



Natuurherstel met mineralen

Hoe bereiken we een nieuw evenwicht?

Wat is een Mineraal?

“Hun zeggen dat pindakaas mineralen bevat!”

Een **mineraal** is een chemische verbinding of element met een [kristalstructuur](#), die als vaste stof in de vrije natuur voorkomt en gevormd is door geologische processen. (Wikipedia)

Apatiet ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) is dus wel een mineraal maar Ca (calcium) en PO_4 (fosfaat) niet.

Kwarts, Kaliveldpaat, Albiet, Muscoviet, Biotiet, Chloriet, Epidoot, Granaat en Amfibool zijn de belangrijkste NL bodemmineralen.

De Antropogene Massa Extinctie

- Reeds uitgestorven of hard op weg: Hop, Goudplevier, Ortholaan, Duinpieper, Grauwe Klauwier, Korhoen, Draaihals, Tapuit
- En dat zijn alleen nog maar vogels.
- Wat nu als de eik in NL over 20 jaar verdwenen is?



De belangrijkste of enige bron van nutriënten voor de natuur is de bodem

- Bodemmineralen zijn de primaire bron van nutriënten voor plant en dier in de natuur.
- Bodemmineralen gaan niet eeuwig mee
- De achteruitgang biodiversiteit is grotendeels een bodemvruchtbaarheids kwestie



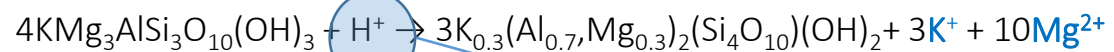
Door verwerking worden nutriënten uit mineralen vrijgemaakt



Vulkanische mineralen (snelle verwerking, hoge vruchtbaarheid):

Phlogopiet

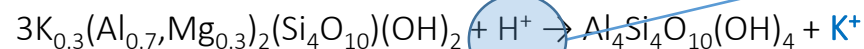
Smectiet/Illiet



Kleimineralen (langzame verwerking, vruchtbaar):

Smectiet/Illiet

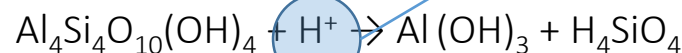
Kaolien



(Hydr)oxiden (geen verwerking, geen vruchtbaarheid):

Kaolien

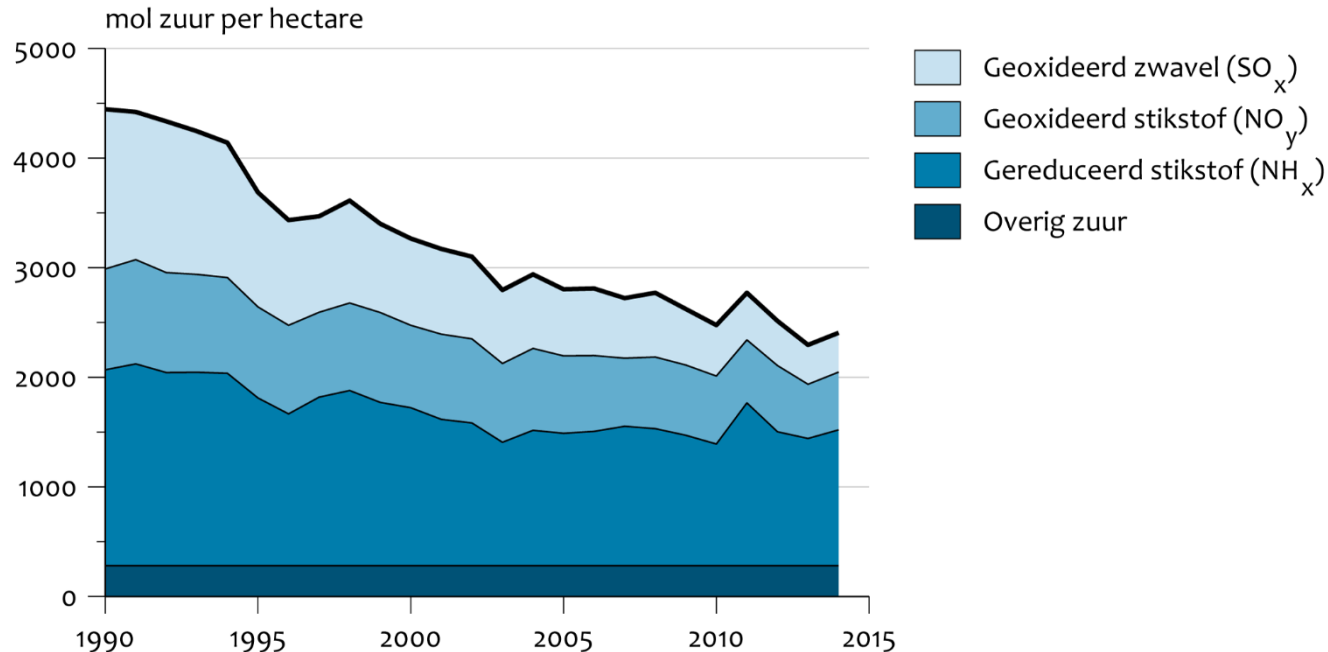
Boehmiet



Zuur



Zure en verzurende depositie heeft dit proces sterk versneld



Bron: RIVM, 2015.

PBL/okt15
www.clo.nl/nl018415

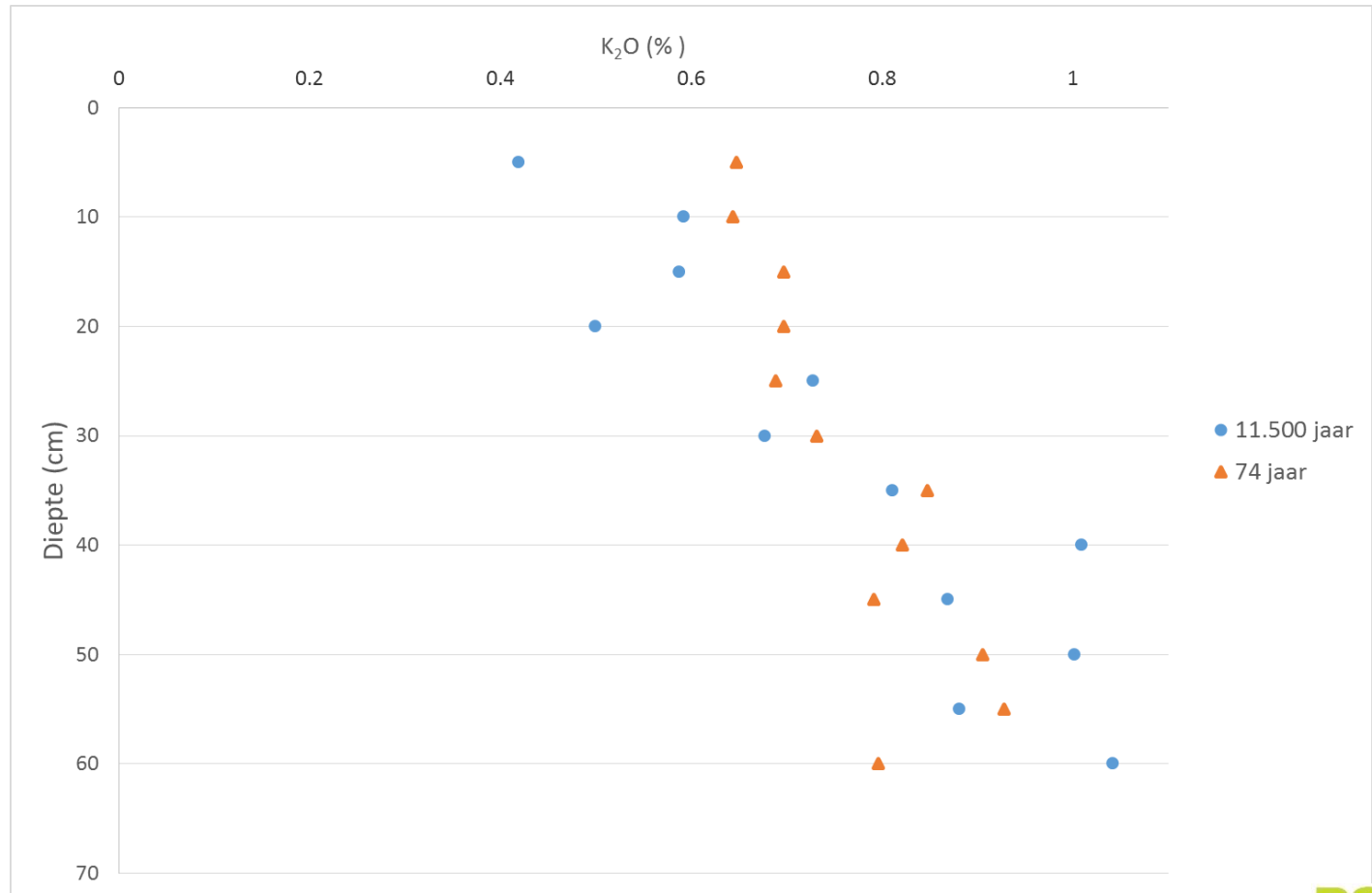
- Totale zure depositie sinds de laatste ijstijd (11.650 yr): **600-750 kmol/ha**
- Zure depositie sinds 1900: **400-450 kmol/ha**

