

631.86
B45

NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Nr. A13 1990

Næringsstofomsætning i marginaliseret landbrugsjord



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

631.76
211

Om NPo-forskningsprogrammet

NPo-forskningsprogrammet skal tilvejebringe viden om, hvordan kvælstof (N), fosfor (P) og organisk stof (o) omsættes i jord og påvirker søer, vandløb, fjorde, hav og grundvand.

Denne rapport er een af de ca. 50, der udsendes som et resultat af NPo-forskningsprogrammet. Med Miljøstyrelsen som ansvarlig for programmets gennemførelse er der sat ca. 70 NPo-projekter i gang ved 25-30 institutioner.

Op gennen 1970'erne og i 80'ernes begyndelse kom der en stigende erkendelse af, at udledninger af næringsstoffer kunne blive en trussel mod livet i vandløb m.v. - og af at der kunne ske en nitratforurening af grundvandet. Den eksisterende viden blev i 1984 samlet af Miljøstyrelsen i den såkaldte NPo-rapport.

Rapporten førte til, at Folketinget i 1985 vedtog de første indgreb for at begrænse forureningen med næringsstoffer - ved at stille krav om, hvordan landbruget skal opbevare og sprede husdyrgødningen.

For at skaffe en større viden om næringsstofferne indvirkning på naturen afsatte Folketinget samtidig 50 mill. kr. til dette forskningsprogram - som løber fra 1985 og frem til udgangen af 1990.

NPo-forskningsprogrammet blev yderligere aktuelt med Folketingets vedtagelse af Vandmiljøplanen i 1987. Her vil NPo-programmets resultater indgå som et vigtigt baggrundsmateriale for vurderingen af Vandmiljøplanens virkninger.

Til at sikre den faglige og økonomiske afvejning af forskningen blev der nedsat en styringsgruppe, som således har haft det øverste ansvar for NPo-programmets gennemførelse. Desuden blev der nedsat tre koordinationsgrupper, som hver har haft det faglige ansvar for deres område: jord og luft, grundvand og overfladevand.

Rapporterne udsendes i serien »NPo-forskning fra Miljøstyrelsen« - som er opdelt i A, B og C publikationer:

- A er rapporter om jord og luft
- B er rapporter om grundvand
- C er rapporter om vandløb, søer og marine områder

Miljøstyrelsen har været sekretariat for arbejdet og har sammen med koordinationsgrupperne stået for redaktionen af denne rapportserie.

-/a 2/1

**NPo-forskning fra Miljøstyrelsen
Nr. A13 1990**

Næringsstofomsætning i marginaliseret landbrugsjord

Niels Christensen, Finn Jørgensen
Danmarks Miljøundersøgelser
Vibeke Ernstsen, Danmarks Geologiske Undersøgelse
Finn Pilgaard Vinther, Statens Planteavlsvforsøg

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

**Miljøministeriet
Miljøstyrelsen**

Indhold

	<u>Sammendrag</u>	5
1.	<u>Indledning</u>	7
2.	<u>Lokalitetsbeskrivelse</u>	10
3.	<u>Forsøgsplaner</u>	14
4.	<u>Kvælstofomsætning i jorden</u>	18
4.1	Metoder og parametre	18
4.2	N-mineralisering, nitrifikation, m.m.	19
4.3	N-fiksering	24
4.4	Denitrifikation	25
4.5	Diskussion og konklusion	26
5.	<u>Kvælstof- og fosfor-udvaskning fra rodzonen</u>	27
5.1	Metoder og parametre	27
5.2	Kvælstofudvaskning	30
5.3	Fosforudvaskning	35
5.4	Diskussion og konklusion	38
6.	<u>NO₃-nedsivningen til grundvandet</u>	41
6.1	Metode og parametre	41
6.2	Nitrat og ammonium i det nedsivende vand	41
6.3	Diskussion og konklusion	45

<u>7.</u>	<u>Græsmarkens stofkredsløb og primærproduktion</u>	47
7.1	Metoder	47
7.2	Stoftransporten gennem vegetationen	48
7.3	Biomasseproduktion	48
7.4	N-kredsløbet gennem vegetationen	50
7.5	Produktion af dødt organisk materiale (litter)	51
7.6	Fåreafgræsning	52
<u>8.</u>	<u>Kvælstof-balancen</u>	54
8.1	N-balance for arealerne v. St. Lyngby	54
8.2	Diskussion og konklusion	56
	<u>Referencer</u>	59

Sammendrag

Over en 3-årig periode fulgtes ændringerne i stofkredsløbet efter en "marginalisering" af en sandet, opdyrket jord. Fåregræssede og ikke-græssede parceller samt en braklagt parcel er sammenlignet med et areal i fortsat kornsædskifte samt 3 naturarealer (referencearealer). I undersøgelsen er det belyst, hvorledes omlægningen til græs påvirker udvaskningen af N og P samt væsentlige delprocesser i det interne N-kredsløb.

Omlægningen til græs ændrer ikke N-mineraliseringen

Det blev påvist, at hverken braklægning eller tilsåning med græs havde nogen virkning på graden af kvælstofmineralisering. I gennemsnit blev der således mineraliseret ca. 100 kg N/ha/år, både i den marginaliserede jord og i den dyrkede jord. Sammensætningen og udbredelsen af bælplanter (humlesneglebælg) har afgørende betydning for det ugødede græsareals kvælstofforsyning. I en tæt bestand af sneglebælg kan der gennem kvælstoffikseringen således tilføres arealet 120 - 140 kg N/ha/år, men kun ca. 5 kg N/ha/år i en ren græsbevoksning. Denitrifikationsaktiviteten var lav på alle parceller - under 0,5 kg N/ha/år.

N-udvaskningen falder hurtigt under græsarealet

En omlægning fra kornsædskifte til græs nedsetter hurtigt nitratudvaskningen. Fra et niveau på 45 - 60 kg N/ha/år faldt udvaskningen til 2 - 5 kg N/ha/år på det udyrkede græsareal og til 8 kg N/ha/år på det N-gødede, afgræssede areal.

Faldende N-udvaskning blev registreret i den umættede zone

Der blev i undersøgelsen ved St. Lyngby påvist en pæn overensstemmelse mellem målingerne af nitratkoncentrationen under rodzonen for de forskellige forsøgsled og målingerne i den

umættede zone ned til 8 m under terræn. Omlægningen til græs kunne registreres ved et lavt nitratinhold i dybder indtil 3 m under terræn. Niveauet fra 4 - 8 m under terræn svarede til koncentrationen under marken i sædskifte, og koncentrationen i jordvand for 3 meters dybde viste et faldende forløb i perioden.

Lille N- og P-
udvaskning på
naturarealerne

Kvælstof- og fosforudvaskningen var lille på naturarealerne (lynghederne). Årligt blev der udvasket 2 - 3 kg N/ha og 0,03 - 0,1 kg P (uorganisk P). Omlægningen til græs reducerede fosforudvaskningen fra ca. 0,2 kg P/ha/år til ca. 1/10 i løbet af perioden 87 - 90. Dog rejses der tvivl om valget af metode til isolering af jordvand i forbindelse med fosfor-målingerne.

Voksende N-pulje
og humuspulje i
jorden

I gennemsnit blev der for kornsædskiftet påvist en negativ N-balance på -24 kg/ha/år, hvorimod der var en positiv N-balance for alle græs-led: + 36 kg N/ha/år for udyrket græs og + 195 kg/ha/år for det gødgede led - hvilket indikerer en voksende C- og N-pulje i jorden på længere sigt.

1. Indledning

Der foreligger efterhånden en relativt omfattende viden om udvaskningen af kvælstof fra landbrugsarealer på intensivt drevne arealer med kontrollerede forsøgsbetingelser, hvorimod undersøgelser over kvælstofudvaskningen under aktuelle praktiske driftsforhold er færre. Der foreligger ligeledes sparsomme oplysninger om udvaskningen fra rodzonen fra de ekstensivt udnyttede marginaljorder, som f.eks. fra arealer som henligger i naturtilstand samt vedvarende græsarealer med kvæg- og fåregræsning. Der foreligger efterhånden en del undersøgelser i Danmark af kvælstofudvaskningen fra skove, især nåleskov på sandjord, hvorimod de fleste undersøgelser af N-udvaskningen fra græsmarker har været baseret på forsøg med græsbevoksede lysimetre, arealer med slætgræs i sædskifte eller har fundet sted under klimatiske forhold, som var svære at sammenligne med Danmarks.

I Danmark såvel som i de øvrige EF-lande tages marginal landbrugsjord ud af omdrift bl.a. for at reducere overskudsproduktionen af korn - en udvikling som reguleres gennem støtteordninger.

Ifølge loven om "Støtte til forbedring af strukturen og effektiviteten i jordbruget" kan der ydes tilskud, såfremt de jorder, der tages ud af produktionen, tilplantes med skov, anvendes til græsning med ekstensivt husdyrhold, braklægges uden for omdriften, braklægges inden for omdriften eller anvendes til ikke jordbrugsmæssige formål.

Denne udvikling er af ny dato i Danmark og forventes at accelerere i nærmeste fremtid.

I første halvdel af 80'erne blev omkring 15.000 ha taget ud af omdriften og anvendt til andet formål. 47% af det opgivne areal blev tilplantet med gran, 40% benyttedes til afgræsning, 7% lå brak, og 6% benyttedes til andet formål (Madsen, 1989). Tidligere udviklede de sandede marginale landbrugsjorder sig typisk til overdrev eller lynghede, når dyrkningen blev opgivet.

Såfremt effekten af marginaliseringen skal medtages i planerne om at reducere kvælstofudvaskningen fra de opdyrkede arealer, er det vigtigt at få tilvejebragt oplysninger om udvaskningen fra rodzonen som følge af ændringen i arealudnyttelsen. Udvaskningen må forventes generelt at falde, men det er usikkert, hvor hurtigt det sker - dette gælder for kvælstof, men især for fosfor, hvor der stort set mangler danske undersøgelser.

Hovedformålet med dette projekt er at søge at fastlægge ændringerne i kvælstofkredsløbet som følge af en "marginalisering" af en sandet opdyrket jord. Fåregræssede og u-græssede parceller, oprettet i 1987, sammenlignes med et areal i fortsat sædskifte. Ændringer i udvaskningen følges og sammenlignes med udvaskningen fra 2 arealer med hedelyng (referencearealer) samt et ældre marginaliseret areal.

Beregninger af den aktuelle udvaskning på lokaliteterne baseres på løbende målinger af NO_3^- koncentrationen i jordvæsken under rodzonen, udtaget ved hjælp af sugekopper eller nedgravede lysimetre. Nedsivningen i den umættede zone følges ved hjælp af sugekopper installeret i dybder ned til 9 m under terræn. På 3 sjællandske stationer målttes nedbør og nedbørskemi (bulk-deposition). På udvalgte forsøgsled be-

stemtes primærproduktion, afgræsset biomasse, rodoptaget N samt kvælstofmineralisering, denitrifikation og kvælstof-fikseringen.

På basis af de opnåede resultater bestemtes kvælstofbalancen for de forskellige forsøgsled og sædskiftearealet, og det søges belyst, hvorledes omlægningen til græs påvirker delprocesserne i det interne N-kredsløb.

I projektet deltog følgende institutioner:

Danmarks Miljøundersøgelser, afd. for Terrestrisk Økologi målte bl.a. nitrat-koncentrationen i jordvandet, nedbørsmængder og -kemi, samt beregnede udvaskning, primærproduktion og rodoptaget kvælstof.

Statens Planteavlslaboratorium bestemte kvælstofmineralisering, denitrifikation og kvælstoffiksering.

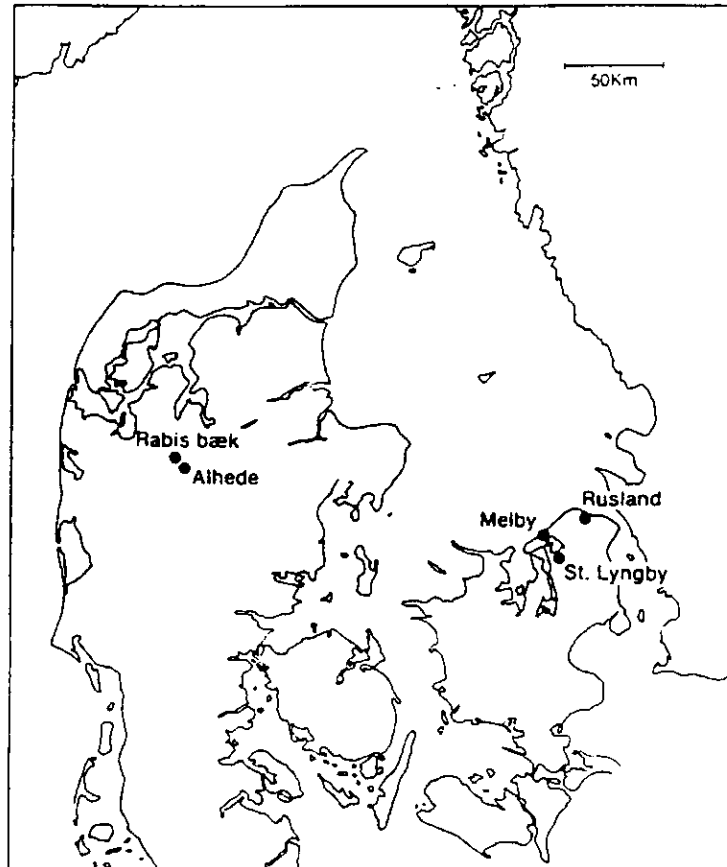
Danmarks Geologiske Undersøgelse fulgte ændringerne i bl.a. nitrat-koncentrationen i den umættede zone samt bestemte jordkemi i denne zone.

