

Hoe reageren kweldervegetaties op betreding door grote grazers?



In de evaluatie van de effecten van grote grazers op natuurwaarden wordt vaak gekeken naar hun invloed op lichtbeschikbaarheid voor planten en de effecten van bemesting op de nutriëntenhuishouding door verschillen in voedselzoekgedrag. Vreemd genoeg blijven de effecten van betreding op bodemeigenschappen vaak buiten beeld. Uit de landbouwliteratuur weten we dat bodemverdichting door betreding kan leiden tot zuurstofloosheid in de bodem, een afname van bodemfauna, een verlaagde mineralisatie van nutriënten en het afsterven van gewas. Ons onderzoek tracht een beeld te geven van effecten van begrazing door grote grazers op bodemverdichting en de gevolgen die dit heeft voor plant en dier. Op basis van literatuur over effecten van bodemverdichting verwachten we dat begrazing kleibodems meer zal verdichten dan zandbodems, voornamelijk vanwege het enorme verschil in korrelgrootteverdeling en porievolume. Kleideeltjes zijn zo klein en plat dat alle lucht tussen aggregaten uit de bodem gedrukt kan worden, terwijl zanddeeltjes veel groter en ronder zijn, waardoor een zandbodem ook na compactie veel meer poriën bevat. Omdat kleinere poriën een grotere capillaire kracht hebben dan grotere poriën zullen kleibodems na compactie hogere vochtgehalten bevatten dan zandbodems. Bovendien zal een afname in porievolume bodemfauna negatief beïnvloeden door ruimtebeperking, en zal de hoeveelheid vrij opneembare stikstof verminderen, omdat de micro-organismen die zorgen voor omzetting van organisch materiaal minder presteren in afwezigheid van zuurstof.

Op de Oosterkwelder van Schiermonnikoog worden vegetaties op klei- en zandbodems door koeien begraasd. Op de kleibodem lijkt de begrazing door koeien een positieve invloed op de vegetatie-diversiteit te hebben: op de begraasde delen staan per 2x2m opname meer dan elf plantensoorten, terwijl er in de voor de koeien niet toegankelijke gebieden (exclosures; foto 1) slechts vier soorten planten per opname zijn te vinden (fig. 1a). Interessant is dat niet-gecompacteerde, gemaaide vegetaties ook een lagere diversiteit hebben dan de begraasde vegetaties. Hieruit blijkt dat biomassaverwijdering (het wegnemen van lichtcompetitie) niet alleen een rol speelt voor het creëren van vegetatiediversiteit. Op de zandige delen blijken koeien een veel geringer effect op vegetatiediversiteit te hebben (fig. 1b). Onze verwachting was dat deze verschillen in het effect van begrazing veroorzaakt worden door het verschil in de mate van bodemcompactie onder invloed van begrazing en daardoor inzicht zou kunnen geven op de vraag waarom begrazing in sommige gebieden meer resultaat heeft dan in andere.

Maarten Schrama, Pieter Heijning,
Han Olf & Matty Berg

Foto 1. Koeien-afrastering ter hoogte van de 2e slenk met daarbinnen monocultuur van Strandkweek (*Elytrigia atherica*). Voor in beeld de begraasde behandeling. Rechts in de afrastering ligt de gemaaide behandeling (foto: Maarten Schrama).

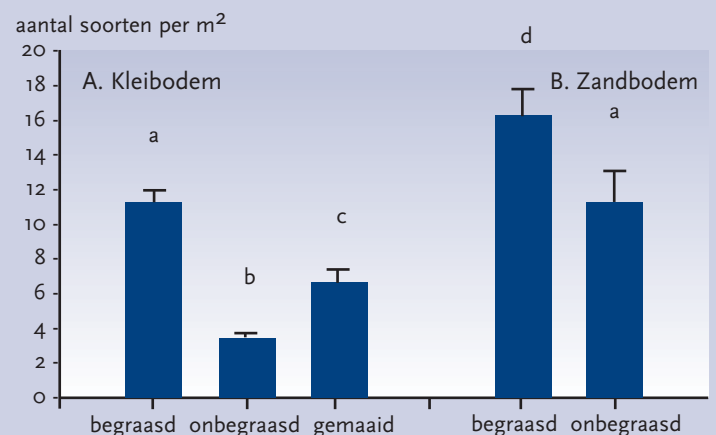


Fig. 1. Gemiddeld aantal soorten per opname (4 m²) in de verschillende delen van de kwelder. Verschillende letters geven significante verschillen aan.