Wat heeft zure regen met de bodem gedaan?

- Zandaafgraving Nationaal Park de Hoge Veluwe
- Bodem van de kuil is nieuw oppervlak sinds 1942
- Glaciale spoelwaaier
- Homogene mineralogie en korrelgrootte



Wat heeft zure regen met de bodem gedaan?

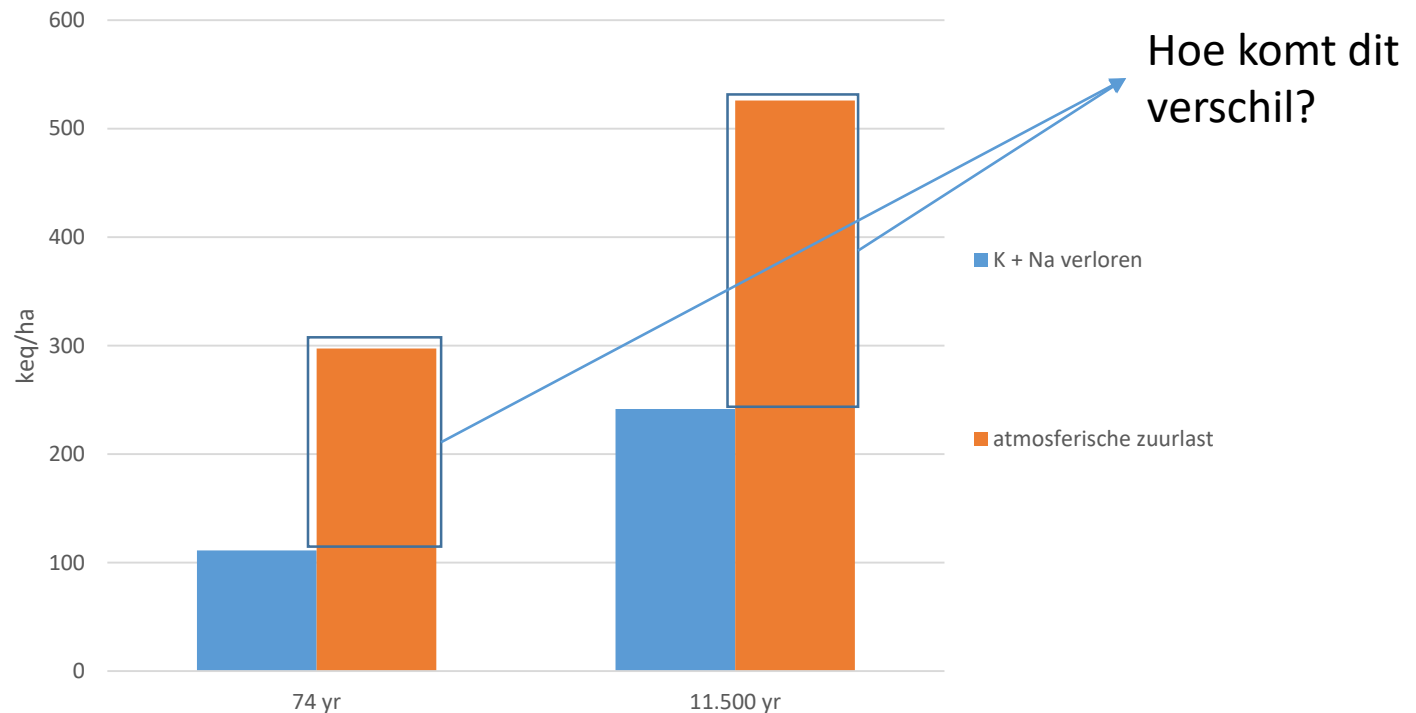


Hoge Veluwe: Oude Bodem – Jonge Bodem

		horizont 74 jaar			horizont 11.500 jaar		
	Kationen	A/E	C	afname	A/E	C	afname
Diepte(cm)		0-25	50-75		0-25	50-75	
Kwarts (%)	De hoge zuurlast lijkt de afbraak van Kalium mineralen te versnellen	89.2	85.1		94.1	85.1	
K-veldspaat (%)		4.8	6.6	31%	2.6	6.6	64%
Plagioklaas (%)		1.78	2.78	39%	0.83	2.78	73%
Muscoviet (%)		0.38	0.74	51%	0.24	0.74	71%
Biotiet (%)		0.12	0.28	57%	0.05	0.28	82%
Granaat (%)		0.44	0.65	36%	0.08	0.65	89%
Epidoot (%)		0.37	0.49	28%	0.09	0.49	84%
Chloriet (%)	Mg	0.15	0.31	55%	0.01	0.31	98%
Mineralen verloren (kg/ha/jr)		289			4.3		