Statens Planteavlsforsøg, afd. for Arealdata og Kortlægning udførte jordprofilundersøgelser i forbindelse med en klassifikation af jorderne.

Hedeselskabet gennemførte undersøgelser af bl.a. jordvandets nitrat-indhold i forbindelse med et studium af sammenligneligheden mellem forskellige metoder til isolering af jordvand. Resultaterne er ikke medtaget i denne rapport, men er nærmere behandlet af Hansen et al. (1990).

2. Lokalitetsbeskrivelse

I dette projekt er der udvalgt 5 forsøgsområder på sandede jorder (Figur 2.1).



Figur 2.1. Forsøgsområdernes geografiske placering.

I Jylland, inden for oplandet til Rabis Bæk, indgår 2 forsøgsområder.

Den ene lokalitet er et hedeareal, Alhede, der er domineret af Revling og Hedelyng med spredt opvækst af Bævresp, Fyr og Rød-Gran. Den anden

lokalitet, Rabis Bæk, er en græsmark tilsået i foråret 1987.

På begge lokaliteter er jordbunden udviklet i smeltevandssand (Karup Hedeslette) og ved tekturen klassificeret som JB1. Efter det danske klassifikationssystem er jordbundstypen klassificeret ud fra feltkriterier som podsol. Et morlag i profilet ved Alhede viser, at området ikke har været opdyrket i nyere tid.

I Nordsjælland indgår 3 forsøgsområder.

St. Lyngby.
Geologi og
jordbundsforhold

Området ved St. Lyngby, syd for Arresø, fremstår kuperet, og jordbundsprofiler er beskrevet ved toppen og foden af bakken. Jordbunden er udviklet i flyvesand over vekslende lag af smeltevandssand og -silt og bestemt til henholdsvis JB2 og JB1. Profilerne er pedologisk set svagt udviklede, og efter det danske system er den højest beliggende profil klassificeret som brunjord og den lavest beliggende profil som typibrunsol (pseudogleyet). I dybden 1 - 2 m under terræn findes vekslende lag af smeltevandssand og -silt. Den geologiske beskrivelse af jordprøver udtaget i dybder indtil 8,0 m under terræn viser, at denne lagdeling fortsætter. Ifølge Milthers (1935) har området Strø, Meløse og St. Lyngby under dannelsen været begrænset af is mod øst og nord. Smeltevandet, der afsatte fladen, har haft afløb igennem Strø Bjerger, hvor Havelse Å har sit nuværende løb. På fladen findes nogle runde forhøjninger (antagelig tilsvarende den, forsøgsområdet ligger på), der antagelig er dannet i søer på isdækket, endnu før det smeltede væk fra området.

Table 2.1. Jordprofilernes indhold af næringsstoffer og plantetilgængeligt vand (PTV). (Efter Jensen og Madsen, 1990).

Lokalitet	Profil- dybde (cm)	ombytteligt			gram pr. m ²			mm	
		Ca	Mg	Ka	tot. C	tot. N	uorg. P	tot. P	PTV
St. Lyngby profil 1.	0-50	773	9	11	2132	215	139	186	46
	50-100	1266	28	27	570	95	283	309	45
	0-100	2039	37	38	2702	310	422	495	91
Rabis græs	0-50	83	31	14	6815	450	111	178	38
	50-100	6	0	4	1339	95	80	101	18
	0-100	89	31	18	8154	545	191	279	56
Alhede	0-50	7	2	3	4338	239	39	62	42
	50-100	0	2	2	1325	80	94	107	21
	0-100	7	4	5	5663	319	133	169	63
Rusland	0-50	52	3	6	3587	307	351	433	34
	50-100	15	0	3	455	60	225	233	25
	0-100	67	3	9	4042	367	576	666	59
Melby	0-50	6	1	2	2072	95	56	60	15
	50-100	0	0	2	965	49	66	66	14
	0-100	6	1	4	3037	144	122	126	29

Melby Overdrev, nær Asserbo Plantage, er domineret af Hedelyng, Revling, Mose-Bølle og Krybende Pil med spredt opvækst af birk og fyr. Jordbunden er udviklet i flyvesand (teksturtypen JB1) og ved feltkriterier bestemt som en podsol. Profilet kan også beskrives som podsol-brungley under hensyntagen til gleypræget i C-horisonten. Et morlag i profilet viser, at området ikke har været opdyrket i nyere tid.

Rusland, nær Dronningmølle, har været opdyrket indtil 1945, og vegetationen, der er selv-etableret, er domineret af Bølget Bunke, like-ner og spredt opvækst af Gyvel. Jordbunden er udviklet i flyvesand (teksturtypen JB1) over smeltevandssand/-grus. Jordbunden er ret svagt udviklet og klassificeret som typibrunsol.

Profilbeskrivelser incl. UTM koordinater samt tekstur- og kemiske analyseresultater findes beskrevet i Jensen og Madsen (1990). Ved Alhede, Rabis Bæk og St. Lyngby blev der, i tilknytning til projektet, udført boringer til ca. 10 m under terræn. Borebeskrivelser og analyseresultater findes beskrevet i Ernstsén (1990).

3. Forsøgsplaner

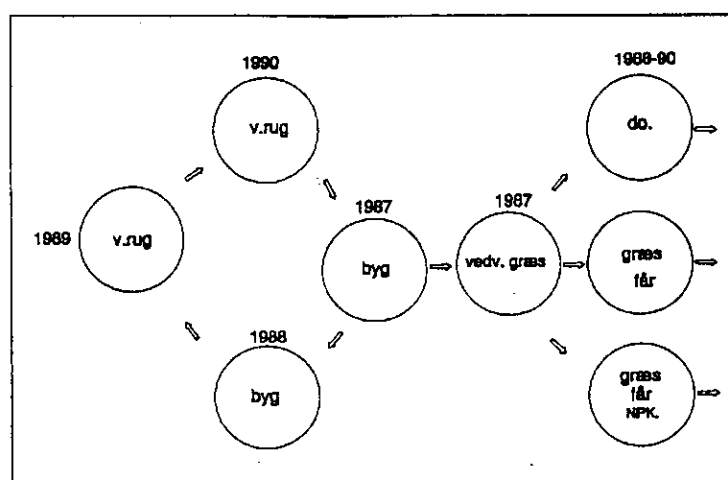
St. Lyngby

Forsøgsfeltet ved St. Lyngby blev anlagt foråret 1987, hvor et areal på 0,5 ha blev tilsået med en græsblanding med sneglebælg. I efteråret 1987 blev de forskellige forsøgsparceller udstyret med sugekopper, lysimetre og nedbørs-
tragte.

I henhold til forsøgsplanen sammenlignes følgende forsøgsparceller:

- mark med sædskifte (parcel A)
- græs, udyrket (parcel B)
- græs, gødet og fåregræsset (parcel D)
- græs, ugødet og fåregræsset (parcel C)
- brakmark, selvetableret vegetation (parcel E)

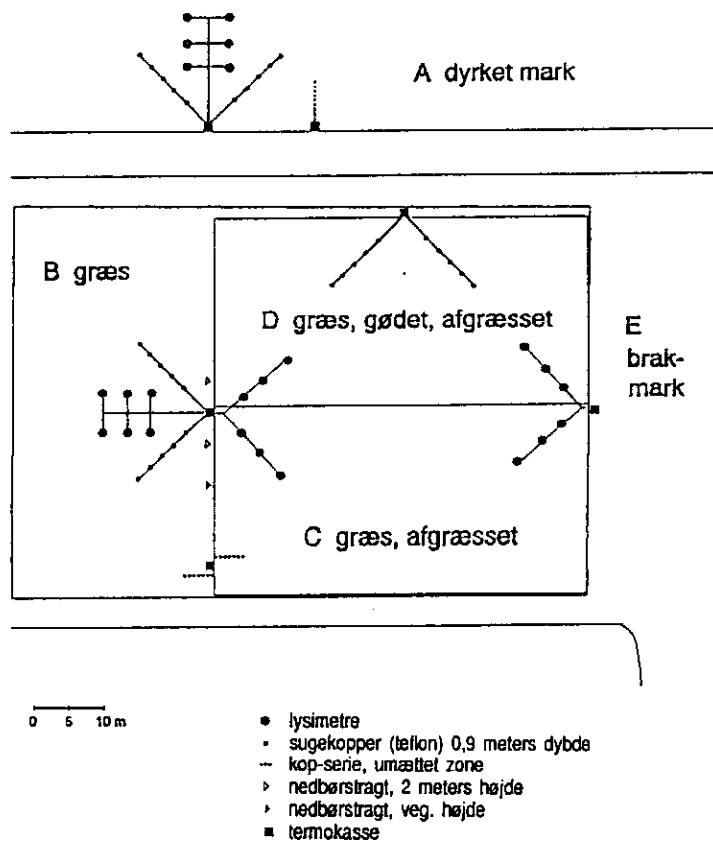
En oversigt over forsøgsplanen fremgår af Figur 3.1.



Figur 3.1. St. Lyngby. Oversigt over forsøgsplan 1987-90.

St. Lyngby,
fælleslokaliteten
for de deltagende
institutioner

St. Lyngby er fælleslokalitet for de deltagende institutioner under projektet. En samlet oversigt over forsøgsinstallationerne fremgår af Figur 3.2. En nærmere gennemgang af de anvendte metoder og måleudstyr er foretaget i metodeafsnittene i kapitel 4 - 7.



Figur 3.2. St. Lyngby. Oversigt over installationerne på forsøgsparcellerne.

Forsøgene i NPO-
værkstedsområdet
Rabis Bæk

Forsøgsfeltet ved Rabis Bæk er et 0,5 ha græsareal tilsået i 1987 med hvidkløver i udlæg med vårbyg. Arealet er beliggende i NPO-værkstedsområdet, og den tilhørende klimastation er placeret på samme areal.

Melby er udstyret med en nedbørsstation, 4 lysimetre, 9 sugekopper, en grundvandsboring (2,5 m dyb) på et 20 x 20 meter forsøgsfelt.

Rusland er alene udstyret med 12 lysimetre og en nedbørsstation på et 30 x 30 meters forsøgsfelt.

En samlet oversigt over måleaktiviteter/installationer fremgår af Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Aktivitets- og installationsoversigt.

	Rabis Bæk		Melby	St. Lyngby, parcel					Rusland	
	Alheden, lyng	græs,	lyng	brak-mark	mark, sædskifte	græs	græs	græs	græs overdrev	græs overdrev
<u>klimastationer</u>	+		@							@
<u>nedbørskemi (DMU)</u>			+					+		+
<u>jordvandsanalyser</u>										
1. jord, centrifugering (DDH)	+			+						
2. lysimetre (DMU)		+	+		+	+	+	+	+	+
3. sugekopper rodzone (DMU)			+		+	+			+	
sugekopper (umættet zone) (DGU)	+	+			+	+		+		
<u>grundvandsboringer (DMU)</u>			+							
<u>N-mineralisering (SPL)</u>				+	+	+	+	+		
<u>N-binding (SPL)</u>					+	+	+	+		
<u>denitrifikation (SPL)</u>				+	+	+	+	+		
<u>vegetationsanalyser (DMU)</u>		+	+			+	+	+	+	+
<u>primærproduktion (DMU)</u>					+	+	+	+		
<u>jordkemi, tekstur m.v. (ADK)</u>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<u>jordkemi umættet zone (DGU)</u>	+	+		+		+				
N-gødskning								+		+
fåre-græsning								+	+	

@: klimadata: nærmeste meteorologiske station og Klimagrid 20

4. Kvalstofomsætning i jorden

4.1 Metoder og parametre

Måling af mikro-
biel kvælstof-
omsætning

Målinger af kvælstofomsætning i jorden (0 - 20 cm) er udført på forsøgsarealet i St. Lyngby. Undersøgelsen har omfattet målinger af N-mineralisering, nitrifikation, planteoptagelse plus nedsivning af kvælstof, denitrifikation, samt biologisk kvælstofbinding.

N-mineralisering m.m. N-mineralisering, nitrifikation og planteoptagelse plus nedsivning er målt ved hjælp af den såkaldte in situ-metode, som beskrevet af Debosz og Vinther (1989).