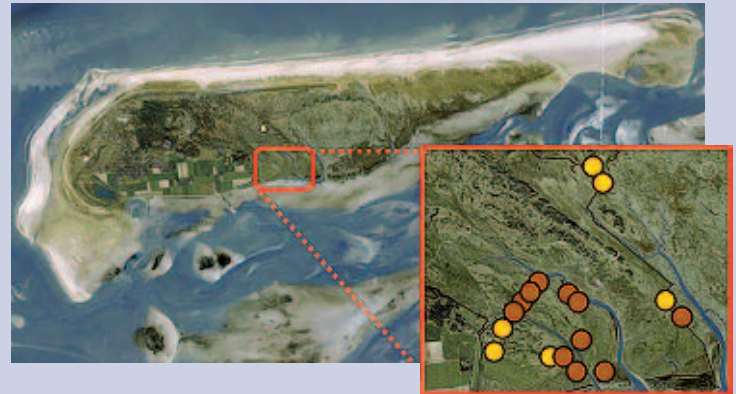


Fig. 2. De onderzoekslocatie op de kwelder van Schiermonnikoog. Voor het onderzoek werd het gebied tussen de dijk (links onder) en de derde slenk (rechts) gebruikt (zie uitsnede). Geel: onderzoekslocaties op zand (N=6), Bruin: onderzoekslocaties op klei (N=11).

Om deze verwachtingen te toetsen hebben we metingen verricht aan bodemeigenschappen op 11 locaties op klei en 6 locaties op zand op het oude deel van de kwelder van Schiermonnikoog (fig. 2). De mate van potentiële compacteerbaarheid van de bodem is bepaald door een gewicht van 5 kg tien maal op een bodemkolom verpakt in een 1,5 m lange PVC-buis (Ø 10 cm) te laten vallen (foto 2). Een bodemmonster met minder macroporiën resulteert in een geringere compacteerbaarheid. De mineralisatie van organisch materiaal werd in situ gemeten met nutriëntenbuizen volgens Berendse (1989). Vochtgehalte werd bepaald door bodemmonsters 48 uur te drogen bij 70 °C. Redoxpotential werd op 13 november 2010 eenmaal in situ gemeten op een diepte van 3 cm. Bodemfauna werd uit monsters geëxtraheerd met behulp van de Tullgren-methode (van Straalen & Rijninks, 1982).

In deze rubriek is ruimte voor studenten en/ of promovendi om te laten zien met welk onderzoek ze bezig zijn of welke resultaten ze behaald hebben. De studenten of promovendi schrijven zelf over hun onderzoek, onder supervisie van hun begeleider. Per keer gebeurt dit door een andere universiteit of hogeschool. Dit keer betreft het een bijdrage vanuit de vakgroep Community and Conservation Ecology van de Rijksuniversiteit Groningen, een studie van promovendus Maarten Schrama en master-student Pieter Heijning onder begeleiding van Prof. dr. Han Olff (Community and Conservation Ecology, RUG) en Dr. Matty P. Berg (afdeling Dierecologie van de Vrije Universiteit, Amsterdam).



Foto 2. De compactiemeter in werking (foto: Maarten Schrama).