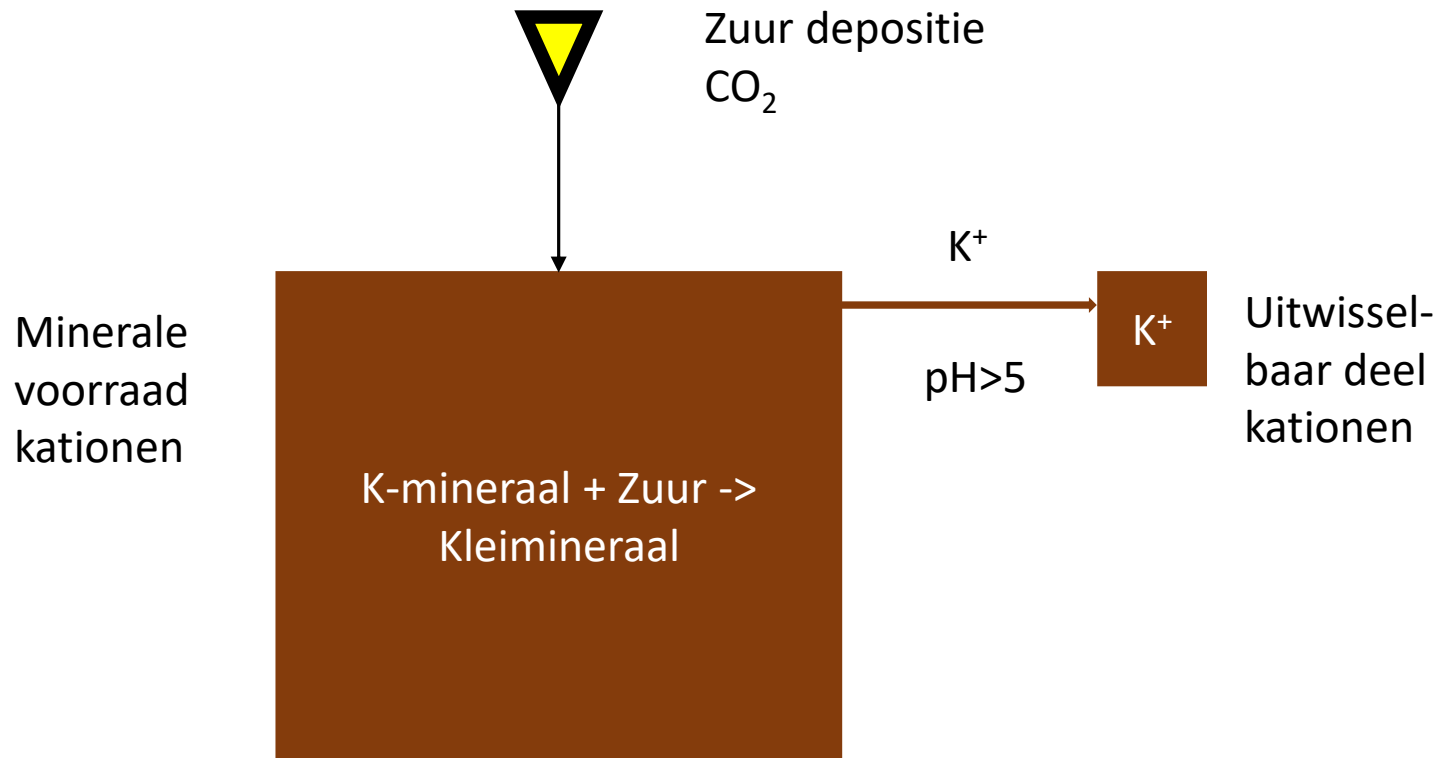
- 35-50% van het zuur wordt geneutraliseerd door K-veldspaat en Muscoviet.
- 25-40% van het zuur wordt geneutraliseerd door Albiet

Wat heeft zure regen met de bodem gedaan?

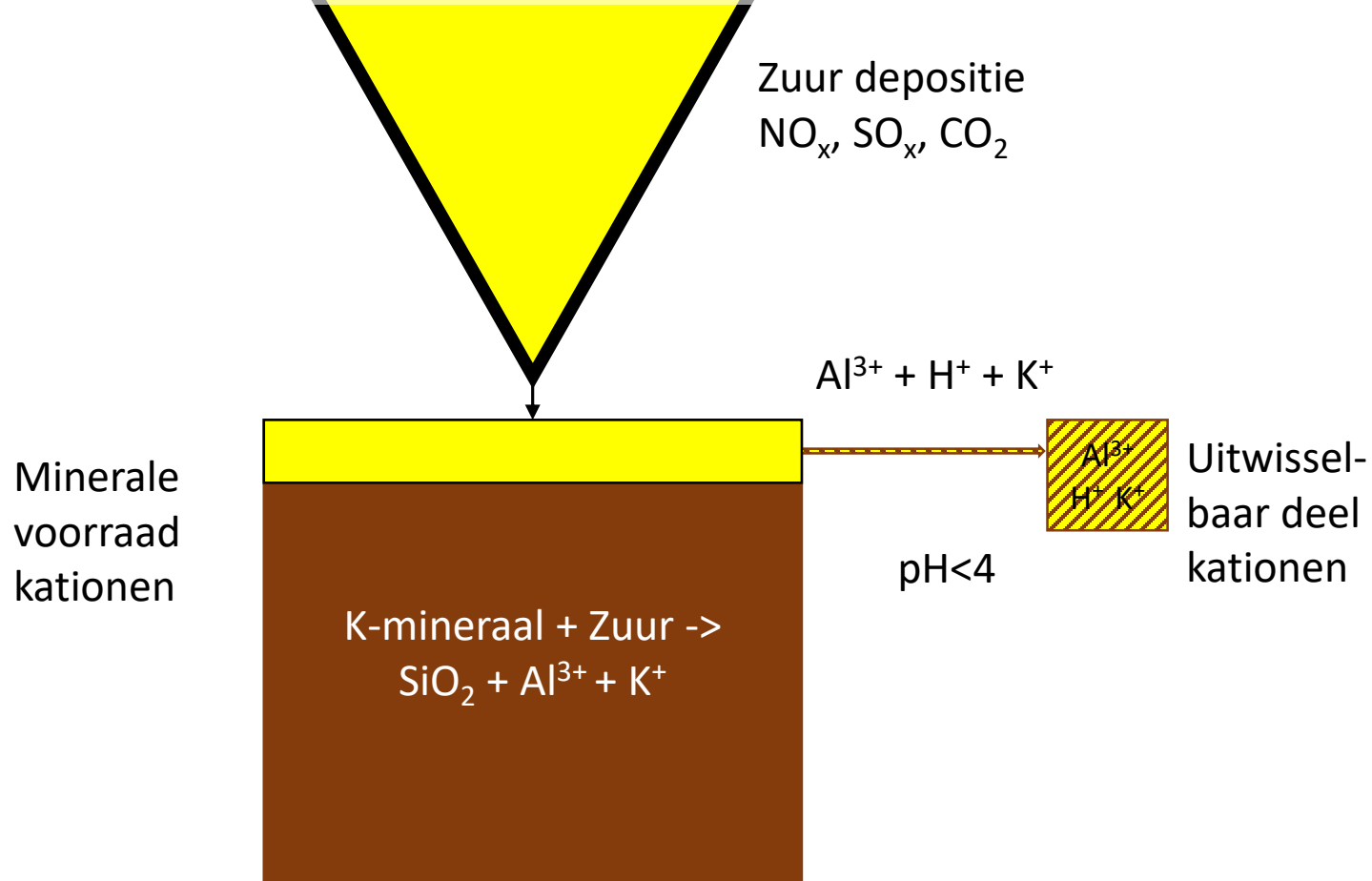


- Sinds 74 jaar zijn door verzuring 20 ton mineralen per hectare verdwenen.
- In 11.500 jaar zijn dat er in totaal 50 ton
- 40% is dus door menselijk toedoen verdwenen

Wanneer treedt bodemverzuring op? Deel 1: vroeger tot 1900



Wanneer treedt bodemverzuring op? Deel 2: 1900 - NU



De gevolgen:

- Het bufferend potentieel is sterk afgenomen
- Verzuring en neutralisatie houden geen gelijke tred waardoor pH daalt
- giftig Al^{3+} vrijkomt en aan het uitwisselingscomplex gebonden wordt.
- Er ontstaan nutriënt tekorten (K, P, Co)
- Plant- en diersoorten in Nederland sterven uit
- Ook als verzuring stopt is het systeem blijvend beschadigd

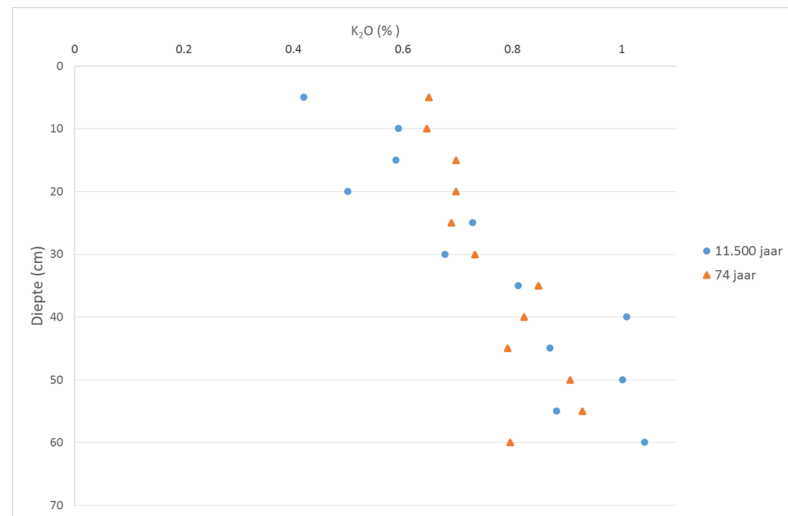
Waarom we bekalken in natuurgebieden

- Snelle verhoging pH
- Daling vrij aluminium
- Aanvulling kationenbezetting
- Positief effect op veel planten
- Goedkoop

Zie zo, portemonnee weer vol!
(met Ca en Mg)

Maar de bankrekening (K) loopt leeg!

