Forschungsprojekt EnNa: **Energieholzernte und stoffliche Nachhaltigkeit in Deutschland**

Gerald Kändler
K. von Wilpert, H. Puhlmann, C. Vonderach, C. Sucker (FVA)
B. Ahrend, S. Rumpf, J. Nagel, U. Klick, C. Klinck, u.a. (NW-FVA)
W. Weis, D. Köhler, C. Kölling, u.a. (LWF)

FVA vor Ort, Kloster Schöntal
04.07.2018

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

1. Problemstellung, Projektziele
2. Berechnung der nutzungsfreien Stoffbilanz
   - Deposition, Verwitterung, Sickerwasseraustrag
   - Nährstoffvorrat im Boden
3. Nährstoffentzüge mit der Holzernte
   - Szenarien: MIN, REAL, MAX
4. Gesamtbilanzen
5. Synthese
   - Handlungsmöglichkeiten
6. Ausblick

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

- Erhöhte **Energieholz**nachfrage
- Nationale Forschungsstrategie **Bioökonomie** 2030 der Bundesregierung
  - „Ausbau der stofflichen Nutzung von Biomasse unter Kombination von biotechnischen und chemischen Konversionsverfahren“

- Biomassenutzung = Entzug essentieller Nährelemente
  - Durch Nutzung von Rinde und Kronenmaterial verstärkt!
- Frage der Nährstoff-Nachhaltigkeit
- Kritische Sicht erhöhter Biomassenutzung
- Frage nach Handlungsoptionen
- Bundesweiten Betrachtung

Projektziele

- Entwicklung eines **methodischen** Rahmens zur (bundesweiten) Ermittlung von Nährstoffbilanzen
- **Quantitative** Beschreibung der aktuellen Situation
- Ableitung von **Handlungsoptionen**

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Methodik | EnNa

Stoffbilanz-Ansatz

$$nfSB = D + V - S + pBV$$

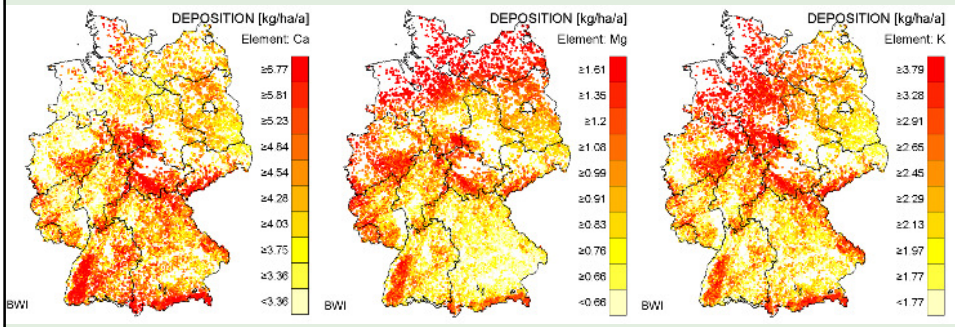
$$GB = D + V - S + pBV - E$$

Betrachtung von **Ca, Mg, K**

nfSB	→	nutzungsfreie Stoffbilanz
GB	→	Gesamtbilanz
D	→	Deposition
V	→	Verwitterung
S	→	Sickerwasserverlust
pBV	→	0,1% pflanzenverfügbarer Bodenvorrat
E	→	Ernteentzüge