Acetylen-inhi-
berings-
metoden

Denitrifikation. Målinger af denitrifikationen er foretaget ved hjælp af acetylen-inhiberingsmetoden, hvor reduktionen af N_2O til N_2 blokeres med acetylen. Herefter måles N_2O -udviklingen gaskromatografisk. I praksis er målingerne foretaget på følgende måde: PVC-rør med en længde på 30 cm og en diameter på 3 cm bankes 20 cm ned i jorden, forsynes med en tæt sluttende bundprop og øverst et septum. Ca. 10% af luften i røret blev erstattet med acetylen, og en time senere blev der udtaget en luftprøve. Igen et døgn senere blev der udtaget endnu en luftprøve. De i marken udtagne luftprøver blev opbevaret i "Veno-ject"-rør indtil analyse på gaschromatograf. På grundlag af forskellen mellem N_2O -indholdet i de to luftprøver beregnedes denitrifikations-aktiviteten i det pågældende døgn.

Acetylen-
reduktions-
metoden

Biologisk kvælstofbinding. Denne proces blev målt ved hjælp af acetylen-reduktions-metoden. Under normale forhold reducerer nitrogenase-enzymet atmosfærens kvælstof (N_2) til NH_3 . Ved tilstedeværelse af acetylen blokeres denne reduktion, og istedet reduceres acetylen til ethylen, som kan måles gaskromatografisk. Målingerne, som blev foretaget i felten, blev udført på følgende måde:

Med en graveske blev en jordklump (ca. 1,5 kg) med planter udtaget og placeret i et 4 liters kar (diameter 13 cm, højde 30 cm). Karret blev lukket med et tætsluttende, klart plexiglaslåg med skotgennemføring til udtagning af luftprøver. Ca. 10% af atmosfæren i karret blev udskiftet med acetylen, og efter ca. 1 times henstand blev der udtaget 2 - 3 luftprøver, som opbevarede i Venoject-glas. Jord og planter inkuberedes i endnu ca. 1 døgn på marken før yderligere 2 - 3 luftprøver blev udtaget. De udtagne luftprøver blev i laboratoriet analyseret for ethylen, og nitrogenase-aktiviteten kunne beregnes for det pågældende døgn. Ved hver måledato blev der inkuberet 10 prøver, og indholdet af bælgplanter blev vurderet efter en visuel skala fra 1 - 5 (1 = næsten udelukkende bælgplanter, 5 = ingen bælgplanter), således at N-bindingsaktiviteten kunne relateres til bælgplantemængden.

4.2. N-mineralisering, nitrifikation, m.m.

In situ-målingerne i pløjelaget (0 - 20 cm) af N-mineralisering, nitrifikation og planteoptagelse plus nedsvivning blev påbegyndt i august 1987 i brakparcellen og i den udyrkede græspar-

Måleperioder

Uorganisk
kvælstof
i jorden

cel. Målingerne i brakparcellen ophørte i december 1988. Målingerne i den dyrkede mark blev påbegyndt i april 1988 og fortsatte sammen med målinger i græsparcellen indtil april 1990. Anvendelse af in situ-metoden indebærer, at der ved start og slutning af hver inkubationsperiode måles indhold af uorganisk kvælstof. Indholdet af ammonium har igennem forsøgsperioden varieret mellem 1 og 2 g N/m² afhængig af årstid og gødningstilførsel til den dyrkede mark. Nitratindholdet har i brak- og græsparcellen været konstant lavt. I den dyrkede mark var nitratindholdet i april 1988 på 4 g N/m² efter gødningstilførsel. NO₃-indholdet steg derefter i løbet af vækstsæsonen til 7 g N/m², hvorefter det i løbet af august-september faldt til ca. 1 g N/m² (Figur 4.1).

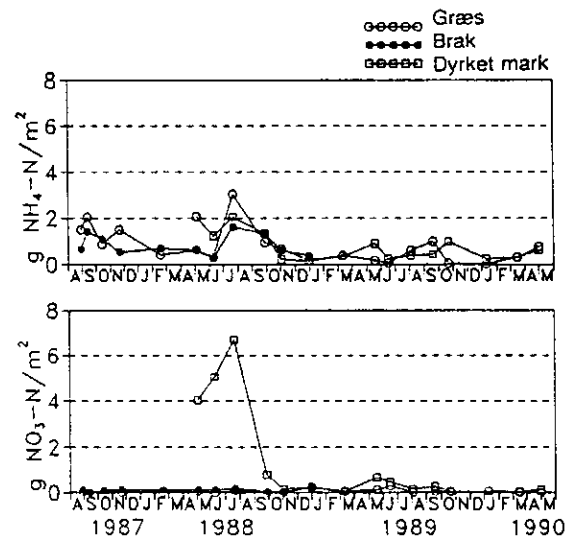
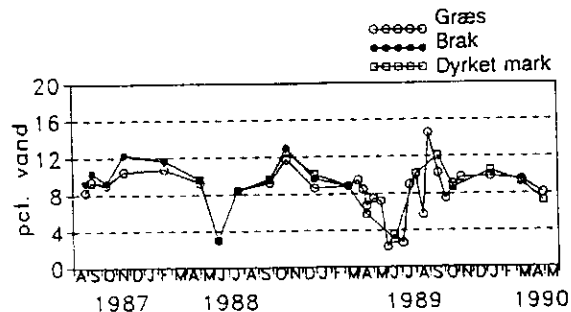


Fig. 4.1. Indhold af uorganisk kvælstof i det øverste jordlag (0 - 20 cm) i St. Lyngby. Græs (udykket, parcel B), brak (parcel E), dyrket mark (parcel A).

Stigende
nitratinhold
i pløjelaget

Stigningen og det høje indhold af nitrat igennem vækstperioden 1988 hænger sandsynligvis sammen med de meget tørre jordbundsforhold i den samme periode (Figur 4.2).



Figur 4.2. Vandindhold (vægtprocent) i jorddybden 0 - 20 cm. Græs (udyrket parcel B), brak (parcel E), dyrket mark (parcel A).

Under tørre forhold ophobes nitrat i pløjelaget

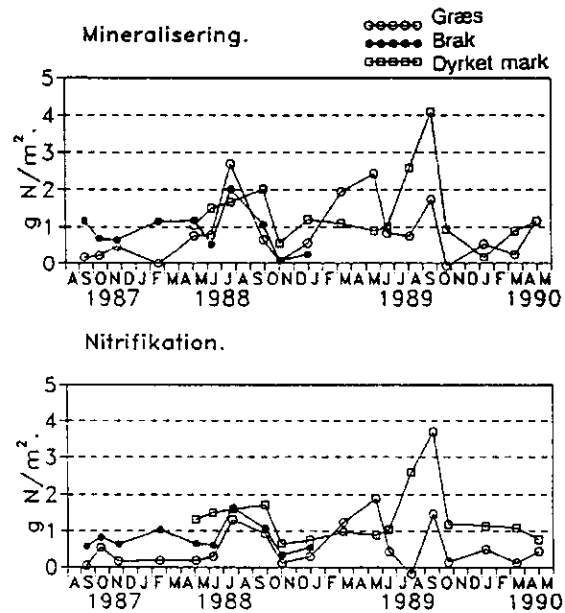
Under de tørre forhold har afgrøden (maltbyg) ikke været i stand til at optage vand og dermed kvælstof fra det øverste jordlag, og den nitrat, der blev dannet ved nitrifikation af den tilførte ammoniumgødning eller af det mineraliserede kvælstof (Figur 4.3), blev ophobet i pløjelaget. Først i forbindelse med nedbør i august er nitraten blevet udvasket (se Figur 4.4 samt afsnit 5).

Det fremgår af Figur 4.3, at kurverne for N-mineralisering og nitrifikation stor set følges ad igennem måleperioden, hvilket viser, at størstedelen af det mineraliserede kvælstof er blevet omsat videre til nitrat. Endvidere ses, at N-mineraliseringsaktiviteten i perioden fra august 1987 til maj 1988 var højere i brakparcellen end i græsparcellen. I den tilsvarende

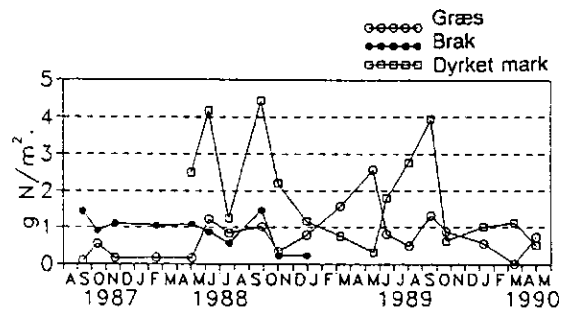
Mineraliseret
kvælstof nitrifi-
ceres hurtigt

periode, var plantedækket i brakparcellen yderst sparsomt, og en af forklaringerne til forskellen i N-mineraliseringen kunne være, at udskillelsen af rodexudater har været større i græsparcellen end i brakparcellen. Rodexudater med et relativt højt C/N-forhold vil medføre en immobilisering af kvælstof og dermed en lavere netto-mineralisering. Også in situ-metoden i sig selv kan være medvirkende til en immobilisering. Når rørene, som anvendes i denne metode, bankes i jorden, vil en del planterødder blive skåret over. Disse rødder fungerer ligeledes som kulstofkilde.

In situ-metoden
kan medvirke
til øget immobi-
lisering



Figur 4.3. N-mineralisering og nitrifikation i 0 - 20 cm's dybde i St. Lyngby. Græs (udyrket, parcel B), brak (parcel E), dyrket mark (parcel A).



Figur 4.4. Planteoptagelse plus nedsivning (0 - 20 cm's dybde) fra arealet i St. Lyngby. Græs (parcel B), brak (parcel E), dyrket mark (parcel A).

På basis af in situ-målingerne kan den summere-
de kvælstofomsætning for de øverste 20 cm be-
regnes:

Der frigives ca.
100 kg N/ha
årligt ved mi-
neralisering

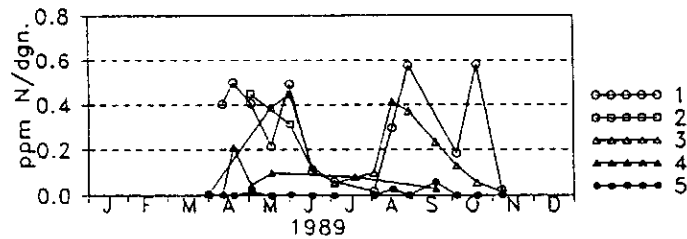
	Brak	Græs udyrket	Dyrket mark
	Aug. 87 - aug. 88		
N-mineralisering	85	58	
Nitrifikation	71	38	
Planteoptagelse + nedsivning	85	42	
	Maj 88 - maj 90		
N-mineralisering		128	199
Nitrifikation		94	207
Planteoptagelse + nedsivning		131	286

Det fremgår af tabellen ovenfor, at N-omsætning-
gen i det første år (aug. 1987 - aug. 1988)
tilsyneladende var væsentlig større i brakpar-
cellen end i græsparcellen. Forskellen kan som
tidligere nævnt skyldes det forholdsvis tætte

Ingen forskel mellem N-mineralisering i dyrket jord og marginaliseret jord

rodnet i græsparcellen, som forårsager en immobilisering af kvælstof og dermed en lavere netto-mineralisering. De samme forhold kan gøre sig gældende ved sammenligning af græsparcellen og den dyrkede mark. I den dyrkede mark blev rørene, som anvendtes i in situ-metoden, placeret imellem planterækkerne hvor der var et mindre tæt rodnet end i græsparcellen. Endvidere skal det bemærkes, at i den dyrkede mark blev der fjernet (planteoptagelse + nedsivning) 87 kg N/ha mere fra pløjelaget, end der blev frigivet ved mineraliseringen. Dette er imidlertid i overensstemmelse med, at der i måleperioden fra maj 1988 til maj 1990 blev gødet med ca. 100 kg N/ha.

4.3. N-fiksering



Figur 4.5. N-bindingsaktivitet målt som ppm N/dgn/potte på prøver med stigende mængde bælplanter. 1 = næsten udelukkende bælplanter, 5 = ingen bælplanter.

Uden bælplanter ingen N-fiksering

Resultaterne viser, at der blev målt relativt høje aktiviteter i månederne april og maj, samtidig med at planterne havde deres mest aktive vækstperiode. Aktiviteten falder derefter i juni og juli under de tørre forhold

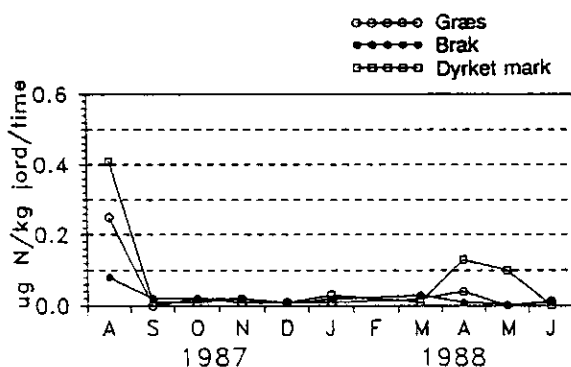
Med bælplanter tilføres jorden store mængder kvælstof fra atmosfæren

(Figur 4.2), hvorefter aktiviteten stiger igen efter nogen nedbør i august.