	K mg/kg
1942	6.500
2015	4.900
Verschil	-1.600
Per jaar weg	- 22
Uitwisselbaar aanwezig	20



Het meten van de uitwisselbare fractie van de nutrienten in de bodem is verre van voldoende voor bemestingsadvies.....

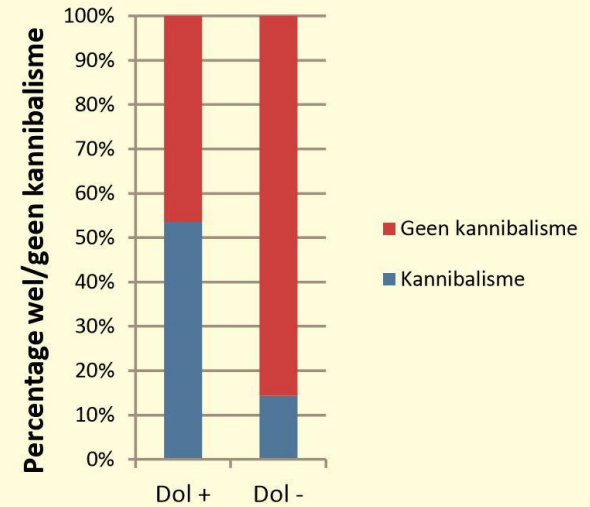
Wat bekalken doet en niet doet:

- Waldüngung in Duitsland veel toegepast met goed resultaat voor de bomen
- Kalk zorgt voor sterke toename nutriënten en bevoordeelt bepaalde soorten (ook microbiologie)
- Insecten ondervinden hier schade van en planten zich minder voort
- Waardoor vogels als het korhoen uitsterven
- Kalk versnelt de afbraak van K-mineralen
- Eenmalige bekalking werkt zeer lang door (>70 jaar)

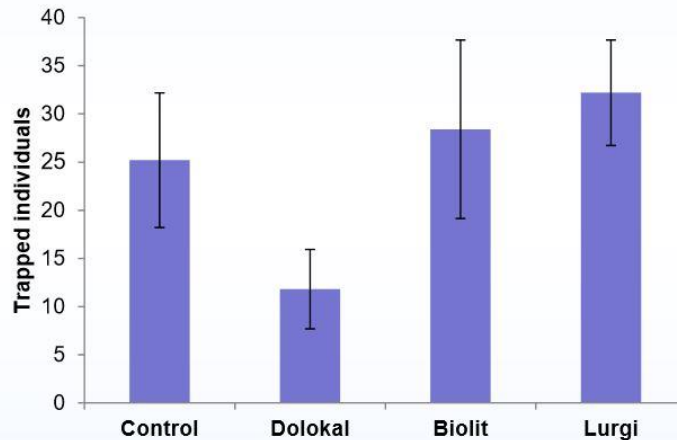
Bekalken beïnvloedt insecten populatie

(Joost Vogels, Bargerveen)

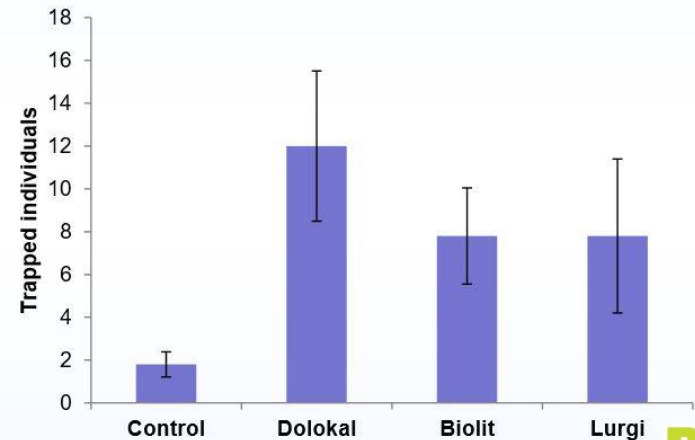
Kannibalisme dolokal



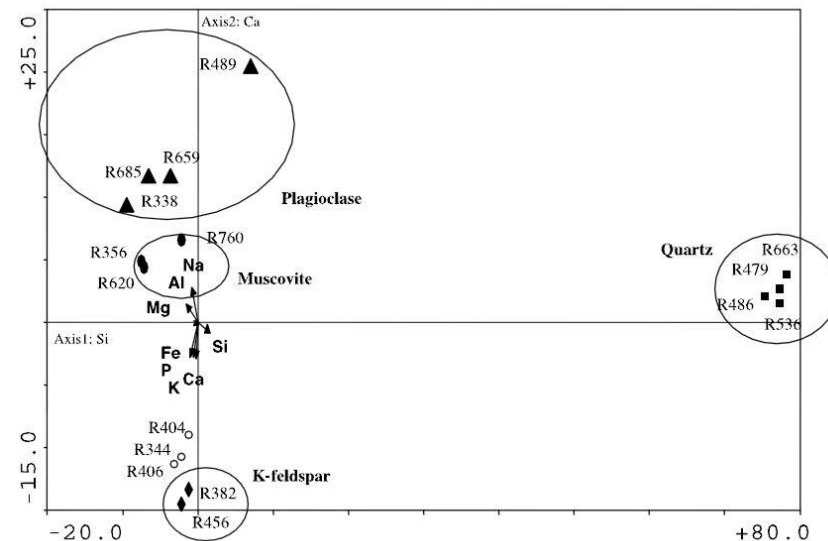
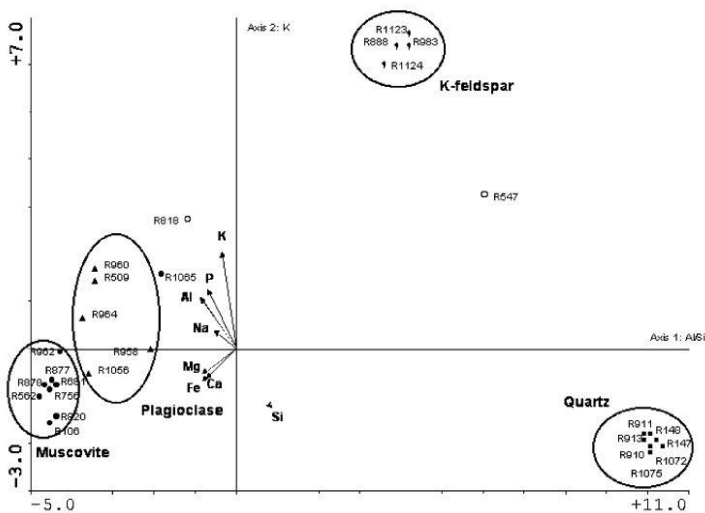
Herbivorous diptera