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

Deposition

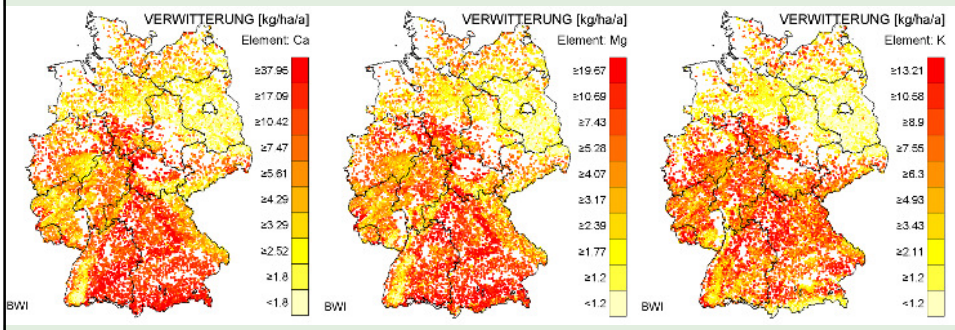


- Mg: stark meeresbürtig; (inzwischen) anthropogen weitgehend unbeeinflusst
- K: regionale Quellen (Landwirtschaft)
- Ca: ??? Maximale Einträge vorwiegend in Mittelgebirgen

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

Verwitterung

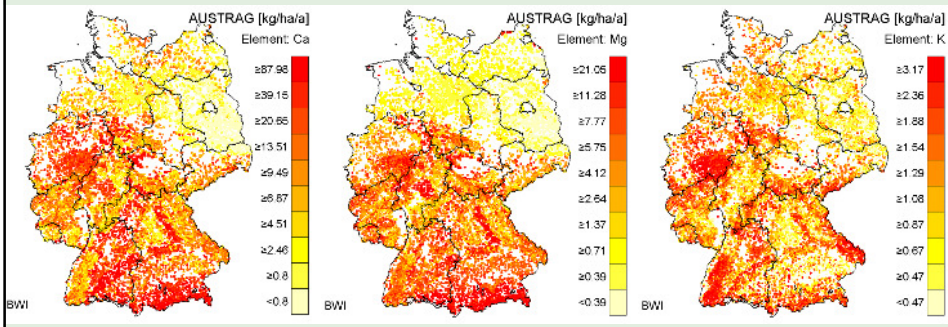


- Mg, K: Verwitterungsfreisetzung i.d.R. größer als Eintrag mit Deposition
- Ca: auf nichtkarbonatischen Standorten überwiegt Eintrag mit Deposition

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

Sickerwasseraustrag

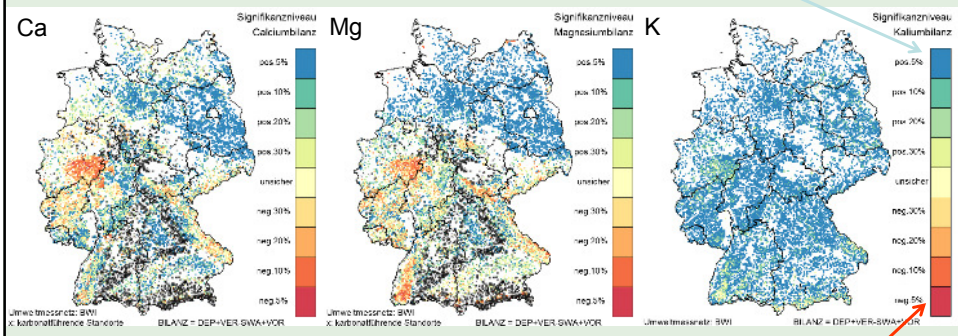


- Ca, Mg: Sickerwasserverluste häufig größer als Einträge (Deposition, Verwitterung); Austräge nur dort klein, wo Bodenvorrat gering ist
- K: Sickerwasserverluste meist kleiner als Nachlieferung mit Verwitterung

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

nutzungsfreie Stoffbilanz (inkl. *pBV*):