På grundlag af aktivitetene vist i Figur 4.5 kan det beregnes, at den biologiske N-binding i St. Lyngby i 1989 var på ca. 120 kg N/ha, når der var bælplanter tilstede og ca. 5 kg N/ha uden bælplanter. I en parallelundersøgelse foretaget på arealet i St. Lyngby blev der fundet tilsvarende værdier på henholdsvis 143 og 1 kg N/ha (Jørgensen, 1990).

4.4. Denitrifikation

Målinger af denitrifikationsaktiviteten på arealet i St. Lyngby blev gennemført i perioden fra august 1987 til juni 1988.



Ingen denitrifikation i den sandede jord

Fig. 4.6. Denitrifikationsaktivitet i jordlaget 0 - 20 cm. Græs (udyrket, parcel B), brak (parcel E), dyrket mark (parcel A).

De meget lave aktiviteter, svarende til under 0,5 kg N/ha/år, der her blev målt, er i overensstemmelse med andre denitrifikationsmålinger på sandede jorder (Lind et al., 1990, Jacobsen og Vinther, 1990).

4.5 Diskussion og konklusion

Mikrobiel
kvælstof-
omsætning

Målinger af den mikrobielle kvælstofomsætning i det øverste jordlag (0 - 20 cm) viste, at hverken braklægning eller tilsåning med græs ikke syntes at have nogen virkning på størrelsen af N-mineraliseringen. Det blev fundet, at der i gennemsnit blev mineraliseret ca. 100 kg N/ha/år både i den "marginaliserede" jord i St. Lyngby (brak- og græsparceller) og i den dyrkede jord. Derimod viste målingerne af den biologiske kvælstofbinding, at hvis jorden tilsås, så har artssammensætningen afgørende betydning for arealets kvælstofforsyning. I en tæt bestand af bælgeplanter kan der via disse planters Rhizobium-inficerede rodknolde tilføres arealet 120-140 kg N/ha/år, hvorimod der kun er tale om op til 5 kg N/ha /år, hvis det er en ren græsafgrøde. Denitrifikationsaktiviteten var meget lav (under 0,5 kg N/ha/år), hvilket er i overensstemmelse med andre undersøgelser på sandede jorder.

5. Kvælstof- og fosfor-udvaskning fra rodzonen

5.1. Metoder og parametre

Udtagning af
jordvand - alter-
native metoder

Isolering af jordvand. Udtagning af jordvand til bestemmelse af næringssaltindholdet foretages ved hjælp af porøse teflonsugekopper og/eller nedgravede lysimetre med uforstyrrede jordsøjler. Med begge metoder opsamles jordvand i en dybde af 90 cm fra henholdsvis 2 x 5 sugekopper og 6 lysimetre pr. forsøgsfelt, og akkumuleret perkolat indsamles kontinuert med 2-ugers intervaller - i Rabis Bæk området dog med 4-ugers mellemrum. De målte stofkoncentrationer beregnes som aritmetrisk gennemsnit eller som volumenvægtede gennemsnit (flux-koncentrationer) på basis af den opsamlede perkolatmængde på enkeltcelleniveau eller serieniveau. Den anvendte teknik og metode til opsamling af jordvand er beskrevet nærmere af Ernstsens, Vinther, Christensen og Lorenzen (1989). En sammenligning mellem forskellige isoleringsmetoders effektivitet og måleusikkerhed er behandlet af Hansen, Djurhuus, Christensen og Hoffmann (1990).

Det udtagne jordvand analyseres efter følgende program:

pH, nitrat-N, ammonium-N, opløst uorganisk fosfor, total-fosfor (filtrerede og ufiltrerede prøver), chlorid, sulfat, natrium, kalium, calcium og magnesium samt jern, mangan og aluminium (indtil januar 1989).

Grundvand. Der er etableret en enkelt grundvandsboring på forsøgsfeltet ved Melby, hvor

grundvandet er beliggende knapt 2 meter under terræn. Nivellering af grundvandsspejl samt prøvetagning foretages med 4 ugers intervaller. Samme vandanalyseprogram som for jordvand.

Nedbørsmålinger. Der er på hver af de 3 sjællandske stationer opsat 3 nedbørstragte (Niltragte) til opsamling af nedbør. To tragte er opstillet i 2 meters højde (bestemmelse af nedbørskemi) og én i vegetationshøjde til bestemmelse af nedbørsmængde. Akkumuleret nedbør opsamles med 2-ugers intervaller og analyseres efter følgende program:

pH (fri aciditet), nitrat-N, ammonium-N, chlorid, sulfat samt natrium, kalium, calcium og magnesium.

Afstrømning fra
rodzonene bereg-
nes med modellen
EVACROP

Vandbalance. Til beregning af kvælstof- og fosforudvaskningen er benyttet vandbalancemodellen EVACROP. EVACROP er et program, der er udviklet til beregning af faktisk fordampning og afstrømning fra rodzonen i 1 meters dybde (Olesen og Heidmann, 1990). I EVACROP er der for udvalgte standardafgrøder udviklet simple modeller, der beskriver udviklingen af bladarealindex og effektiv roddeybde. For sædskifte- og græsarealerne ved St. Lyngby er der benyttet afgrøderne "vinterhvede" og "afgræsset græs". De jordbundsdata, som benyttes i modellen, er lokalt målte værdier. De klimatiske inddata til modellen er hentet fra "klimanettet" for Nordsjælland (felt 20), som er stillet til rådighed af afd. for Jordbrugsmeteorologi, Forsøgsanlæg, Foulum. For Rabis-området er dog benyttet lokale data fra klimastationen placeret på selve forsøgsarealet.

Nedbørsmængderne i Grid-20 (40 x 40 km) er interpoleret ud fra 12 nedbørsstationer i Nordsjælland. Da nedbøren kan variere stærkt over

korte geografiske afstande, kan den gennemsnitlige beregnede nedbør afvige væsentligt fra en lokal nedbørsstation.

Beregninger af udvaskningen fra rodzonen er foretaget ved at summere den beregnede daglige afstrømning til 14-dages niveau og multiplicere summen med stofkoncentrationen i sugecelle vand fra 14-dages prøvetagningerne. Stofkoncentrationer er for dage uden prøvetagning eller analyser beregnet ved lineær interpolation mellem nærmest forudgående og efterfølgende analyse.

EVACROP kan ikke bruges på naturarealer

Beregning af afstrømningen fra rodzonen på bl.a. lyngheder og andre naturarealer ved hjælp af EVACROP kan ikke foretages, idet der ikke foreligger de nødvendige oplysninger til beregning af aktuel fordampning som bladarealindex, de forskellige vegetationsfladers responskurver, dvs. sammenhængen mellem E_a/E_p ved forskelligt vandindhold i jorden. I stedet for er afstrømningen beregnet efter følgende formel:

$$D = N - R - E_a - \Delta Q$$

hvor

D = afstrømning fra rodzonen

N = nedbør

R = overfladeafstrømning

E_a = aktuel fordampning

ΔQ = ændring i jordens vandindhold i tidsintervallet Δt

Perioder, hvor jordens vandindhold \geq markkapacitet ($\Delta Q \sim 0$), bestemmes som de perioder (14-dages intervaller), hvor et eller flere lysimetre fra en forsøgsparcel har afgivet perkolat. Samtidig antages det, at $E_a/E_p = 1,0$ ved

markkapacitet, hvor E_p = potentiel fordampning, samt at der kan ses bort fra overfladeafstrømning.

Herefter kan afstrømningen beregnes som den akkumulerede overskudsnedbør summeret i de lysimeteraktive perioder efter den reducerede ligning:

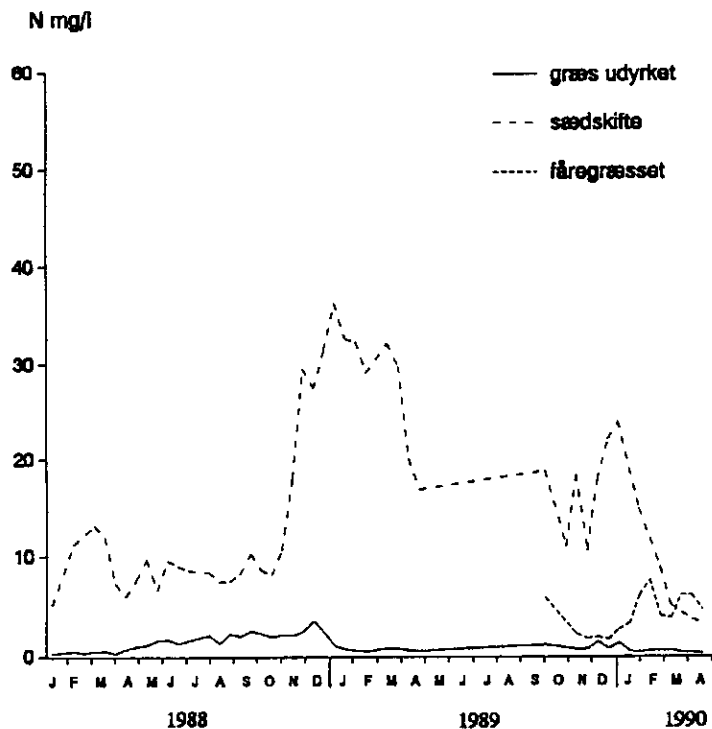
$$D = N - E_p$$

N- og P-udvaskningen for lokaliteterne i Melby, Rusland og i Rabis-området er beregnet efter denne metode, hvor den summerede overskudsnedbør på 14-dages niveau er multipliceret med stofkoncentrationen (flux-koncentrationen) i lysimeterperkolat. I de følgende afsnit betegnes denne metode til beregning af afstrømning som "lysimetermetoden".

5.2 Kvælstofudvaskning

Figur 5.1 viser variationen i nitrat-N koncentrationen i 90 cm dybde i perioden januar 1988 til maj 1990 for marken med sædskifte sammenlignet med den udyrkede græsparcel og den gødede afgræssede parcel. Alle koncentrationer er målt på sugekop-perkolat.

Det antages, at den nitratmængde, som befinder sig under rodzonen i 90 cm dybde, i overvejende grad er tabt for planterne, og at en stigning kan være forårsaget af en nedvaskning fra rodzonen eller en N-mineralisering. Et fald i koncentrationen kan skyldes denitrifikation eller udvaskning til større dybde.



Figur 5.1. St. Lyngby. NO₃-N-koncentrationen i 90 cm dybde målt på sugekop-perkolat. Græs udyrket (parcel B), sædskifte (dyrket mark, parcel A), fåregræsset (græs, gødet parcel D).

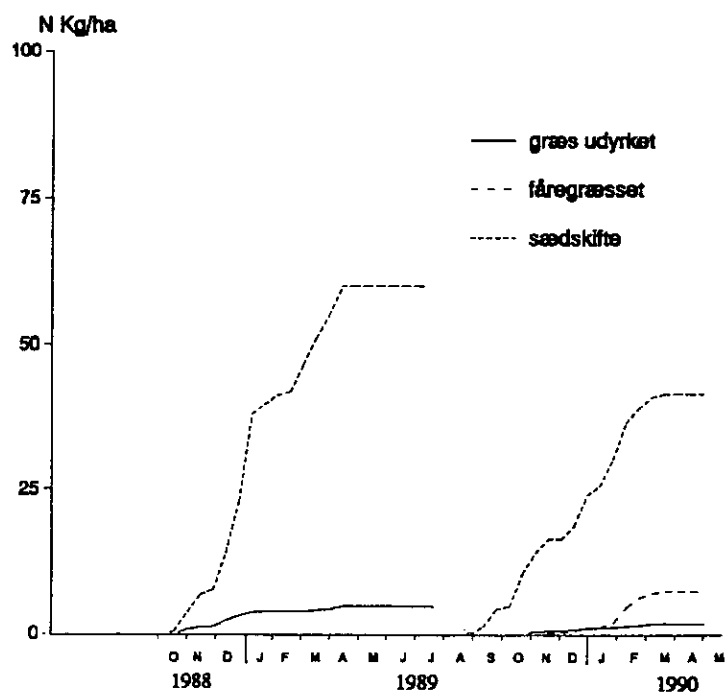
Nitratkoncentrationen falder hurtigt ved et skifte fra korndyrkning til græs

Det fremgår af Figur 5.1, at omlægningen fra et kornsædskifte til græs (udyrket) allerede i den efterfølgende vinterperiode 87/88 har medført et fald i nitrat-koncentrationen til ca. 1 ppm eller 1/10 af koncentrationen under sædskiftearealet. Nitrat-koncentrationen under den afgræssede og gødede parcel, som kun er målt i perioden september 1989 - april 1990, er på ca. 5 ppm.

Figur 5.2 viser den summerede udvaskning af nitrat-N + ammonium-N for nedsivningsperioderne 88/89 og 89/90 for de samme parceller ved St. Lyngby.

Græsareal gødes med 200 kg N, og tabet er 8 kg N/ha/år

Begge vinterperioder var usædvanligt milde. 88/89 var relativt tør med en beregnet overskudsnedbør på 206 mm, 89/90 var derimod våd med en overskudsnedbør på 277 mm. På trods af den store nedrivning var N-udvaskningen i 89/90 på 44 kg N/ha mod 60 kg i 88/89. Arealet, hvor der i 1987 og 1988 blev dyrket vårbyg (maltbyg), blev begge disse år tilført 80 kg N/ha (NPK), i 1989 med vinterrug blev der tilført 180 kg N.