Detritivorous diptera



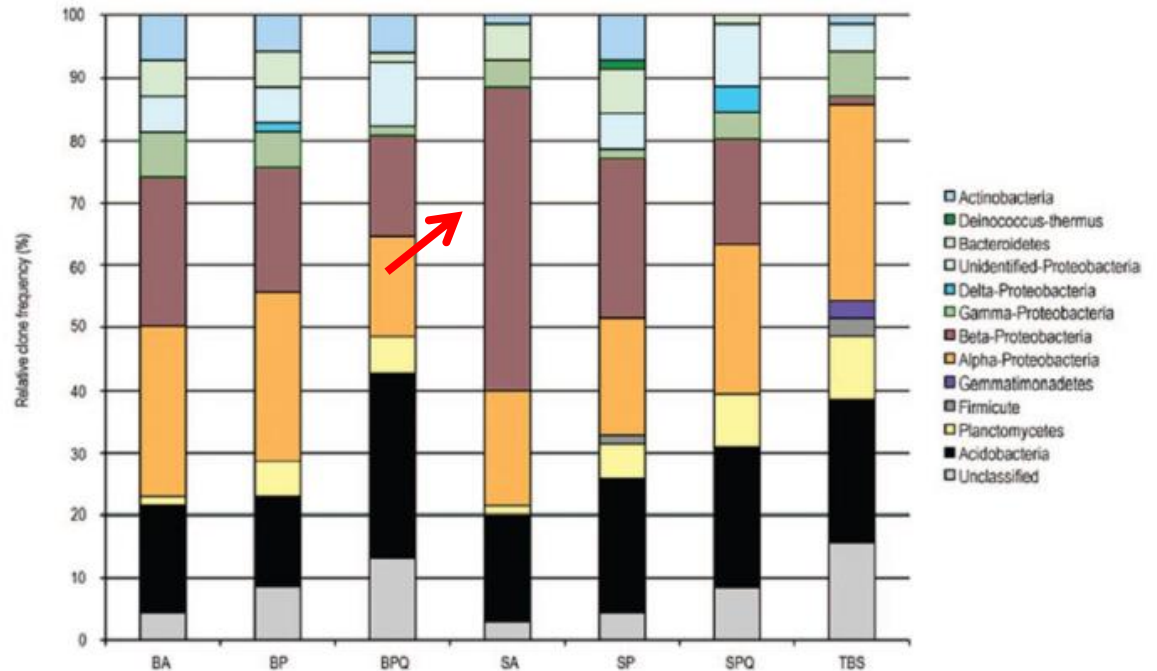
Elk mineraal heeft zijn eigen microbiologie, veel soorten mineralen is veel biodiversiteit in de bodem



Bacteria (L) and Fungi (R) on Weathering Granite Gleeson et al. (2005, 2006)

Mineralen Beïnvloeden de Diversiteit Van Bacterie Populaties in de Bodem

(Uroz et al. 2012)



Ca	Mg	K	CEC
cmol _c kg ⁻¹			
0*	0.3	0.2	10.5

A = Apatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$)

P = Plagioclase ($\text{Ca}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{Al}_{1.5}\text{Si}_{2.5}\text{O}_8$)

PQ= Phlogopite/Quartz ($\text{KMg}_{2.5}\text{Fe}_{0.4}\text{Al}_{1.3}\text{Si}_{2.7}\text{O}_{10}(\text{OH})_2$)

BS = Bulk Soil

Geldt het verhaal van minerale verwerking ook voor de landbouw?

- Ja, daar zijn wetenschappelijke publicaties over (niet veel)
- Lijkt er wel op met de wereldwijde bodemdegradatie.....
- Ja , ik heb het zelf gemeten (niet veel)

Er verdwijnt structureel meer K uit de bodem dan er toegevoerd wordt

	grasexperiment		
	0 kg K	65 kg K	
input (kg/ha)	448	1969	
output (kg/ha)	1608	3158	
verschil (kg/ha)	1160	1189	
plantbeschikbaar (kg/ha)	52	31	
Verschil (kg/ha)	1108	1158??	

- Er verdwijnt meer K dan toegevoegd en meer dan uitwisselbaar aanwezig
- Dit komt dus uit de mineralen
- Als dit zo door gaat wordt de zowel de kalk als de Kali behoefte van de bodem steeds groter

(Öborn 2010)

Meer K-bemesting remt dit proces niet.

- K- mass balance wheat (Wulff et al 1998)

Fertilizer input	Fertilizer lost	To wheat	Fertilizer used	Mineral weathering
K-chemical (kg/ha/yr)	K-wash out (kg/ha/yr)	K-crop (kg/ha/yr)	K-chemical (kg/ha/yr)	K- minerals (kg/ha/yr)
60	20	105	40	65
120	79	105	41	64
180	133	105	47	58

Moeten we dit niet aanvullen?

Regte Heide: Akker - Heide

- Akker sinds 1940
- Dekzand
- Afstand tussen monsterpunten 400 m



Regte Heide: Akker - Heide

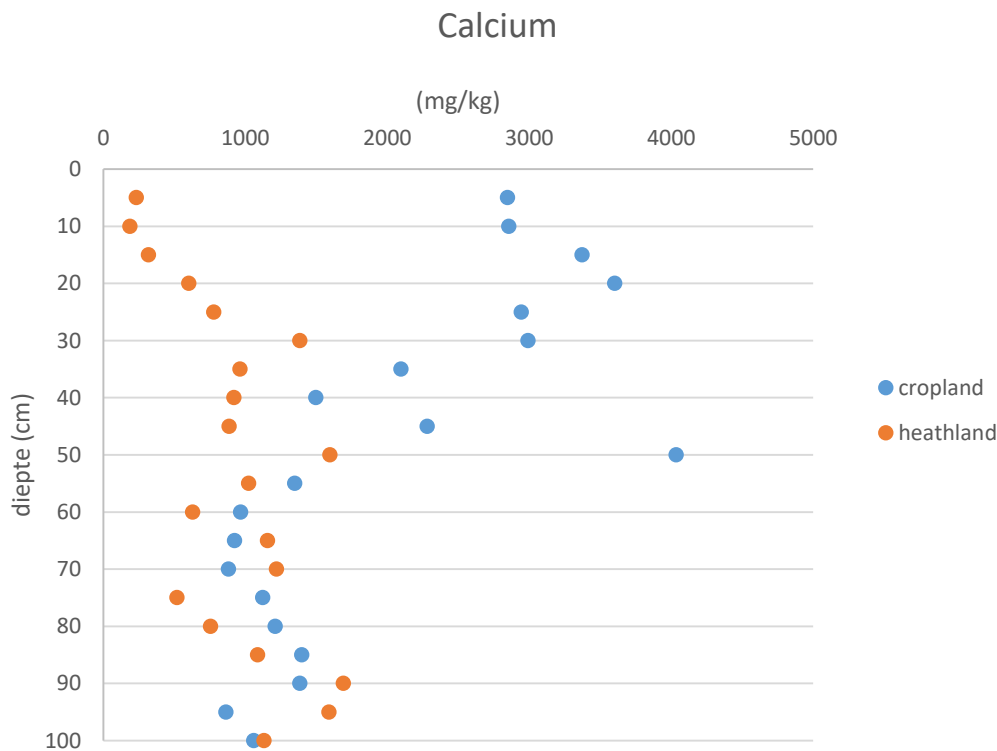
	Cropland	40 cm		Heathland	20 cm	
	A-horizont	C-horizont	Afname	A-horizont	C-horizont	Afname
Kwarts %	93.17	90.73		93.58	90.73	
K-veldspaat %	3.51	4.88	30%	3.85	4.88	23%
Plagioklaas %	1.58	1.90	19%	1.16	1.90	41%
Biotiet %	0.02	0.02	31%	0.01	0.02	67%
Muscoviet %	0.04	0.05	29%	0.02	0.05	60%
Illiet %	0.09	0.12	28%	0.05	0.12	60%
Chloriet %	0.01	0.06	88%	0.01	0.06	77%
Klei %	0.40	1.13	65%	0.23	1.13	80%
Tourmalijn %	0.01	0.07	87%	0.01	0.07	80%
Amfibool %	0.06	0.08	24%	0.05	0.08	33%
Epidoot %	0.07	0.08	8%	0.04	0.08	45%
Granaat %	0.11	0.12	4%	0.03	0.12	72%
Totaal verloren %			2.73 %			2.76 %

Verwerking van K-veldspaat in akker is versneld t.o.v. heide

Verwerking van Ca-mineralen is vertraagd

Bekalking zorgt niet voor lagere verwerking

Regte Heide: Akker-Heide



- Bekalking beschermt de mineralen niet tegen verwerking
- Het versnelt de verwerking van K-mineralen.