Signifikanter Bilanzüberschuss

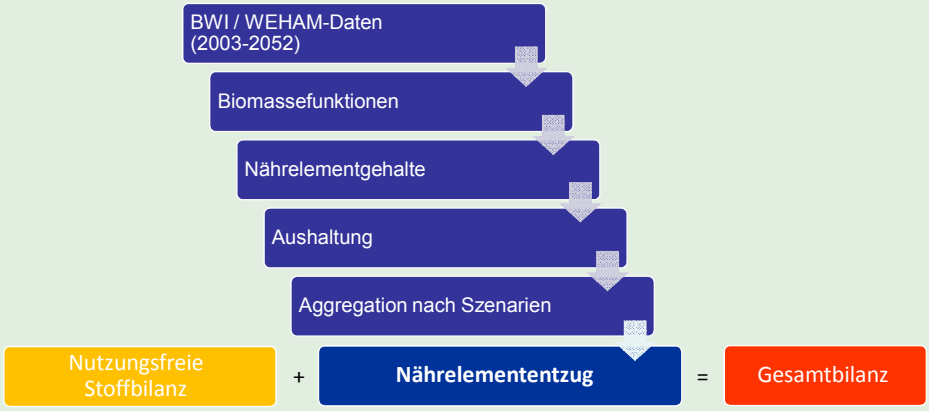


- Vorzeichen und Größe der Stoffbilanzen regional sehr unterschiedlich
- Ca, Mg: negative Stoffbilanzen v.a. in den kristallinen Mittelgebirgen
- Überwiegend positive Bilanzen für Kalium