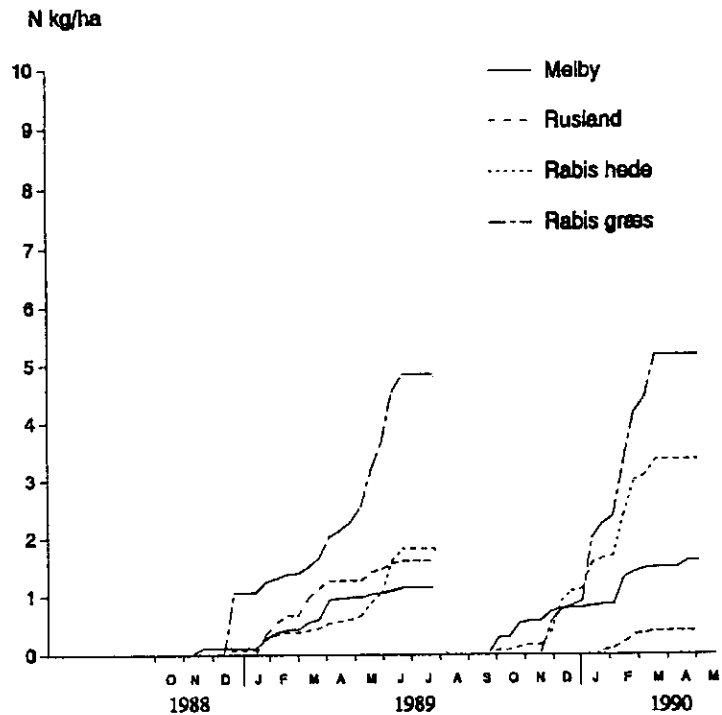
Figur 5.2. St. Lyngby. Sommeret udvaskning af $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$. Græs udyrket (parcel B), fåregræsset (græs, gødet parcel D), sædskifte (dyrket mark parcel A).

Det afgræssede areal fik samlet tilført 500 kg N (kalkammoniumsalpeter) i hele perioden 87-89,

heraf 195 kg i 1988 og 200 kg i 1989.
Udvaskningstabet var i 1989 kun på 8 kg/ha.

Ringe N-
udvaskning fra
naturarealer

Figur 5.3 viser den summerede udvaskning af nitrat-N + ammonium-N fra naturarealerne, hvor kløvergræs-arealet (udyrket) er medtaget som "reference". N-udvaskningen er lav - under 2 kg N/ha begge år for alle lokaliteter - dog 3,5 kg N/ha i 89/90 for Rabis-lokaliteten "Alhede".



Figur 5.3. Summeret udvaskning af $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ for lokaliteterne i Melby, Rusland og Rabis-området (Alhede og Rabis græs).

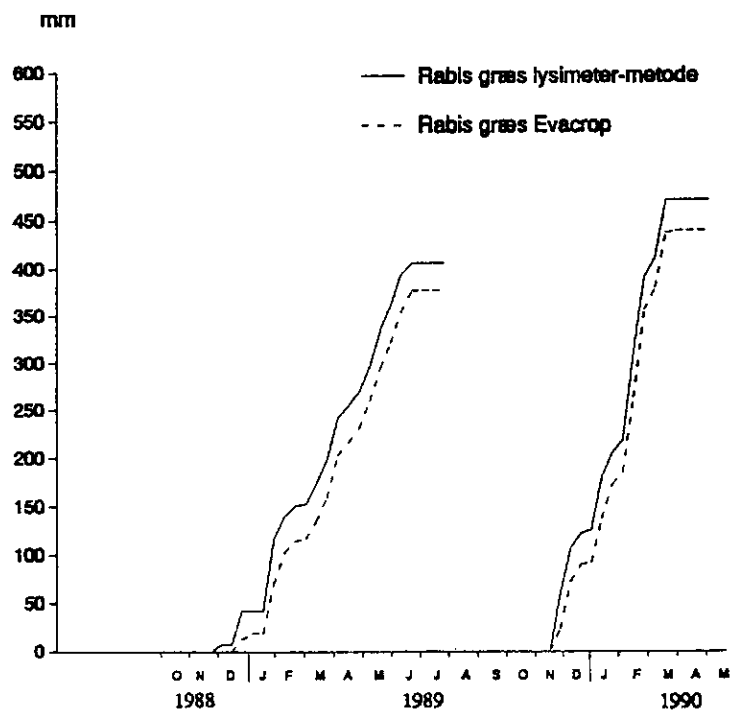
Beregning af af-
strømning fra na-
turarealer

Til beregning af afstrømningen og udvaskningen fra rodzonen (Figur 5.3) er benyttet "lysimetermetoden" (jf. afsnit 5.1), hvor den summerede overskudsnedbør i de lysimeteraktive perioder bliver multipliceret med stofkoncentratio-

nen målt i lysimeterperkolat. For Rabis græs kan denne metode sammenlignes med beregninger foretaget med EVACROP, idet de samme klima- og jorddata kan benyttes til begge beregninger for denne lokalitet.

Resultatet af beregningerne fremgår af Figur 5.4. Det ses, at der er rimelig god overensstemmelse mellem metoderne.

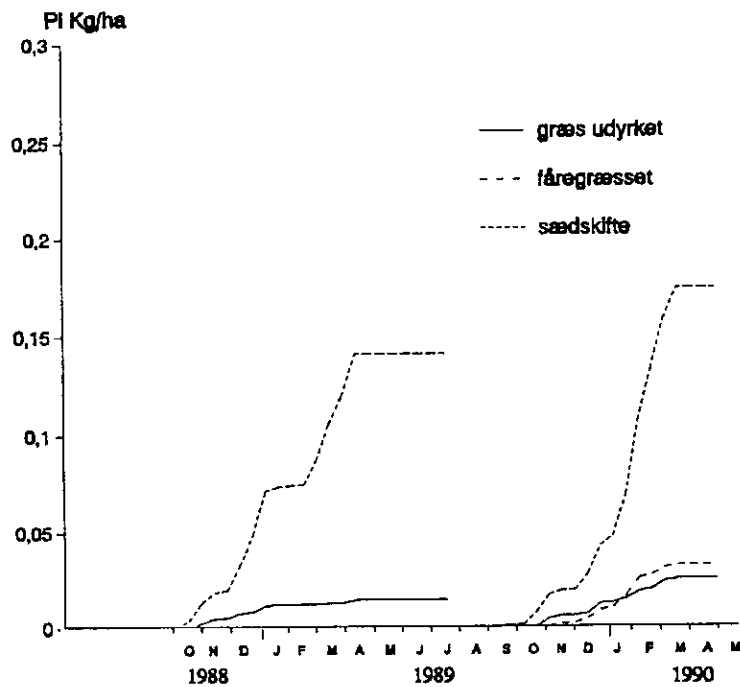
Den beregnede udvaskning af kvælstof med EVACROP for Rabis græs er således kun ca. 0,5 kg N/ha eller ca. 10% mindre end efter lysimetermetoden (Figur 5.3).



Figur 5.4. Rabis, græs. Afstrømning fra rodzonen beregnet efter lysimetermetoden og EVACROP.

5.3 Fosforudvaskning

Figur 5.5 viser resultaterne af jordvandsanalyserne for fosfat-P for parcellerne ved St. Lyngby.



Figur 5.5. St. Lyngby. Summeret udvaskning af fosfat-P beregnet på basis af sugekop-perkolat. Græs udyrket (parcel B), fåregræsset (græs, gødet parcel D), sædskifte (dyrket mark parcel A).

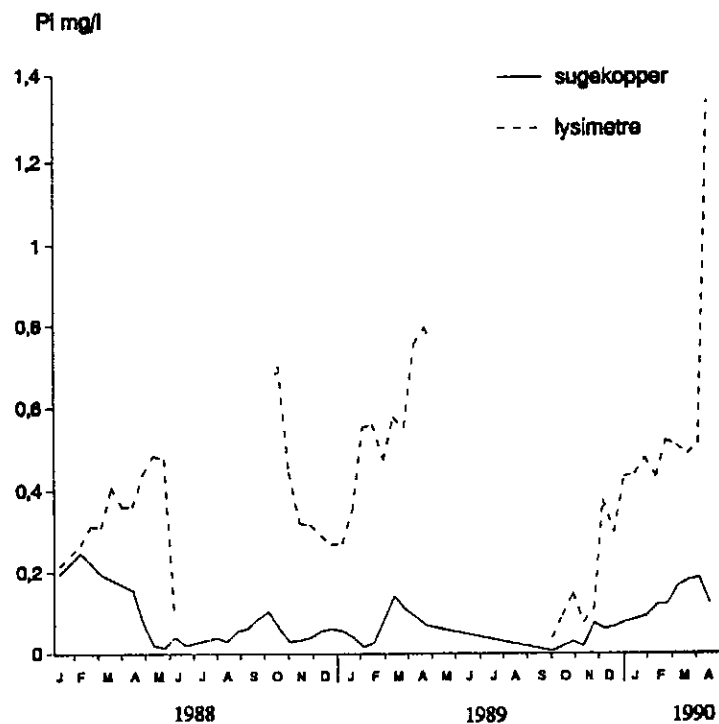
Omlægningen fra korn til græs reducerer fosforudvaskningen til 1/10

Tendensen er den samme som for kvælstofudvaskningen - omlægningen fra et kornsædskifte til græs har reduceret udvaskningen fra ca. 0,15 - 0,20 kg/ha til knapt 1/10 i løbet af undersøgelsesperioden. Som det eneste af arealerne har den opdyrkede mark fået tilført fosfor-gødning

(NPK) - i alt 82 kg P/ha i perioden 87 - 90, heraf 34 kg i 1989 og 18 kg i 1990.

Metodeproblemer med opsamling af jordvand

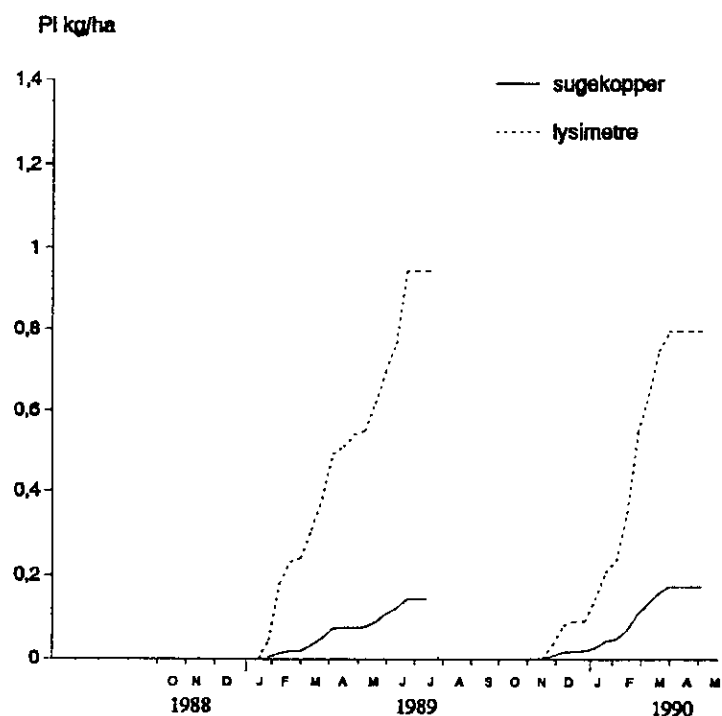
Udvaskningen fra marken er beregnet på basis af P-koncentrationen i sugekop-perkolat. Sammenlignes denne serie med den tilsvarende serie opsamlet fra lysimetrene (Figur 5.6), ses en markant forskel i koncentrationerne. Tilsyneladende er valget af opsamlingsmetode af afgørende betydning for beregning af P-udvaskningen - i hvert fald for den fosforgødte mark på denne lokalitet (Figur 5.7).



Figur 5.6. St. Lyngby, vinterrug)parcel A). Uorganisk fosfor i jordvand udtaget med sugekopper og lysimitre.

Lille fosfor-
udvaskning fra
naturarealer

Udvaskningen af uorganisk fosfor for naturloka-
liteterne i Melby, Rusland og Rabis er beregnet
efter lysimetermetoden på basis af opsamlet
lysimeterperkolat (jf. afsnit 5.1 og 5.2). Den
årlige udvaskning er lav og varierede i under-
søgelsesperioden mellem 0,05 - 0,1 kg P/ha/år -
for græs-overdrevet på Rusland dog 0,025 kg
P/ha i 89/90. Koncentrationen af total-P i
lysimetervand var ca. en faktor 2 højere end
uorganisk P. Til sammenligning var total-P
koncentrationen i jordvandet opsamlet på par-
cellerne ved St. Lyngby kun ca. 20% højere end
uorganisk P.