Repareren?

- Wat kun je gebruiken als je oorspronkelijke system weer in alle glorie wil herstellen?

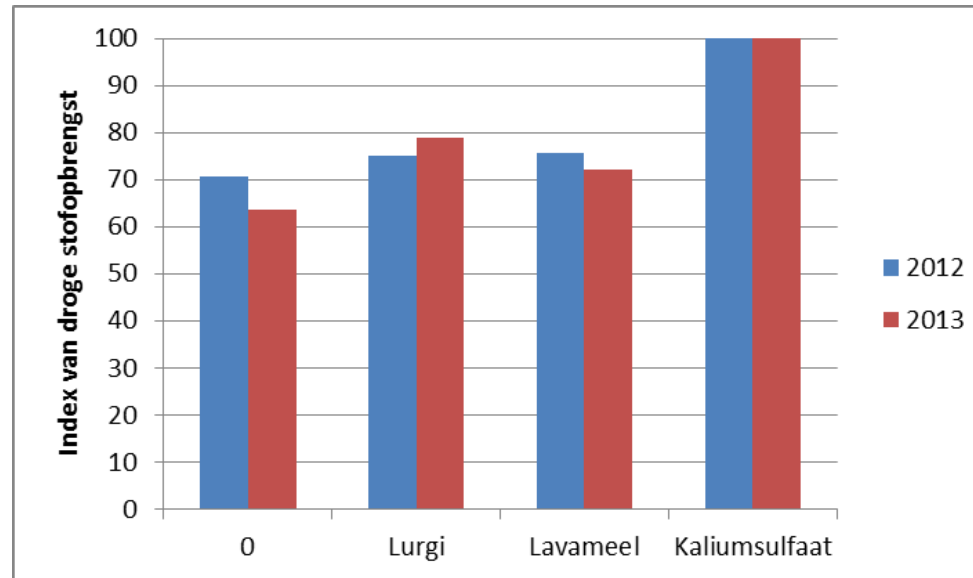
Het alternatief silicaatmineralen:

- Lijken meer op de mineralen die uit de bodem verdwenen zijn.
- Reageren langzamer waardoor geen oneerlijke competitie ontstaat
- Bevatten meer macro en micronutrienten dan kalk
- Stabiliseren organische stof
- Leggen CO₂ vast

Hoe goed sluit steenmeel aan bij de mineralogie van de bodem?

	Strabrecht	Oud Reemsterveld	Holterberg	Steenmeel A	Steenmeel B	SOILFEED
Kwarts %				17.5		
Kaliveldspaat %	61.00	40.7	50.7	3.4		19.1
Plagioklaas %	18.00	22.3	26.8	29.3	7.3	38.2
Mica %	11.20	5.1	13.5	10.2	2.8	15.0
Klei /Veldspatoiden %	2.4	18.9	46.4	0.30	25.0	10.0
Chloriet %	0.5	1.0	3.2	23.3		
Amfibool %		0.4	0.1			17.2
Clinopyroxeen %					48.3	
Olivijn %					5.0	
Hematiet %		0.00	0.00		4.2	
Kalk %				9.4		

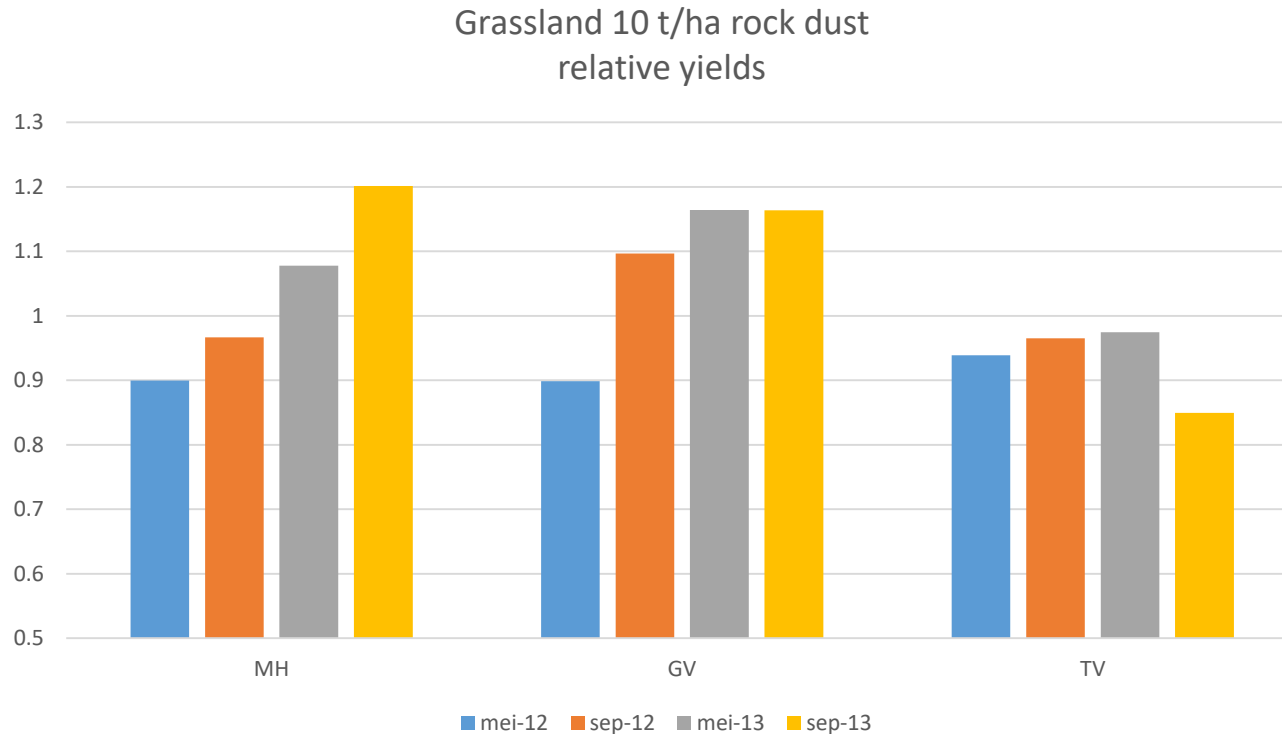
Wat betekent deze meeropbrengst?



	Blanco	Lurgi	Lava	K ₂ SO ₄
Kalium (g/kg ds)	20,0	21,3	21,5	28,8
Natrium (g/kg ds)	1,7	2,2	2,8	1,0
Magnesium (g/kg ds)	4,1	3,5	3,7	3,0
Mangaan (mg/kg ds)	364	296	310	377

Data: Nick van Eekeren (Louis Bolk Instituut 2014)

Ontwikkeling van het bodemleven gaat soms gepaard met opbrengstvermindering in het eerste jaar



In natuurgebieden wordt veel met SOILFEED gewerkt.