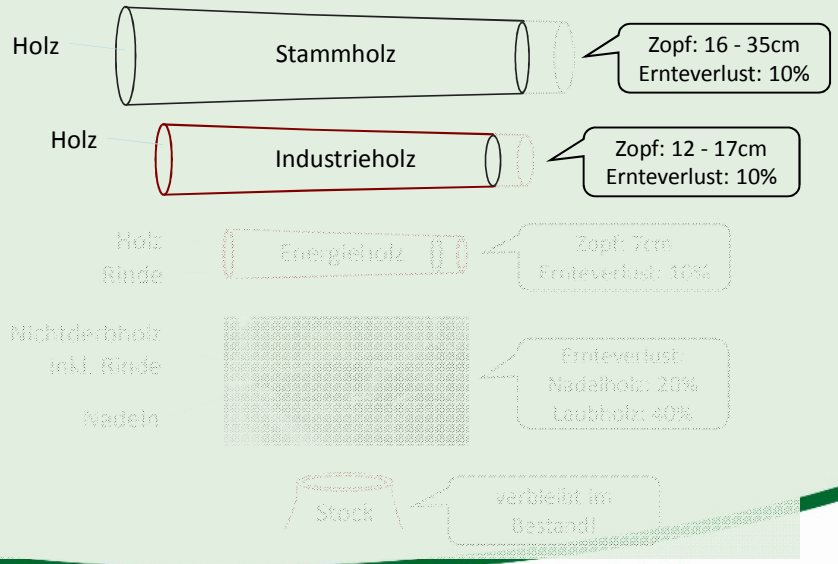
Signifikantes Bilanzdefizit

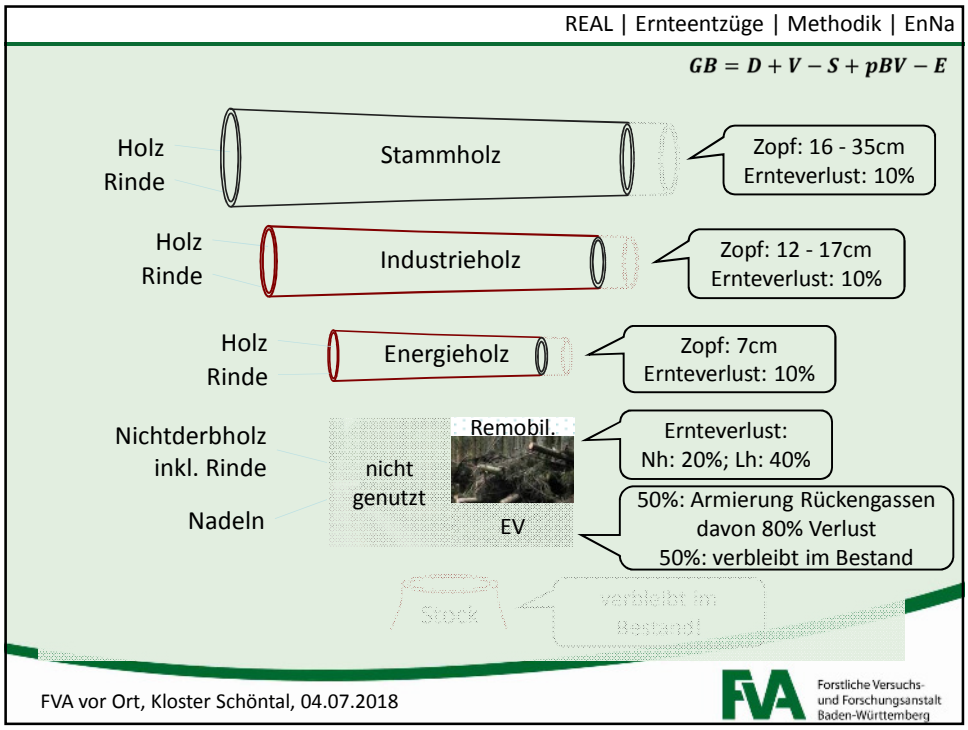
$$GB = D + V - S + pBV - E$$

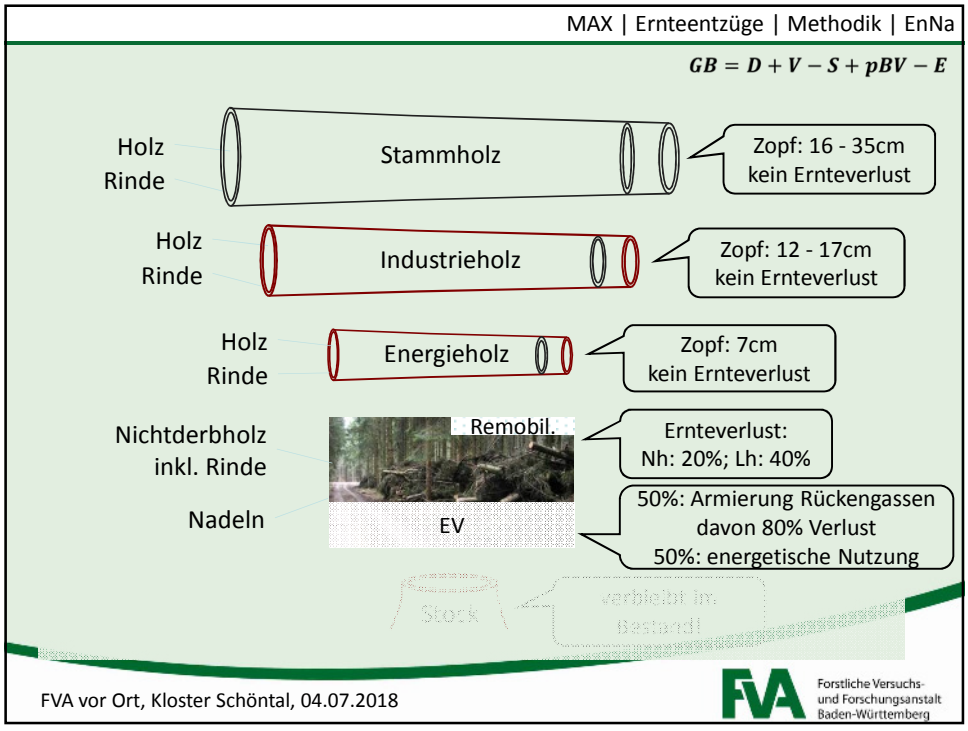
Schätzung der Nährelemententzüge an den BWI-Traktecken