Figur 5.7. St. Lyngby, vinterrug (parcel A). Sommeret udvaskning af uorganisk P beregnet med EVACROP på basis af sugekop- og lysimeter-perkolat.

5.4 Diskussion og konklusion

N-udvaskning

N-udvaskning fra nåleskov

Der foreligger efterhånden en del undersøgelser af kvælstofudvaskningen fra skovarealer. Fra 30-årig Rød-Gran og Bøg i Ulfborg Plantage i Vestjylland blev udvaskningen således beregnet til henholdsvis 1,0 og 0,5 kg N/ha/år (Bille-Hansen og Hovmand, 1989). Generelt er nitratudvaskningen under nåleskov lav, normalt mindre end 2 kg N/ha/år. Dette gælder for sluttede bevoksninger i god tilvækst. Efter renafdrift, eller i forbindelse med syge eller døende bevoksninger, kan udvaskningen være væsentlig større.

N-udvaskningen fra lyngheder er lav - 2-3 kg N/ha om året

N-udvaskningen fra lynghederne ved Melby og Rabis var tilsvarende lav, 2 - 3 kg N/ha/år. Matzner og Ulrich (1980) bestemte udvaskningen fra en lynghede på Lüneburger Heide til samme niveau, 2 kg N/ha/år (total-N).

De fleste undersøgelser af N-udvaskningen fra græsarealer på sandjord har været baseret på forsøg med græsbevoksede lysimetre eller markforsøg med slætgræs i sædskifte. I lysimeterforsøg med græs og kløvergræs i sædskifte fandt Søegaard (1988), at udvaskningen fra græs varierede mellem 8 og 56 kg N/ha/år. I markforsøg på grovsandet jord bestemte Simmelsgaard (1985) udvaskningen under græs til ca. 45 kg N/ha.

Resultater fra St. Lyngby viste tydeligt, at en ændring fra et kornsædskifte til græs hurtigt ændrer nitratudvaskningen. Fra et niveau på 45 - 60 kg N/ha faldt udvaskningen til 2 - 5 kg N/ha på det udyrkede græsareal. På det afgræs-

sede areal, som årligt fik tilført 200 kg kvælstofgødning, faldt udvaskningen til 8 kg N/ha.

P-udvaskning

Udvaskningen af uorganisk fosfor på arealerne med hedelyng og vedvarende græs i Nordsjælland og Rabis er lav og varierede i undersøgelses

Lille
fosforudvaskning
fra naturarealer

perioden mellem 0,03 og 0,1 kg P/ha/år - for total-fosfor dog en faktor 2 større.

Resultaterne fra St. Lyngby viste samme tendens som for kvælstof - omlægningen til græs har reduceret udvaskningen fra ca. 0,2 kg P/ha/år til ca. 1/10 i løbet af perioden 1987-90.

Valget af opsamlingsmetode for jordvand er tilsyneladende af afgørende betydning for beregning af fosforudvaskning. I undersøgelsen øges den årlige udvaskning fra den pågældende mark således med en faktor 5, hvis beregningerne baseres på lysimeterperkolat i stedet for sugekopper. Der skal her foreslås følgende forklaring på afvigelsen:

I undersøgelsesperioden varierede koncentrationen af uorganisk fosfor i jordvand isoleret med sugeceller omkring 0,1 ppm, hvilket svarer til ligevægtskoncentrationen (4 - 5 $\mu\text{mol P}$) for fosfor i jordvand bestemt i batchforsøg på jordprøver udtaget i samme dybde (90 cm) i april 1990 (Magid, 1990). P-koncentrationen i lysimeterperkolat varierede mellem 0,1 og 1,4 ppm, hvor 1,4 ppm svarer til ligevægtskoncentrationen målt i pløjelaget (40 - 45 μmol).

Afstrømning
gennem jordens
makroporer

Jordens infiltrationskapacitet blev i perioder med stor afstrømningsintensitet konstateret overskredet, hvilket må have medført en afstrømning gennem jordens makroporevolumen. Nedsivende jordvand fra pløjelaget opsamles i

lysimetrene i kvantitativt større omfang end i sugekopperne, som primært er i kontakt med immobil vand i jordens kapillære porevolumen og i fosforligevægt med jorden i den givne dybde (90 cm).

Det skal bemærkes, at de højeste P-koncentrationer i det opsamlede gravitationsvand i lysimetrene blev registreret i april måned, både i 1989 og 1990 (Fig. 5.6). I begge år fik arealet tilført fosfor-gødning (NPK) ca. 1 måned før - i 1989 således i alt 34 kg P/ha den 20.03 og 25.04, i 1990 i alt 18 kg P/ha den 15.03 og 19.04. De høje P-koncentrationer kan være et resultat af en udvaskning af fosfor fra pløjelaget - et forhold som ikke registreres i jordvand udtaget med sugekopper.

6. NO₃-nedsivningen til grundvandet

6.1 Metode og parametre

Metode til opsamling af jordvand i umættet zone

I den umættede zone blev jordvand opsamlet med teflon sugekopper, der i serier af 4 - 7 blev installeret i forskellige dybder under rodzonen. Hver sugekop var monteret på et acrylrør, der fungerede som reservoir, og som ved en slange blev forbundet med et pumpesystem med indbygget vacuumstat.

Analyser af jordprøver fra umættet zone

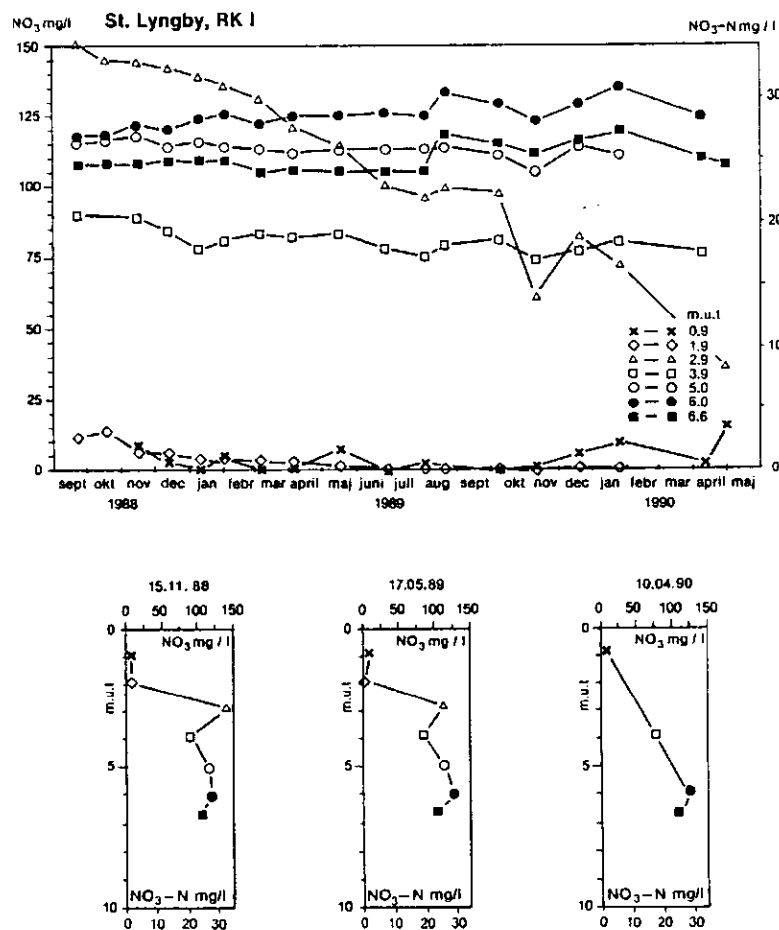
Prøverne blev opsamlet kontinuerligt under konstant vacuum igennem 3 - 5 ugers perioder og blev analyseret for bl.a. nitrat, ammonium, orthofosfat, sulfat, chlorid og alkalinitet. Sedimentprøver, udtaget med snegl til ca. 10 m under terræn, blev beskrevet geologisk og analyseret for bl.a. kornstørrelsesfordeling, vandindhold, pH, carbonat, ombyttelige kationer, forskellige jern- og fosforformer (Ernstsen, 1990).

6.2 Nitrat og ammonium i det nedsivende vand

Koncentrationen af nitrat og ammonium i jordvand fra den umættede zone blev undersøgt på sædskiftearealet og de to ugødede græsparceller ved St. Lyngby (Figur 3.2, parcel A, B og C) samt på hede- og græsarealet i Rabis-området (jf. Tabel 3.1).

St. Lyngby
Forsøgsparcel B

Indholdet af nitrat i jordvand, opsamlet under den udyrkede græsparcel (parcel B) ved St. Lyngby, fremgår af Figur 6.1.

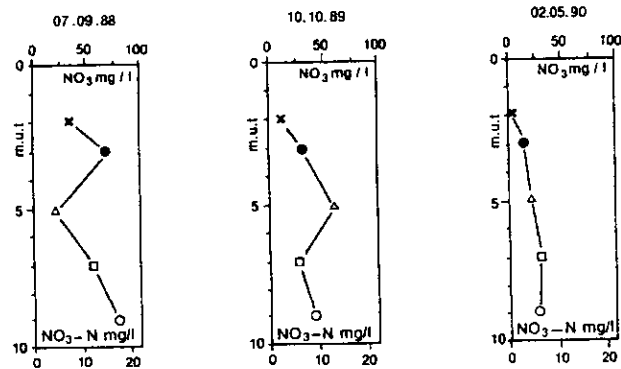
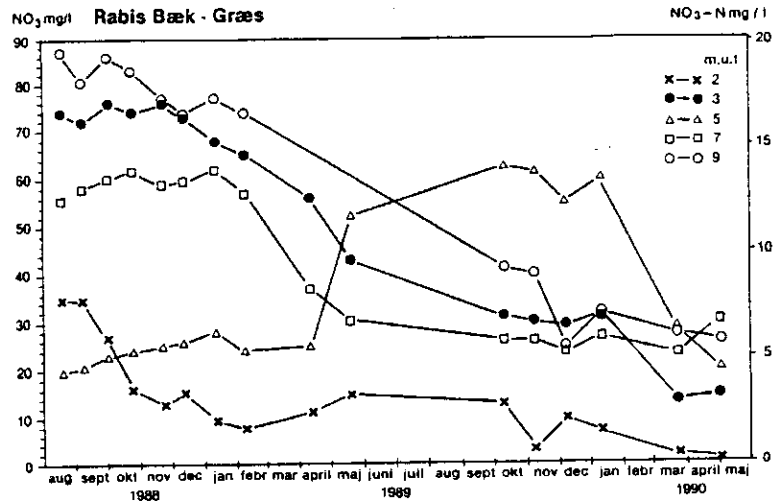


Figur 6.1. St. Lyngby. Koncentration af nitrat i jordvand i forskellige dybder under græs, udyrket (parcel B, Fig. 3.2).

I september 1988, ca. 1,5 år efter at marken var blevet tilsået med græs, var nitratkoncentrationen i jordvand opsamlet i indtil 1,9 m under terræn markant lavere end den, der målt

i jordvand opsamlet på større dybde. Det lave indhold fremstod næsten uændret gennem resten af forsøgsperioden. Den lave nedsivning af kvælstof kunne efterfølgende registreres i jordvand opsamlet fra 2,9 m under terræn, mens indholdet i jordvand fra større dybder var relativt højt og næsten konstant.

- Forsøgsparcel C Endringerne under den ugødede og afgræssede parcel (parcel C) fulgte samme mønster. Lave koncentrationer i jordvand opsamlet indtil 1,8 m under terræn, et markant fald i nitratindholdet i dybden 2,8 m under terræn, fra 30 til 3 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$, og forholdsvis høje værdier indtil 8 m under terræn (11 - 25 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$).
- Forsøgsparcel A På sædskiftearealet (parcel A) blev jordvand opsamlet i to niveauer. I det ene, 1,8 m under terræn, målt typisk mellem 10 - 34 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ og i 7,7 m under terræn var koncentrationen lav - mindre end 1,0 mg/l.
- Rabis Bæk På den udyrkede græsparcel, Rabis Bæk, har indholdet af nitrat været generelt faldende gennem forsøgsperioden, Figur 6.2. Endnu ca. 1,5 år efter etableringen af græsvegetationen forekom i dybden 2 m under terræn en forholdsvis høj nitratkoncentration, der allerede efter nedsivningsperioden 1988/1989 var halveret. I 3 m under terræn var indholdet af nitrat ligeledes højt, og det var antagelig nedsivningen af dette vand, der i april 1988 begyndte at kunne registreres ved en markant stigning i indholdet af nitrat i jordvand opsamlet i dybden 5 meter. I august 1988 afspejlede de høje koncentrationer i 7 og 9 m under terræn nedsivningen fra arealet, mens det endnu indgik i normalt sædskifte.



Figur 6.2. Rabis Bæk. Koncentration af nitrat i jordvand i forskellige dybder under græsarealet (udyrket).

Alhede

På Alhede var indholdet af nitrat i jordvand opsamlet i 2, 3, 7 og 9 m under terræn typisk under 0,5 mg/l NO₃-N.