- Lijkt het meest op Nederlandse bodemmineralen
- Heeft vergeleken met de verkrijgbare steenmeelsoorten een hoog Kaligehalte
- Het is een bijproduct
- Doordat het een concentraat is heeft het een vrij constante samenstelling

Steenmeel initiatieven:

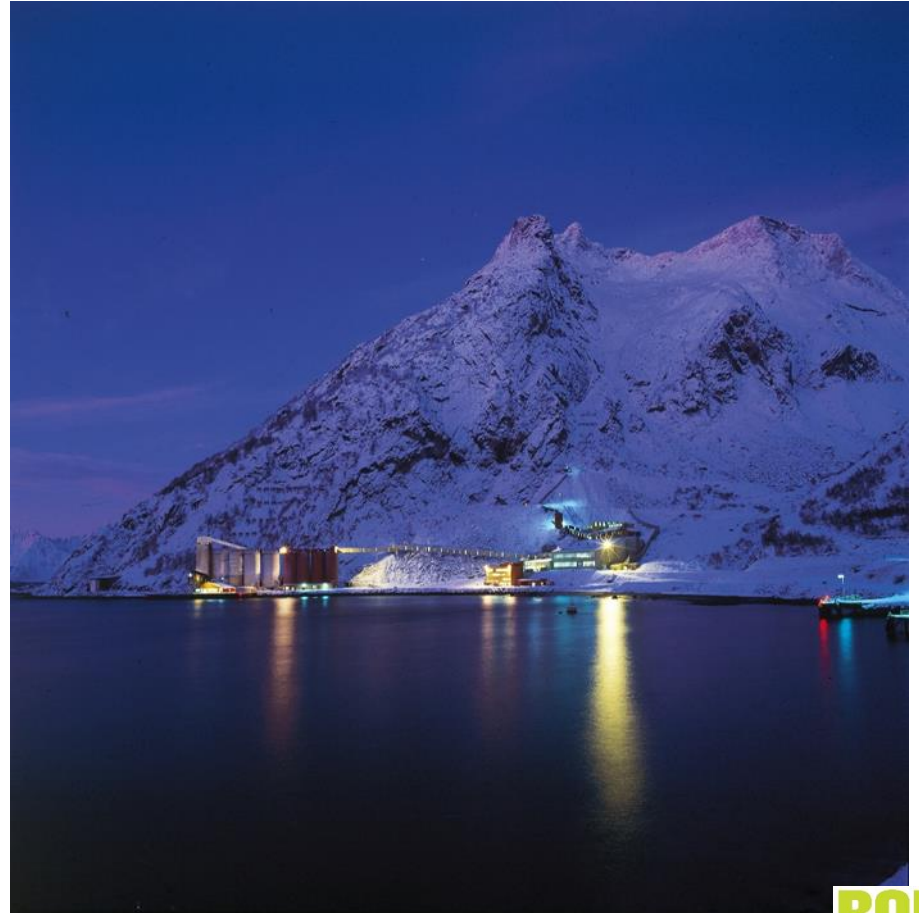
- 4 experimenten op Hei en Heischrale graslanden
- 7 experimenten in bossen
- Pilot 15 ha Nationaal Park de Hoge Veluwe
- Uitvoering 150 ha Nationaal Park de Hoge Veluwe
- Bodemherstel Regte Heide
- Bosherstel Brabant
- Heideherstel Sallandse Heuvelrug 1500 ha

Waar komen de mineralen vandaan?



SOILFEED mijn Sibelco

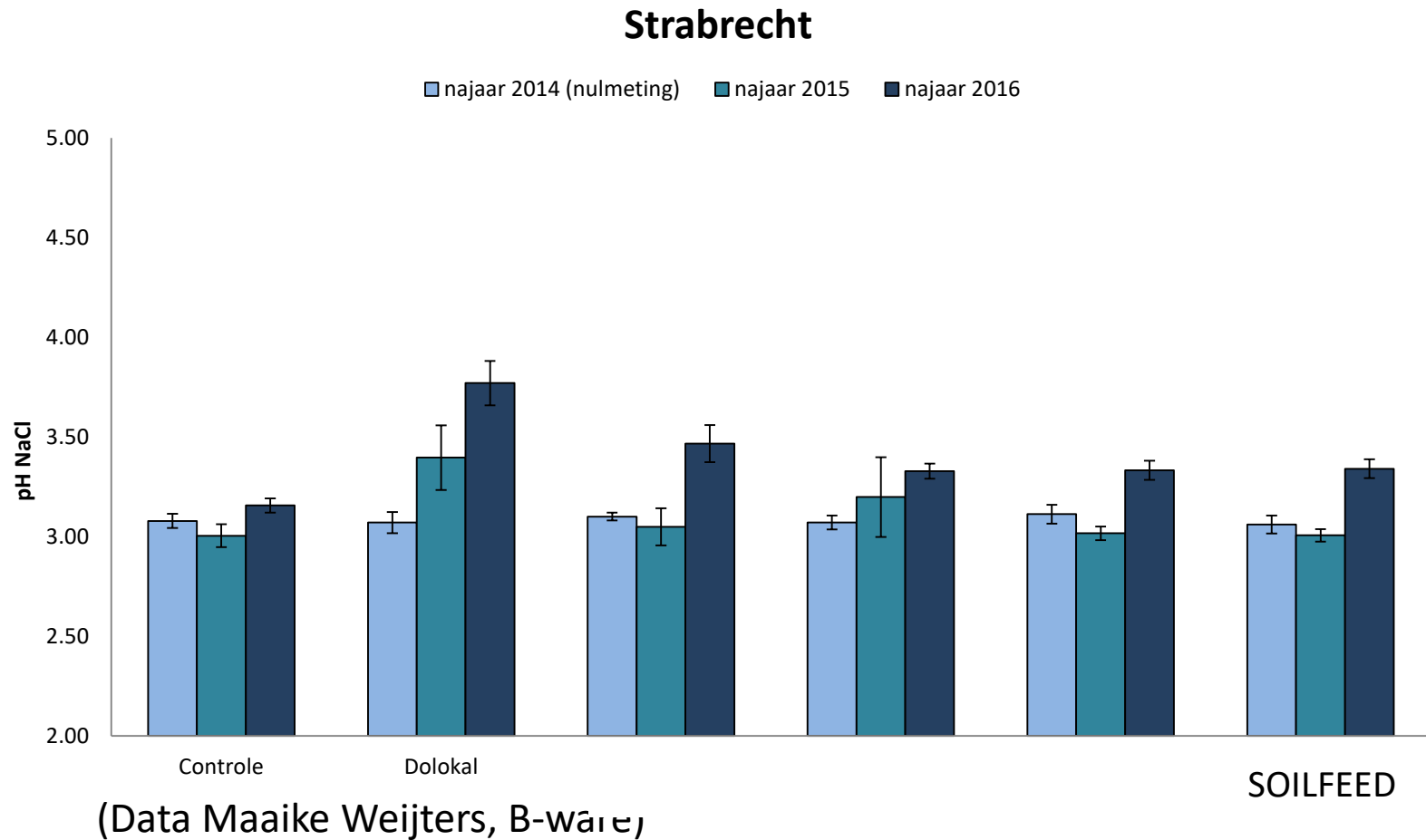
- Productie 328.000 ton per jaar wit concentraat voor keramische, verf en staal industrie.
- Met magneet wordt ijzerhoudende fractie afgescheiden.
- De jaarlijkse productie aan afval van deze mijn is voldoende om 1,5 x de jaarlijkse schade in alle natuurgebieden in NL te dekken



Hoeveel moet je opbrengen?