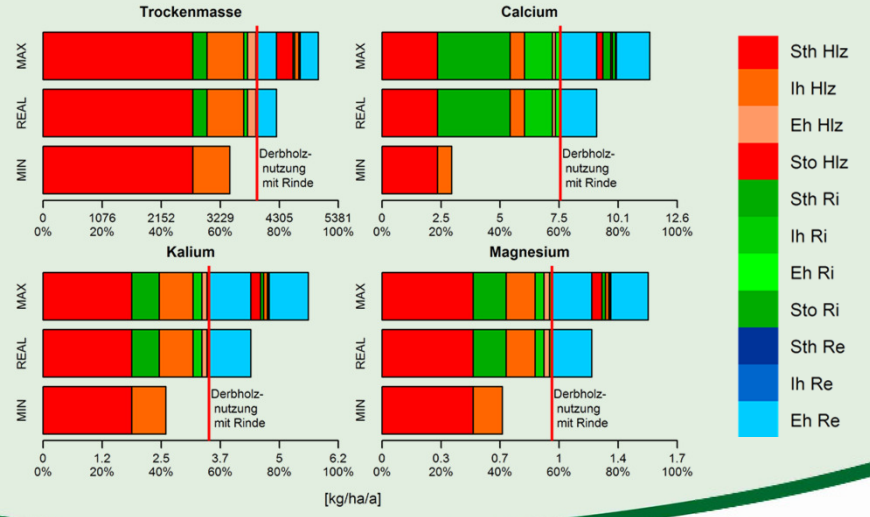
$$GB = D + V - S + pBV - E$$




REAL | Ernteentzüge | Methodik | EnNa
$GB = D + V - S + pBV - E$
Holz
Rinde
Stammholz
Zopf: 16 - 35cm
Ernteverlust: 10%
Holz
Rinde
Industrieholz
Zopf: 12 - 17cm
Ernteverlust: 10%
Holz
Rinde
Energieholz
Zopf: 7cm
Ernteverlust: 10%
Nichtderbholz
inkl. Rinde
Nadeln
nicht
genutzt
Remobil.
EV
Ernteverlust:
Nh: 20%; Lh: 40%
50%: Armierung Rückengassen
davon 80% Verlust
50%: verbleibt im Bestand
Stock
verbleibt im Bestand!
FVA vor Ort, Kloster Schöntal, 04.07.2018
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg


MAX | Ernteentzüge | Methodik | EnNa
$GB = D + V - S + pBV - E$
Holz
Rinde
Stammholz
Zopf: 16 - 35cm
kein Ernteverlust
Holz
Rinde
Industrieholz
Zopf: 12 - 17cm
kein Ernteverlust
Holz
Rinde
Energieholz
Zopf: 7cm
kein Ernteverlust
Nichtderbholz
inkl. Rinde
Nadeln
Remobil.
EV
Ernteverlust:
Nh: 20%; Lh: 40%
50%: Armierung Rückengassen
davon 80% Verlust
50%: energetische Nutzung
Stock
verbleibt im Bestand!
FVA vor Ort, Kloster Schöntal, 04.07.2018
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