Ammonium

Indholdet af ammonium var lavt i samtlige undersøgte prøver, normalt mindre end 0,5 ppm NH₄-N på parcellerne ved Rabis Bæk og på Alhede.

6.3 Diskussion og konklusion

Ved St. Lyngby, på græsparcellerne med og uden græsning, har de ændrede dyrkningsformer resulteret i et lavere indhold af nitrat i det ned-sivende vand opsamlet i dybder indtil ca. 3 m under terræn. I niveauet fra 4 til 8 m indeholdt jordvandet stadig nitrat i mængder svarende til dem, der er målt under marken i omdrift. Vandet her stammer antagelig fra før 1987, hvor marken indgik i normal omdrift. Udvaskningen af nitrat er tilsyneladende lidt højere på det afgræssede areal end det udyrkede græsareal. Det lave indhold af nitrat 7,7 m under marken kan være strømningsbetinget eller skyldes nitratreduktion i dybereliggende lerholdige lag.

På græsarealet ved Rabis Bæk var indholdet af nitrat i jordvand udtaget i 3 meters dybde forholdsvis højt ved forsøgets start. Dette skyldes antagelig en senere mineralisering i tilknytning til den milde vinter 1987/88. Effekten heraf registreredes i perioden april 1989 til marts 1990 i jordvand fra 5 m under terræn. På større dybder afspejlede indholdet af nitrat i jordvandet de variationer i ned-sivningen, der forekom, mens arealet endnu indgik i normal omdrift. Ved forsøgsperiodens afslutning var der sket et tydeligt fald i indholdet af nitrat til under 10 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ i samtlige niveauer.

Resultaterne viser ydermere, at ændringen i dyrkningsformen - omlægning til græs - meget hurtigt nedsatte udvaskningen af nitrat. Udvaskningen af nitrat fra det ugødede græsareal (St. Lyngby) er antagelig en anelse større på

den afgræssede end på den ugræssede parcel. Den 1. maj 1990 syntes etableringen af en græsvegetation at have påvirket nitrat-koncentrationen i det nedsivende vand til ca. 3 m under terræn ved St. Lyngby og til ca. 7 m under terræn ved Rabis Bæk.

Udvaskningsforløbet afhænger af bl.a. de geologiske forhold og kan med den anvendte metode registreres ned gennem den umættede zone (Ernstsen, 1990).

7. Græsmarkens stofkredsløb og primærproduktion

7.1 Metoder

Metoder til måling af primærproduktion	<p>Produktionen af græs på forsøgsparcellerne i St.Lyngby blev indirekte bestemt ved hjælp af høstmetoden (Roberts et al., 1985).</p> <p>I løbet af projektperioden, 8 gange i alt, blev der udlagt tilfældigt valgte flader på 0,1 m² på parcellerne. Alt plantemateriale på fladerne blev afklippet ned til jordoverfladen og indsamlet sammen med litter og evt. gødning. Antallet af prøveflader fra hver parcel varierede mellem 2 - 8 pr. gang. Der blev aldrig høstet mere end 1 gang på samme sted.</p>
Bestemmelse af fårenes afgræsning	<p>Plantematerialet blev artssorteret, og de enkelte arters tørstofindhold blev bestemt, efter at prøverne var tørret. Prøverne fra 2 indsamlingsdatoer blev analyseret for indhold af total-N. Ved hjælp af denne elementanalyse blev indholdet af N i biomassefraktionerne fra samtlige indsamlingsdatoer beregnet.</p> <p>I de græssede parceller var halvdelen af prøvefladerne afskærmet for græsning ved hjælp af stålbure. Disse bure flyttedes efter hver indsamling til almindeligt græssede områder. Forskellen i biomasse mellem prøveflader inden for burene og uden for burene repræsenterer derfor afgræsningen i perioden mellem to indsamlingsdage.</p> <p>Rodbiomassens størrelse blev kun bestemt på et enkelt tidspunkt i projektperioden ved udtagning af 8 borekerner i hver parcel og indgår</p>

derfor ikke i bestemmelsen af primærproduktionen, som kun omfatter overjordisk biomasse.

7.2 Stoftransporten gennem vegetationen

Den interne transport af næringsstoffer gennem planternes rodoptagelse blev undersøgt på forsøgsparcellerne i St.Lyngby ved en bestemmelse af tørstofproduktionen sammenholdt med en analyse af det producerede tørstofs indhold af næringsstoffer (kvælstof).

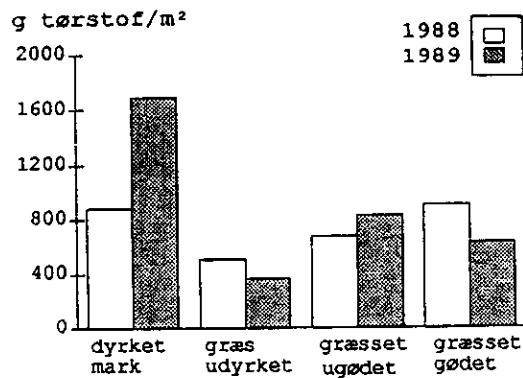
Det interne stof-
kredsløb

Biomasseproduktionen er første led i det videre kredsløb, hvori indgår afgræsning ved får, urin- og gødningsproduktion, litterproduktion og indbyggelse af dødt plantemateriale i humuspuljen. Primærproduktionens størrelse er derfor bestemmende for hvor meget stof, der videreføres til de andre puljer.

7.3 Biomasseproduktion

Produktionen af biomasse på de 4 parceller er afbildet i Figur 7.1. Det ses, at der på samtlige parceller er en del variation mellem de to år. Variationen overskygges dog en del af standardafvigelsen, som ligger på 5 - 40%.

Den dyrkede parcel har den største produktion. Forskellen mellem maltbyg i 1988 og vinterrug i 1989 fremgår tydeligt - produktionen af vinterrug var ca. en faktor 2 større end maltbyg.



Figur 7.1 Biomasseproduktion målt i g tørstof/m² for de 4 forsøgsparceller ved St. Lyngby. Dyrket mark (parcel A), græs udyrket (parcel B), græsset ugødet (parcel C), græsset gødet (parcel D).

Græsarealernes tørstofproduktion

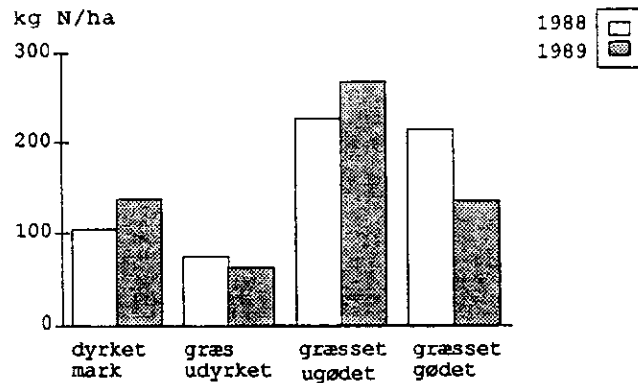
Parcellen med vedvarende græs (udyrket) har en tørstofproduktion, målt som vegetationens kulminationsbiomasse, der ligger på ca. 500 og 350 g tørstof/m² i henholdsvis 1988 og 1989. Den lavere værdi i 1989 skyldes formentlig tørke i vækstfasen dette år. På naturlige græsarealer er det almindeligt at finde værdier mellem 200 - 800 g tørstof/m² (Sims 1980).

Tørstofproduktionen på det græssede, ugødede areal ligger en del højere. Den øgede produktion kan skyldes to faktorer: dels den øgede tilvækst efter fårenes nedbidning af vegetationen og dels at vegetationen på denne parcel tilføres kvælstof ved N-fiksering fra humlesneglebælg, som findes i stort tal på parcellen.

Det kunne forventes, at produktionen på parcellen med fåregræsning og gødskning ville være større end produktionen på den græssede ugødskede parcel. I 1988 er der en produktion som forventet, men i 1989 er det modsatte gældende.

7.4 Kvalstof-kredsløbet gennem vegetationen

Planternes nettooptagelse af kvælstof er beregnet ved hjælp af tørstofproduktionsværdier og en analyse af N-indholdet i det producerede tørstof.



Figur 7.2. N-indhold i den overjordiske biomasseproduktion målt i kg N/ha i 1988 og 1989 for: dyrket mark (parcel A), græs udyrket (parcel B), græsset ugødet (parcel C) og græsset gødet (parcel D).

Tilførsel af mineralisk N til vegetationsfladen, som f.eks. deposition og gødskning, kan enten tabes fra systemet ved udvaskning og denitrifikation eller optages af planter og mikroorganismer. Den øgede tilførsel af kvælstof kan således betyde, at planterne får en større primærproduktion med et øget indhold af kvælstof. Den øgede N-mængde videreføres til litterpuljen, og på længere sigt betyder dette, at N-indholdet i humuspuljen øges.

Korn- og græs-
afgrødernes
C/N- forhold

Kornafgrøderne på den dyrkede parcel havde en stor biomasseproduktion målt som tørstofindhold, men et relativt lille N-indhold. Dette forhold ses meget tydeligt i 1989, hvor der dyrkedes rug på marken, med en relativt stor strå-produktion med et ringe N-indhold (Figur 7.1 og 7.1).

For parcellerne med græs er der et større N-indhold pr. g tørstof i biomasseproduktionen, dog således at biomassen på parcellen med vedvarende græs har et lavere N-indhold end biomassen på de græssede parceller. Tørstofproduktionen på de græssede parceller ligger omtrent på samme niveau i de to år, til gengæld er N-indholdet en del større i biomassen på den græssede ugødskede parcel. Dette kan skyldes at humlesneglebælg, som har et højt N-indhold, har en høj dækningsgrad på parcellen.

7.5 Produktion af dødt organisk materiale (litter)

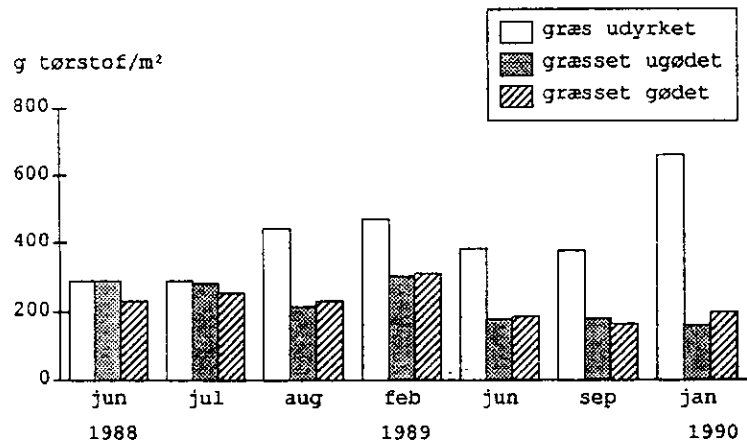
Kvælstof i plantematerialet overgår ved planternes død til litterpuljen. En del mineraliseres og frigives til jorden som NO_3^- og NH_4^+ , mens en del indbygges i den organiske N-fraktion i jorden, humuspuljen.

Litterpuljens
omsætning

Litterpuljens størrelse og N-indhold er målt sideløbende med den levende plantebiomasse for at vurdere, om der er en sammenhæng mellem de to puljer. Udviklingen i litterpuljen er vist i Figur 7.3.

I løbet af eftersommeren og efteråret falder mængden af levende plantebiomasse, og samtidig

vokser dog ikke med samme takt, som plantebio-
massen formindskes, hvilket tyder på, at lit-
terpuljen i samme periode er udsat for nedbryd-
ning eller afgræsses af fårene.



Figur 7.3

Litterpuljens udvikling på de 3 parceller: græs udyrket (parcel B), græsset ugødet (parcel C) og græsset gødet (parcel D) i løbet af projektperioden.

7.6 Fåreafgæsning

Fårenes afgræsning og det afgræssede foders indhold af kvælstof er målt og beregnet som omtalt i metodeafsnittet. Fårenes tilvækst, deres gødning- og urinproduktion, samt ammoniakfordampning fra urinen er ikke målt, men er beregnet ved hjælp af standardværdier fra andre forsøg (Barrow, 1987; Walsingham, 1987 og Asman, 1990). Disse værdier er samlet i Tabel 7.1.

Tabel 7.1 Fårenes kvælstofindtagelse ved afgræsning, og dette kvælstofs videre fordeling på tilvækst, fast gødning, urin og NH₃-fordampning. Græsset ugødet (C), græsset gødet (D).