Klei

Zoals verwacht bleek de begraasde bodem veel minder compacteerbaar dan de onbegraasde bodem (fig. 3). Tevens was de begraasde bodem bijna geheel verzadigd met water, terwijl de onbegraasde en gemaaide bodems een verzadiging van minder dan 80% hadden. Bij het uitgraven van bodemonsters bleek de bodem in een paar begraasde plots onder het oppervlak vaak grotendeels zwart te zijn als gevolg van de grote hoeveelheid gereduceerd ijzersulfide, terwijl de bodem in onbegraasde plots nauwelijks tekenen van zuurstofloosheid vertoonden. Dit komt goed

overeen met de verschillen in gemeten redoxpotentiaal tussen de begrazingbehandelingen (tabel 1). Bij een lage redoxpotentiaal vindt er nauwelijks mineralisatie plaats, omdat er nauwelijks zuurstof de bodem in diffundeert. Op begraasde bodems was de totale hoeveelheid vrij opneembare stikstof dan ook aanmerkelijk lager dan op onbegraasde bodems (fig. 4a) en was voornamelijk in de vorm van ammonium aanwezig, terwijl de bodemonsters van de onbegraasde en gemaaide delen van de kwelder voornamelijk nitraat bevatten. Dit weerspiegelt het gebrek aan zuurstof in de bodem in aanwezigheid van grote grazers: enerzijds wordt de vorming van nitraat geremd door het gebrek aan zuurstof, anderzijds kan het door denitrificatie omgezet worden in ammonium of N_2 .

De verlaging van de nutriëntenbeschikbaarheid en de zuurstofloosheid blijkt van grote invloed op de vegetatie en het bodemleven. Planten van de vroege kweldersuccessie als Zeewegbree (*Plantago maritima*), Kweldergras (*Puccinellia maritima*), Zilte rus (*Juncus gerardi*), maar ook Zeerus (*Juncus maritimus*) zijn dominant aanwezig in de begraasde delen van de kwelder. Hun wortels zijn door de aanwezigheid van luchtkanalen (Justin & Armstrong,

Indrukbaarheid (aantal cm per 10 cm)

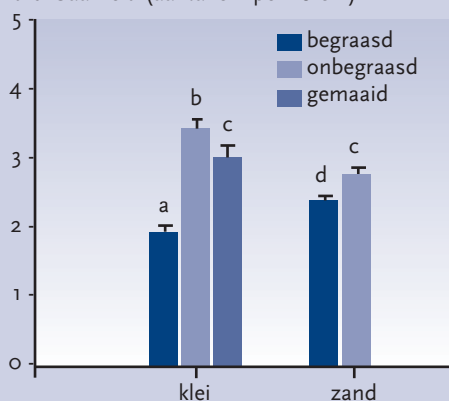
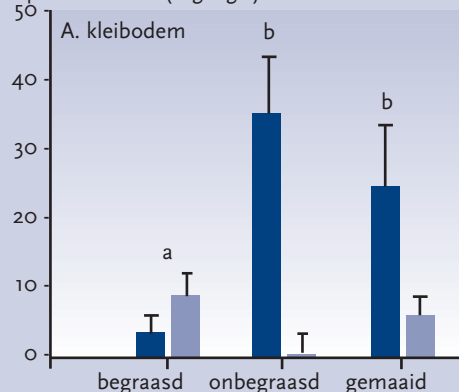


Fig. 3. Compacteerbaarheid van de bodem voor de verschillende behandelingen. De mate van compacteerbaarheid voor de begraasde behandeling is aanzienlijk minder dan de onbegraasde en gemaaide behandelingen, wat overeenkomt met een veel grotere ingedrukte bodem. Letters geven significante verschillen aan.

Opneembaar N (mg. kg⁻¹)



Opneembaar N (mg. kg⁻¹)

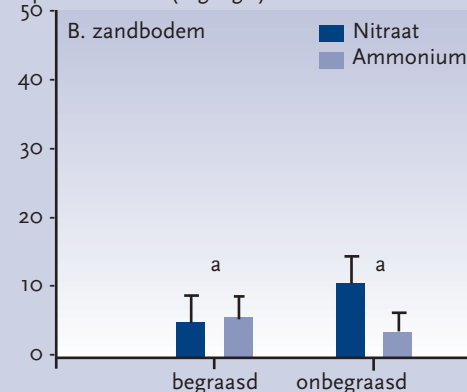


Fig. 4. Mineralisatie van vrij opneembare stikstof in de verschillende behandelingen in klei- (A) en zandbodem (B). De donkere balk geeft het deel van de opneembare stikstof wat in de vorm van nitraat gevormd wordt; de lichte balk geeft de hoeveelheid gemineraliseerde ammonium weer. Letters geven significante verschillen aan tussen de totale hoeveelheden beschikbaar stikstof.