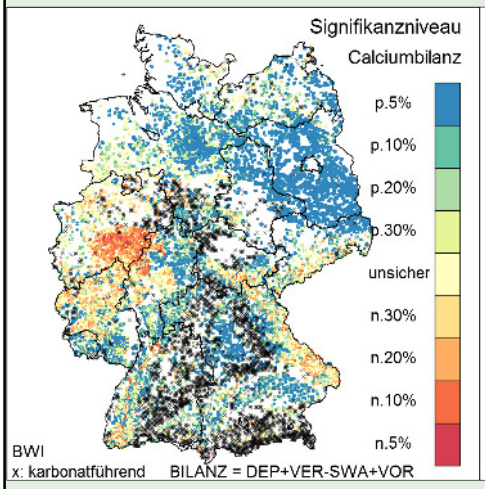
$$GB = D + V - S + pBV - E$$



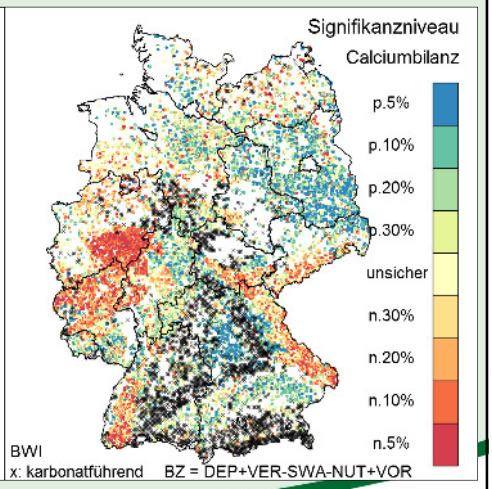
Gesamtbilanz: Calcium

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

ohne Nutzung



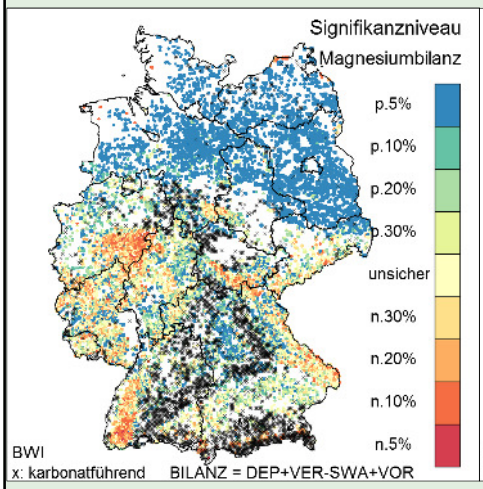
REAL



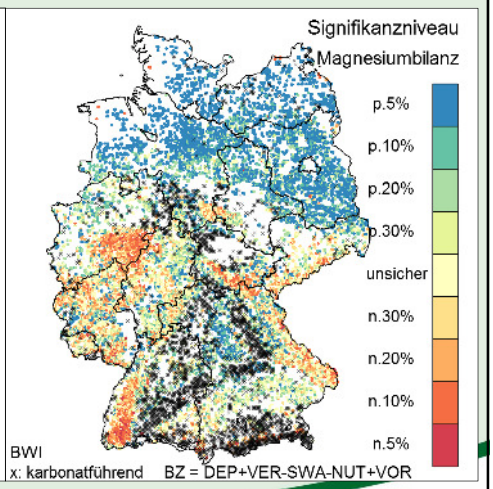
Gesamtbilanz: Magnesium

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

ohne Nutzung



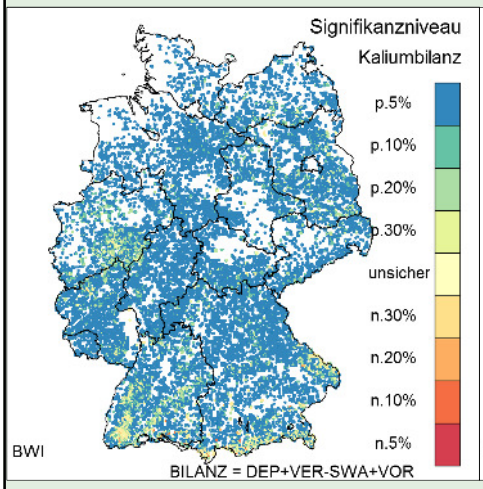
REAL



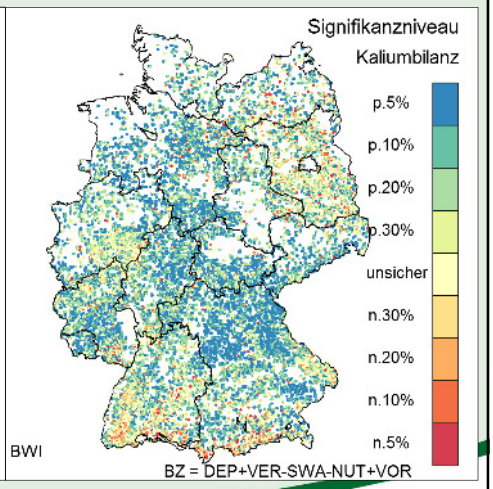
Gesamtbilanz: Kalium

$$GB = D + V - S + pBV - E$$

ohne Nutzung

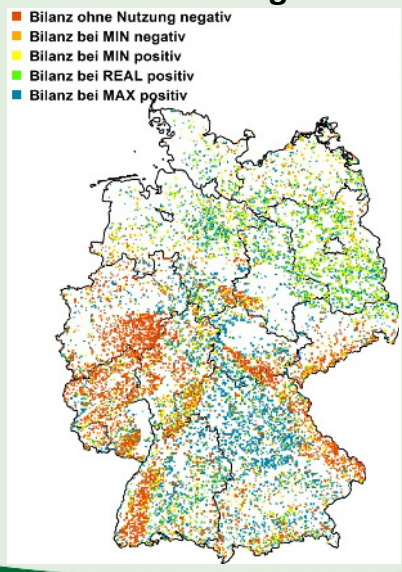


REAL



Gesamtbilanz: Ca & Mg & K

$$GB = D + V - S + pBV - E$$



Wie beeinflusst die Ernte die Nährstoffbilanz?

- **Ca**: Ernteexport verschiebt auf vielen Standorten die Bilanz in den negativen Bereich
- **Mg**: Ernteexport unbedeutend