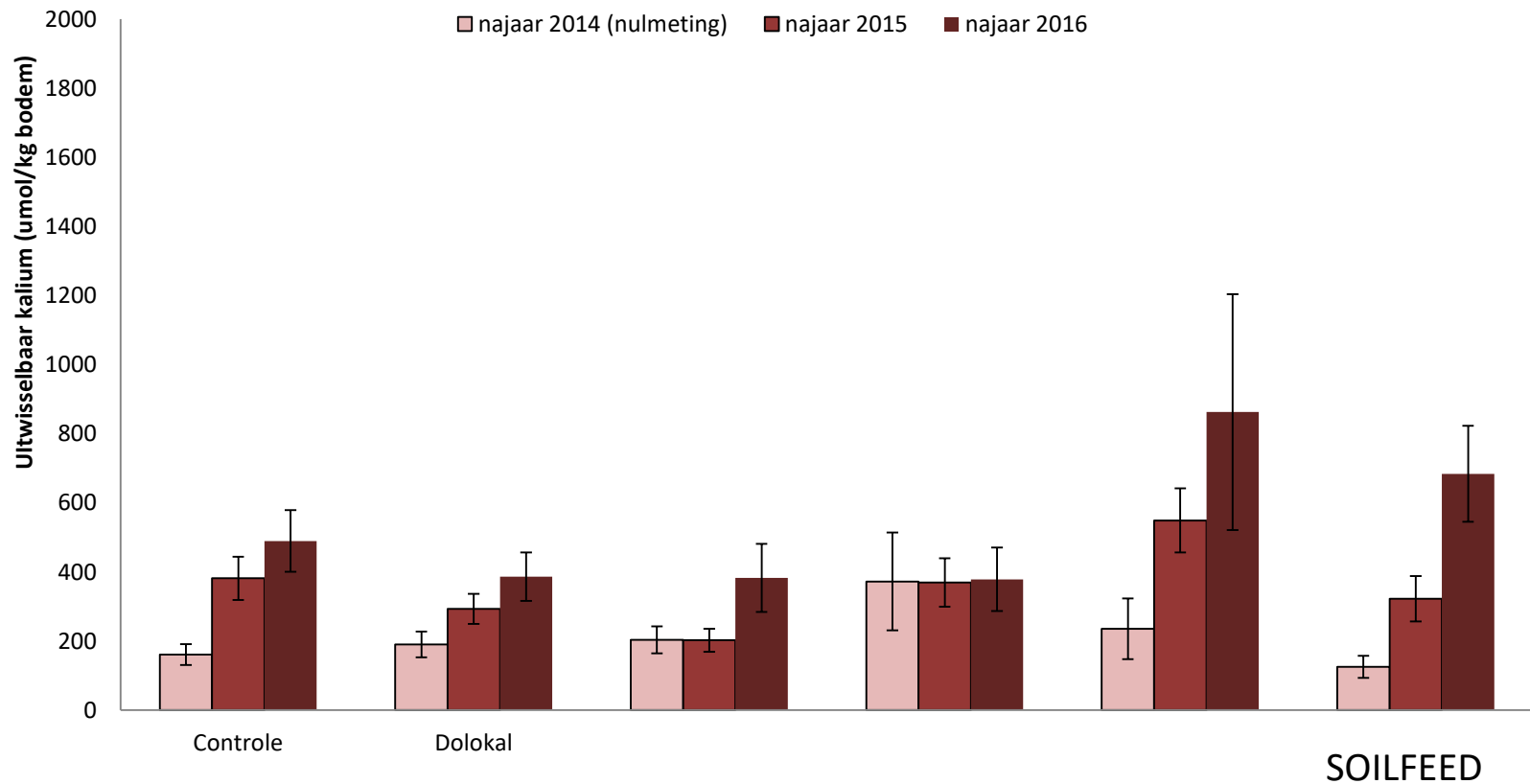
- Eerste doseringen conservatief (hysteresis)
- Aanvulling om de antropogene schade te herstellen (= 20-40 ton)
- Genoeg om de huidige zure depositie bij te benen (= ??)

Eerste resultaten: pH



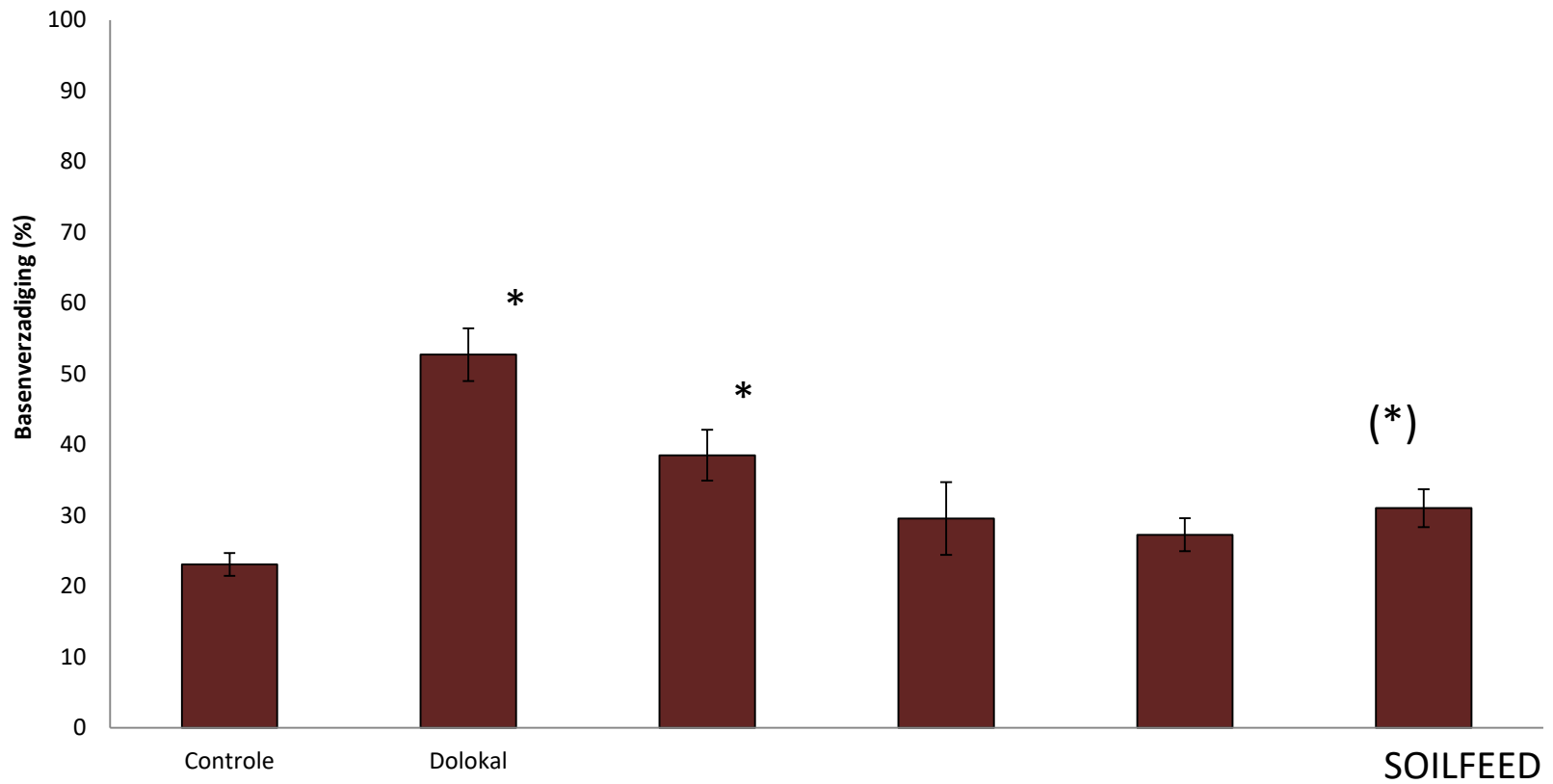
Eerste resultaten: Kalium

Strabrecht



(Data Maaïke Weijters, B-ware)

Strabrecht



(Data Maaïke Weijters, B-ware)

Zand = zand?

	Riel	Heeze
Kwarts	87.04	99.29
K-Veldspaat	6.78	0.32
Plagioklaas	3.34	0.11
Biotiet	0.01	
Muscoviet	0.06	0.04
Illiet	0.23	0.02
Chloriet	0.03	0.00
Toermalijn	0.11	0.02
Ca Amfibool	0.12	0.01
Epidoot	0.10	0.00
Granaat	0.18	0.00

Er is nog een hoop te doen

Bedankt!

BodemBergsma
info@bodembergsma.nl
06 27060242