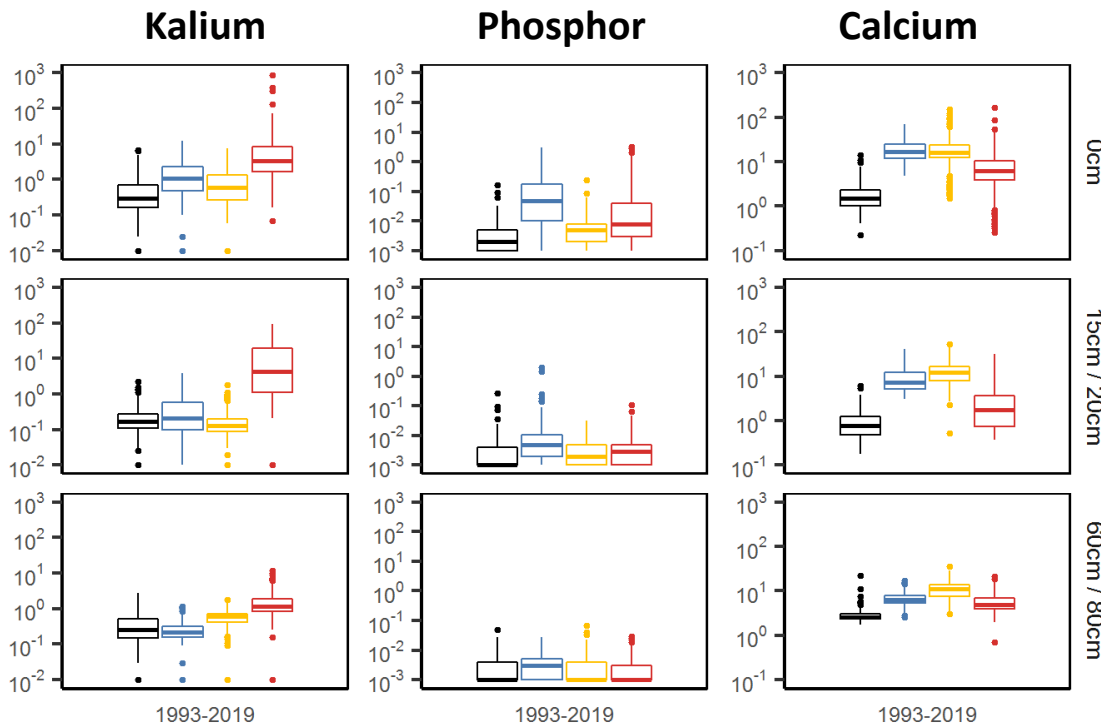
14

- Starke Reaktion der pH-Werte in Humusauflage
- (unaufgemahlene) Holzasche wirkt verzögert (Humus und oberer Mineralboden)
- Im tiefen Mineralboden Unterschiede zur Nullvariante nur bei Dolomit



K

- HA kaum Wirkung im Oberboden, aber leichte Erhöhung im Unterboden
- Schnelle Auswaschung von K aus Holzasche → schnelle Verlagerung und Anreicherung im Unterboden
- Erhöhung bei DOL aufgrund K-Mobilisierung in Auflage