- **K**: Ernteexport wichtigster Verlustpfad, aber Gesamtbilanzen bleiben i.d.R. positiv

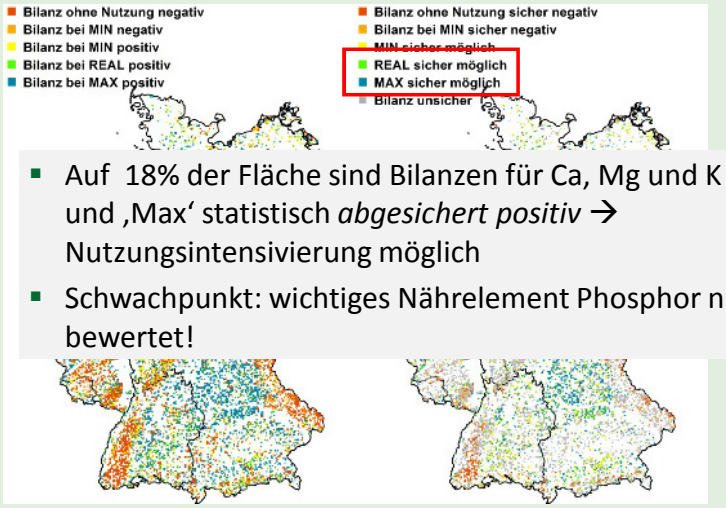
Nährstoffverluste: Sickerwasser vs. Holznutzung

- Relation erntebedingter Verlust zu Sickerwasseraustrag
- Unterschiedlich nach Element und Standort
- **K**: überwiegend Ernteexport
- **Mg**: Anteil Ernteverlust nur dort hoch, wo kaum Sickerwasser auftritt (Nordostdeutschland)
- **Ca**: z.T. bedeutende Ernteverluste auch in anderen Regionen

Stoffbilanzen als Nachhaltigkeitsindikator →Ableitung forstlicher Handlungsoptionen

1. Nutzungsintensivierung
2. Nutzungsreduktion
3. Nährstoffrückführung
4. Fazit

Option Nutzungsintensivierung



- Auf 18% der Fläche sind Bilanzen für Ca, Mg und K bei ‚Real' und ‚Max' statistisch *abgesichert positiv* → Nutzungsintensivierung möglich
- Schwachpunkt: wichtiges Nährelement Phosphor nicht bewertet!