	Klei			Zand		
	begraasd	onbegraasd	gemaaid	begraasd	onbegraasd	
Compacteerbaarheid (aantal cm per 10 cm)	1,9	3,4	3,0	2,4	2,8	
Vochtgehalte (%)	46,7	36,3	33,1	18,7	27,4	
Organisch materiaal (%)	11,0	8,4	8,6	6,0	7,1	
Redoxpotentiaal (mV)	20	160	168	334	336	
Mineralisatie						
NH ₄ (mg. kg ⁻¹)	8,8	8,4	0,0	5,5	3,7	
NO ₃ (mg. kg ⁻¹)	2,9	34,6	30,9	4,8	10,6	
Totaal	11,8	43,0	30,9	10,3	14,3	

Tabel 1. Gemeten bodemparameters in de verschillende behandelingen. Letters geven significante verschillen tussen behandelingen aan.



Foto 3. Het verschil in bodemstructuur in een monster uit de begraasde kwelder (links) en uit de onbegraasde kwelder (rechts). De kleikolom uit het onbegraasde kweldermonster heeft een veel lossere structuur en bevat meer poriën en de kenmerkende grijs-zwarte kleur van gereduceerd ijzersulfide (foto: Maarten Schrama).

1987) veel beter geschikt om in compacte en zuurstofarme grond te groeien dan bijvoorbeeld de wortels van laat successie-soorten als Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Strandkweek (*Elytrigia atherica*). Zo worden de dominante soorten van de late successie geheel weggedrukt en ontstaat een soortenrijke vegetatie die veel lijkt op die in de vroege kweldersuccessie.

Ook de samenstelling van het bodemleven was zeer verschillend. In de begraasde kwelder was na 5 cm diepte nauwelijks nog bodemfauna van > 4 mm aanwezig, terwijl op de onbegraasde kwelder onder andere de Mospissebed (*Philoscia muscorum*) en Kwelderspringer (*Orchestia gammarellus*) veelvuldig voorkwamen. Deze grotere bodemfauna-soorten creëren hun eigen leefomgeving door bioturbatie, waardoor macroporiën worden gevormd. Juist deze soorten ontbraken in de begraasde kwelder. Hierdoor kan het extra lang duren voordat een eenmaal verdichte bodem weer een open structuur krijgt met veel macroporiën nadat begrazing gestopt wordt.

Zand

De compacteerbaarheid van zandbodem op de begraasde kwelder was hoger dan op de onbegraasde kwelder. Het verschil tussen de twee behandelingen was echter veel kleiner dan op klei (fig. 3). De hoeveelheid bodemvocht verschilde tussen de begraasde en onbegraasde bodem, maar in tegenstelling tot klei was deze lager in de begraasde plots. Beide resultaten duiden erop dat de zandbodem door begrazing niet met water verzadigd raakt, eerder lijkt begrazing te leiden tot een lagere beschikbaarheid aan water. Ook de resultaten van de redoxpotentiaal-meting wijzen hierop: geen van de zandige plots had te kampen met zuurstofloosheid (tabel 1). Tevens vonden we geen verschillen in de mineralisatie van stikstof tussen de behandelingen (fig. 4b).