P

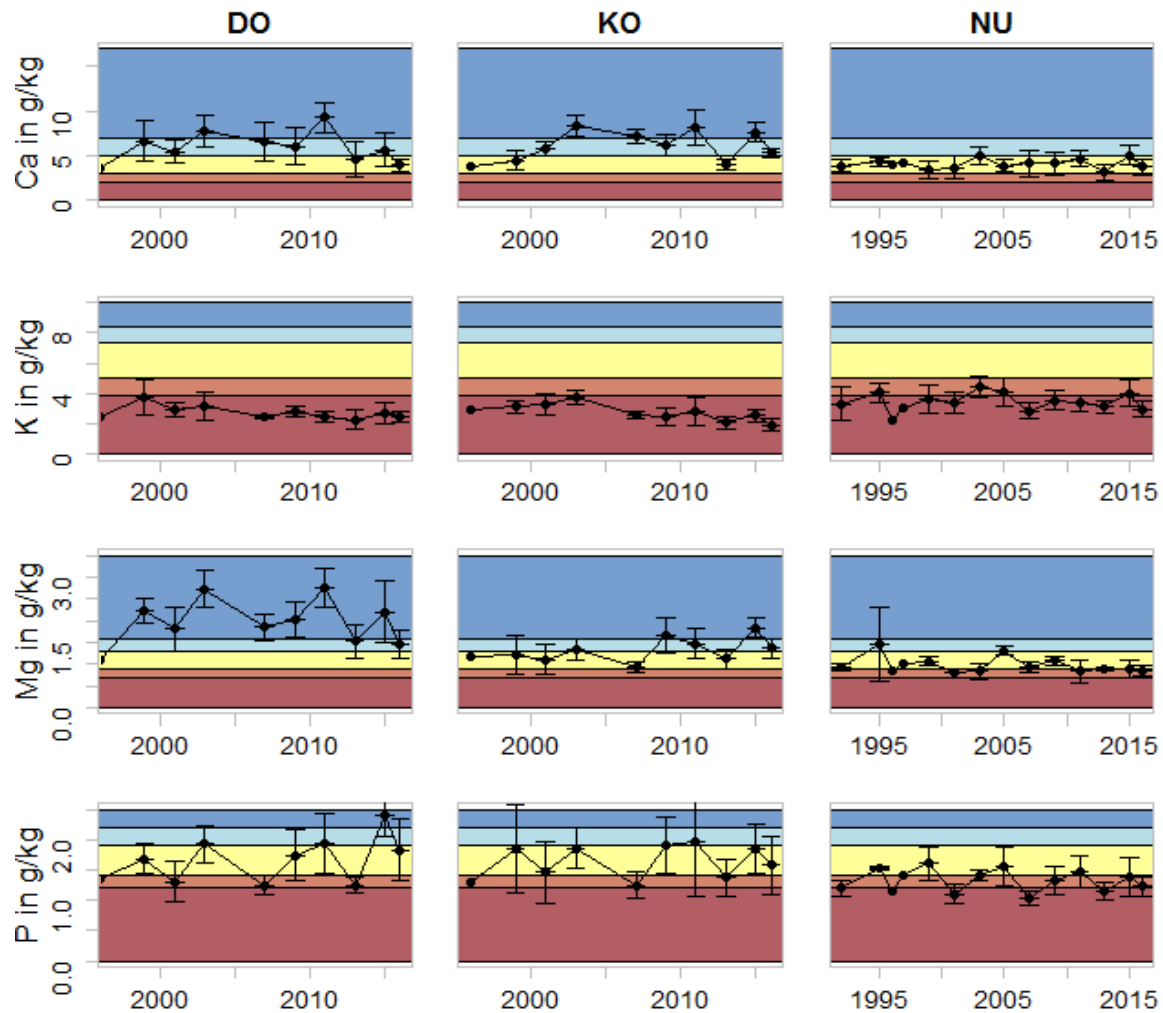
- P-Konz. insgesamt sehr gering
- Holzasche bewirkt keine nachweisbare Erhöhung der P-Konz. → P aus Holzasche nur schwer löslich

Ca

- Erhöhte Ca-Konz. bei allen Varianten
- HA und DOL ähnliche Wirkstärke

# Wirkung der Holzasche auf Bestandesernährung

16



- Nadelspiegelwerte an Fichten auf den Versuchsflächen
- Ca- und P-Versorgung sowohl bei DOL als auch bei HA verbessert
- Mg-Versorgung bei DOL deutlich, bei HA tendenziell verbessert
- Verschlechterung der K-Versorgung bei DOL und HA



- In Heizwerken anfallende Aschen können routinemäßig die geforderten Schadstoffgrenzwerte und Nährstoffvorgaben erfüllen

- Positive Wirkung der Holzasche auf Bodennährstoffvorräte und Bestandesernährung, Ausnahme K!

	Dolomit				Holzasche			
	Ca	Mg	K	P	Ca	Mg	K	P
Boden	↑	↑↑	↓↓	↑↑	↑	↑	↓↓	↑↑
Ernährung	↑↑	↑↑	↓	↑	↑↑	↑	↓	↑

- Basische Wirkung der Holzasche ermöglicht Substitution von Dolomit
- Erhöhung der K-, P-Gehalte → Einschränkung bei Ausgangsstoffen? Optimierung der Veraschungsverfahren?
- Produktformulierung für
  - bessere Löslichkeit von Phosphor
  - geringere Löslichkeit von Kalium
  - bessere Tiefenwirkung

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