Option Nutzungsreduktion

- Auf 19% der Fläche sind Bilanzen für Ca, Mg oder K bei ‚Real', ‚Min' oder bereits ohne Nutzung statistisch abgesichert negativ → Nutzungsreduzierung sinnvoll.
- Aber: Nutzungsreduktion alleine reicht u.U. nicht aus, um Nährbilanzdefizite zu schließen (v.a. wenn nutzungsfreie Stoffbilanz bereits negativ ist).

Flächenanteil negativer Bilanzen

- Stärkster Anstieg negativer Bilanzen von ‚Min' zu ‚Real'
- 19% der Fläche hat bei Nutzung ‚Real' eine statistisch abgesicherte negative Bilanz.
- Bei Nutzung ‚Min' verringert sich der Anteil auf 9%.
- Bei Nutzung ‚Max' hat 25% der Fläche eine negative Bilanz.

Allheilmittel Nutzungsreduktion?

- Reduktion der Produktionsintensität = **Ertragsverluste**
- Stärkste Nutzungseinschränkungen betreffen **vorratsreiche Nadelwaldgebiete** (kristalline Mittelgebirge, Sauerland)
  - Ertragseinbußen
  - Übergeordnete Bedeutung von Nadelwäldern hinsichtlich CO_2-Substitution

Allheilmittel Nutzungsreduktion?

- **Klimawandel**: notwendige Reduktion der CO_2-Emissionen ohne Holznutzung kaum zu erreichen
- **Ökologische Folgen** von Nutzungsaufgabe, z.B. Export der Probleme bei Holznutzung aus dem Ausland, Trinkwasserschutzfunktion
- Selbst ohne Nutzung weist **ein Drittel der Standorte negative Bilanzen** für mindestens eines der drei Nährelemente auf.
- **Nutzungsreduktion** häufig **nicht ausreichend**, um defizitäre Bilanzen zu schließen

Option Nährstoffrückführung

- Auf 9% der Traktecken sind Bilanzen für Ca, Mg oder K bei ‚Min' oder bereits ohne Nutzung statistisch abgesichert negativ.
- Nutzungsreduzierung reicht dort nicht aus.
- Nährstoffrückführung nötig, um Bilanzdefizite zu schließen.

Möglichkeiten der Nährstoffrückführung

- Bilanzdefizite bei **Ca + Mg**: Kalkung mit Dolomit
- Bilanzdefizite bei **Ca + Mg + K**:
  - Ausbringung von Dolomit-**Holzasche**-Gemischen
  - Holzasche: gleichzeitige Verbesserung der Phosphor-Versorgung

Handlungsoptionen| EnNa

Möglichkeiten der Nährstoffrückführung

- Bilanzdefizite nur bei **K** (v.a. carbonatische Standorte):
  - bislang keine praktizierte technische Lösung
  - Versuche mit Rindenmulch-Holzasche-Pellets in Bayern
- Kalkung: neben Bilanzverbesserung auch pH-Erhöhung, Stabilisierung der Bodenpufferfunktionen etc.

FVA vor Ort, Kloster Schöntal, 04.07.2018

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Schlussfolgerungen

- Bilanzierungsansatz ermöglicht **Abgrenzung** von Arealen, mit unterschiedlichen Nutzungsintensitäten.
- **Nutzungsreduktion** von ‚Real' auf ‚Min' auf vielen Standorten theoretisch zum Schließen defizitärer Bilanzen geeignet.
- **Sinnvolle technische Innovationen** wie Entrindung des Derbholzes im Bestand möglichst schnell umsetzen - machbar?
- Auf vielen Standorten ist (zusätzlich) **Nährstoffrückführung notwendig**.
- **Bewusstseinsbildung** für Nährstoffproblematik!

Ausblick

- Umsetzung in ein praxisnahes, auf Betriebsebene nutzbares **Entscheidungsunterstützungssystem**?
- Anwendung im Rahmen der **Forsteinrichtung**?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gefördert durch:
Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.