Ook wat betreft vegetatiesamenstelling zijn de begraasde delen van het zandige deel van de kwelder weinig verschillend van de onbegraasde delen. Onafhankelijk van begrazing wordt de vegetatie gedomineerd door Rood zwenkgras (bodembedekking > 20%). Het merendeel van de soorten die op de begraasde delen wel en op de onbegraasde delen niet voorkomen zijn eenjarigen die in de door koeienpoten gecreëerde erosieplekken staan, zoals Zachte dravik (*Bromus hordaceus*), Geel walstro (*Galium verum*), Herts-hoornweegbree (*Plantago coronopus*), Witte klaver (*Trifolium repens*) en Gewone rolklaver (*Lotus corniculatus*). Na analyse van de bodemfauna bleken er noch qua soortsaantallen, noch qua soortensamenstelling verschillen te zijn tussen begraasde en onbegraasde delen van de kwelder.

Begrazingsbeheer

Uit ons onderzoek blijkt dat beweiding door koeien op de kwelder van Schiermonnikoog aanzienlijk verschilt tussen klei- en zandbodems. Op de klei blijkt begrazing door koeien door hun invloed op bodemfactoren te leiden tot grote verschillen in vegetatie-

samenstelling, terwijl dit voor zand niet geldt. Dit impliceert dat de aanstamping van de kleigrond door koeien een overweldigend effect kan hebben op de zuurstofhuishouding, en daardoor ook op bodemorganismen en de nutriëntenhuishouding, terwijl dit voor zand niet het geval lijkt te zijn. Dat aanwezigheid van grazers op het zand niet voor een duidelijke vermindering van nutriëntenbeschikbaarheid zorgt duidt erop dat begrazing op het zand minder effectief is als middel voor verschrallingsbeleid dan op klei.

Wij denken dat het resultaat van dit onderzoek belangrijke consequenties kan hebben voor begrazingsbeheer. Grote grazers op zandige bodem zullen weinig invloed hebben op nutriëntenbeschikbaarheid en het ligt dus niet voor de hand deze beesten op dergelijke bodems in te zetten voor verschralling. Op vochtige kleigrond (en wellicht ook op andere compacteerbare bodems) kunnen grote grazers wel voor een vermindering van de hoeveelheid beschikbare nutriënten zorgen. Dit werkt dan paradoxaal genoeg niet via de (klassieke) afvoer van nutriënten via begrazing en uitwerpselen of het creëren van heterogeniteit, maar via het afremmen van mineralisatie van dood organisch materiaal. Hierdoor ontwikkelen zich (voor natuurbeheerders en grazers) de gewenste vegetaties. Aangezien een eenmaal verdichte bodem niet snel weer een open structuur zal krijgen door het gebrek aan macrofauna kunnen dergelijke vegetaties over langere tijd blijven bestaan.

Literatuur

- Berendse, F., R. Bobbink & G. Rouwenhorst, 1989.** A comparative study on nutrient cycling in wet heathland ecosystems. 2. litter decomposition and nutrient mineralization. *Oecologia* 78: 338-348.
- Justin, S.H.F.W. & W. Armstrong, 1987.** The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. *New Phytologist* 106: 465-495.
- Kuijper, D.P.J., J. Dubbeld & J.P. Bakker, 2005.** Competition between two grass species with and without grazing over a productivity gradient. *Plant Ecology* 179: 237-246.
- Straalen, N.M. van & P.C. Rijninks, 1982.** The efficiency of Tullgren apparatus with respect to interpreting seasonal-changes in age structure of soil arthropod populations. *Pedobiologia* 24: 197-209.
- Voorhees, W.B., S.D. Evans & D.D. Warnes, 1985.** Effect of preplant wheel traffic on soil compaction, water-use, and growth of spring wheat. *Soil Science Society of America Journal* 49: 215-220.

Dankwoord

Onze dank gaat uit naar Natuurmonumenten voor de verleende vergunning voor het veldwerk op de Oosterkwelder, naar Yzaak de Vries die de onderzoeklocaties 38 jaar heeft gemaaid en gemonitord en Jan Bakker voor het meedenken en het bevorderen van lange termijn-onderzoek.

Maarten Schrama (maartenschrama@gmail.com)
 Pieter Heyning (pieterheyning@gmail.com)
 Han Olff (h.olff@rug.nl)
 Matty P. Berg (matty.berg@falw.vu.nl)