		Parcel C		Parcel D	
		1988	1989	1988	1989
afgræsning	g tørstof/m ² :	596	650	855	516
N % i foder	% :	3,36	3,34	2,43	2,51
N-indhold i afgræs:	kg N/ha :	200	217	208	129
tilvækst	kg N/ha :	20	22	21	13
gødning	kg N/ha :	48	52	68	41
urin	kg N/ha :	132	144	118	75
fordampet som NH ₃ ,	kg N/ha :	13	13	13	13
optaget i jorden	kg N/ha :	119	131	105	62
retur til jord, netto	kg N/ha :	167	183	173	103

8. Kvalstof-balancen

Omlægningen til
græs øger jordens
N-pulje

På jordarealer, som tages ud af produktion og tilsås med græs, øges indholdet af organisk kvælstof, men også kulstof (humus), indtil der opnås en ny ligevægt, hvor N-tilførslen og fraførslen er i balance. Tidsperspektivet i denne udvikling kan være 50 - 100 år, hvor hastigheden bl.a. bestemmes af primærproduktionen og udnyttelsesgraden af denne (afgræsning, slæt), men kun i mindre grad af N-tilførslen (Ryden, 1984). I en gennemgang af undersøgelser fra en række vesteuropæiske lande blev den årlige øgning således bestemt til mellem 50 og 150 kg N/ha/år og total-N i rodzonen til 5.000 - 24.000 i ældre vedvarende græsmarker (Ryden, 1984; Woodmansee, 1981).

Genopdyrkes ældre græsarealer, vil jordens N-pulje falde til et nyt lavere ligevægtsniveau. Strebel (1989) bestemte et N-tab på 5.000 kg N/ha over en 4-års periode efter opløjning af et græsareal på sandjord i Nordvesttyskland.

8.1. N-balance for arealerne v. St. Lyngby

For forsøgene i St. Lyngby er der opstillet en kvælstofbalance for de første 2 år efter omlægningen til græs (Tabel 8.1).

På grundlag af denne balance, som kun inddrager tal fra en forsøgsperiode på 2 år, er det endnu for tidligt at sige noget om de langsigtede

puljeændringer i jorden, men der er tydeligvis allerede sket en udvikling på de to år.

Tabel 8.1. Kvælstofbalance for St. Lyngby. Alle tal er opgivet i kg N/ha. Værdier mærket med et * er helt eller delvis beregnede tal. (A) dyrket mark, (B) græs udyrket, (C) græsset ugødet og (D) græsset gødet.

	1988				1989			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Tilførsel:								
Deposition, tør	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*	6*
Deposition, våd	11	11	11	11	13	13	13	13
N-fiksering	2*	37	39	30	2*	6	18	7
Gødskning	80	0	0	195	180	0	0	200
retur fra får, netto	-	-	167*	173*	-	-	183*	103*
Samlet tilførsel	99	54	223	415	201	25	220	329
Fraførsel:								
Afgrøde	105	-	-	-	138	-	-	-
Udvaskning	60	5	8*	8*	44	2	8*	8
Afgræsset af får	-	-	200	208	-	-	217	129
Denitrifikation	0	0	0	0	0	0	0	0
Samlet fraførsel	165	5	208	216	182	2	225	137
Balance	-66	+49	+15	+199	+19	+23	-5	+192

Tør- og våd-depositionen af kvælstof

Tør-afsætningen af NH_3 og NO_x -forbindelser er for både 1988 og 1989 anslået til 6 kg N/ha/år (Jordbrugsøkonomisk Institut 1989). Våd-depositionen er beregnet på basis af summen af NH_4 og NO_3 i bulk-opsamlet nedbør målt lokalt. En total-deposition på henholdsvis 17 og 19 kg N i 1988 og 1989 er således den beregnede brutto-tilførsel til arealerne, og NH_3 -fordampningen fra den afsatte gødning og urin fra fårene er fratrukket denne posts bidrag til den samlede tilførsel.

Udvaskningen af kvælstof fra parcel C i 1988 og 1989 samt fra parcel D i 1988 er ikke målt, men anslået til samme værdi som udvaskningen fra parcel D i 1989 (8 kg N/ha/år). Beregningen af udvaskningen er baseret på meteorologiske data fra Grid-20 kvadratet for Nordsjælland. Da den lokalt målte nedbør i begge forsøgsår var ca. 20% lavere end Grid-20 gennemsnittet, er afstrømningen og de i tabel 8.1 anførte tal for N-udvaskningen tilsvarende overestimeret.

Ved forsøgets start udgjorde Humle-Sneglebælg en stor del af plantebiomassen på de 3 græsarealer. I 1988 var kvælstoffikseringen på mellem 30 og 39 kg N/ha. Året efter var N-fikseringen betydeligt lavere. På det udyrkede græsareal var Humle-Sneglebælg næsten helt fortrængt, og på de græssede parceller var Humle-Sneglebælg mest udbredt, hvor der ikke var gødet.

Store N-mængder
recirkuleres
gennem fårene

Fårene fjerner store mængder N ved afgræsningen, mellem 130 og 220 kg N/ha/år, og ifølge beregningen returneres det meste til arealet igen. Der er en del usikkerhed ved beregningerne af N-omsætningen i fårene. Det er relativt store mængder N, der indgår i N-kredsløbet via fårene, og usikkerheden på bestemmelsen af den afgræssede N-mængde og dens fordeling på tilvækst, urin og gødning har stor betydning for den samlede balance.

8.2. Diskussion og konklusion

Ændringer i jordens N-pulje kan beregnes indirekte på basis af et jordareals kvælstofbalance. I forsøg med slætgræs på grovsandede

jorder beregnede Simmelsgaard (1985) i gennemsnit over perioden 1974-80 N-balancen til kun + 3 kg N/ha/år, hvorimod Søgaard (1988) i lysimeterforsøg med græs i sædskifte fandt en positiv N-balance på 116 kg N/ha/år, men negativ N-balance for ensidige sædskifter uden græs. I forsøg over en 30-årig periode på sandblandet lerjord (Askov) undersøgte Christensen (1990) 3 forskellige sædskifters virkning på pløjelagets kulstof- og kvælstofpuljer. Jordens N-pulje faldt for alle sædskifte-typer. Det årlige fald var mindst for et traditionelt 4-marks skifte med kløvergræs (- 23 kg N/ha), større for sædskifter uden græs, og størst for et areal med vedvarende brak (- 53 kg N/ha). Ændringerne i C-puljerne viste en tilsvarende tendens til fald.

Stigende N-pulje i jorden på græsarealerne

Ved St. Lyngby var der en positiv N-balance for alle forsøgsled med græs. For det gødede fåregræssede areal var N-balancen på + 195 kg N/ha i gennemsnit for 88/89. Det udyrkede græsareal havde en positiv N-balance på 36 kg N/ha, hvilket indikerer en stigning i jordens N-pulje af samme størrelsesorden. Den mindste ændring blev registreret på det ugødede areal, som samtidigt blev intensivt afgræsset. I 1989 var balancen negativ for dette areal.

I St. Lyngby har der på forsøgsarealet været gennemført et rent kornsædskifte i perioden 1986-90 (maltbyg, maltbyg, vinterrug, vinterrug). I gennemsnit over perioden var der en negativ balance på - 24 kg N/ha for sædskiftearealet, men med stor forskel mellem de 2 kornafgrøder i 1988 (maltbyg) og 1989 (vinterrug). Udnyttelsesgraden af den tilførte N-gødning i forhold til den høstede N-mængde i kerne og halm varierede også mellem kornafgrøderne - for maltbyg var udnyttelsesgraden på 130% og for

vinterrug 77%. En udnyttelsesgrad på over 100% tyder på en (tilsigtet) underforsyning af maltbygarealet med N-gødning og en tilsvarende tæring på jordens N-pulje.

REFERENCER

- Andersen, C., F. Eiland og F.P. Vinther (1983): Økologiske undersøgelser af jordbundens mikroflora og fauna i dyrkningssystemer med reduceret jordbehandling, vårbyg og efterafgrøde. Tidsskrift for Planteavl 87, 257-296.
- Asman, W.A.H. (1990): A detailed ammonia emission inventory for Denmark. Danmarks Miljøundersøgelser, Roskilde, Danmark.
- Barrow, N.J. (1987): Return of nutrients by animals, p. 181-186. I "Managed Grasslands. Ecosystems of the World 17B". Elsevier.
- Christensen, B.T. (1990): Sædskiftets indflydelse på jordens indhold af organisk stof. II. Markforsøg på grov sandblandet lerjord (JB5), 1956-1985. Tidsskrift for Planteavl 94, 161-169.
- Debosz, K. K. and F.P. Vinther (1989): An in situ technique for simultaneous measurements of mineralization, leaching and plant uptake of applied nitrogen to agricultural soils. In (Eds. J.Aa. Hansen & K. Henriksen) Nitrogen in organic wastes applied to soils, Academic Press, London. pp. 3-10.
- Ernstsen, V. (1990): Arealanvendelse og udvaskningsmønster for næringssalte. Undersøgelse af den umættede zone på sandjordsarealer med forskellige dyrkningsformer. Intern DGU rapport nr. 43. København.

- Ernstsen, V., F.P. Vinther, N. Christensen, H.P. Lorenzen (1989): Næringsstoffdynamik og udvaskning - effekter af marginalisering på sandmarker. Vand og Miljø 2, 79-83.
- Hansen, B.J., J. Djurhuus, N. Christensen, O.S. Jacobsen og C.C. Hoffmann (1990): Analyse af jordvands sammensætning. Metodesammenligning. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen, nr. A17. 56 s.
- Hovmand, M.F. og J. Bille-Hansen (1988): Ionbalance i skovøkosystemer, med måling af atmosfærisk stoftilførsel. II Miljøstyrelsens Luftforureningslaboratorium. MST LUFT-A 127, 124 s.
- Jacobsen O.S. og F. Pilgård Vinther (1990): Grundvandsbelastning fra to landbrugs på sandjord. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. B 11.
- Jensen, N.H. og H.B. Madsen (1990): Jordprofilundersøgelser i forbindelse med NPO-projektet: Stofbalanceundersøgelser på naturjord. Statens Planteavlsvforsøg, afd. for Arealdata og Kortlægning, 8 s.
- Jørgensen, F. (1990): Kvælstoffiksering på græsarealer. Specialrapport ved Afd. for Generel Mikrobiologi, Københavns Universitet.
- Lind, A.M., K. Deboz, J. Djurhuus og M. Maag (1990): Kvælstofomsætning og udvaskning i dyrket ler- og sandjord. NPO-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A 9.
- Madsen, H.B. (1989): Potentielle marginaljorder bestemt ud fra naturgivne faktorer. Geografisk Tidsskrift 89, 25-30.

- Magid, J. (1990): Fosforfluxen gennem rodzonen på en nordsjællandsk sandjord, belyst ved indsamling af jordvæske med 2 metoder. 13 s. Seminarrapport vedr. grundvandsforurening. ATV-komiteen i samarbejde med grundvandscenteret DTH (under forberedelse).
- Matzner, E. and B. Ulrich (1980): The Transfer of Chemical Elements within a Heath-Ecosystem (*Calluna vulgaris*) in Northwest Germany. *Z. Pflanzenernaehrung und Bodenkunde* 143, 666-678.
- Milthers, V. (1935): Nordøstsjælland's geologi. Danmarks Geologiske Undersøgelse V. Række nr. 3. København.
- Olesen, J.E. og T. Heidemann (1990): EVACROP. Et program til beregning af aktuel fordampning og afstrømning fra rodzonen. Version 1.0. Afd. for Jordbrugsmeteorologi, Forsøgssanlæg Foulum, 65 s.
- Roberts, M.J., S.P. Long, L.L. Tiezzen and C.L. Beadle (1985): Measurement of plant biomass and net primary production. I "Techniques in bioproductivity and photosynthesis. 2nd edition. Edited by J. Coombs, D.O. Hall, S.P. Long and J.M.O. Scurlock.
- Ryden, J.C. (1984): The flow of nitrogen in grassland. *The Fertiliser Society*, 43 s.
- Simmelsgaard, S.E. (1985): Vandbalance og kvælstofudvaskning på 4 jordtyper. *Tidsskrift for Planteavl* 89, 133-154.

Sims, P.L. and R.T. Coupland (1980): Producers p. 49-72. I "Grassland ecosystems of the world: analysis of grasslands and their uses". Edited by R.T. Coupland. Cambridge University Press.

Statens Jordbrugsøkonomisk Institut (1989):
Notat om landbrugets kvælstofbalance.

Strebel, O., W.H.M. Duynisveld and J. Böttcher (1989): Nitrate pollution of Groundwater in Western Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment 26, 189-214.

Søegaard, K. (1988): Sædskiftets og vandforsyningens indflydelse på næringsstofudvaskning og -balance. Tidsskrift for Planteavl 92, 25-37.

Walsingham, J.A. (1987): Reproduction, Lifespan and efficiency of production, p. 155-160. I "Managed Grasslands. Ecosystems of the world 17B. Elsevier.

Woodmansee, R.G., I. Vallis and J.J. Mott (1981): Grassland Nitrogen. Ecological Bulletin 33, 443-462.

Registreringsblad

Udgiver: Miljøstyrelsen, Strandgade 29, 1401 København K.

Serietitel, nr.: NPo-forskning fra Miljøstyrelsen, A13

Udgivelsesår: 1990

Titel:

Næringsstofomsætning i marginaliseret landbrugsjord

Undertitel:

Forfatter(e):

Christensen, Niels; Ernstsén, Vibeke; Jørgensen, Finn; Vinther, Finn Pilgaard

Udførende institution(er):

Danmarks Miljøundersøgelser. Afdeling for Terrestrisk Økologi;
Danmarks Geologiske Undersøgelse; Statens Planteavlsvforsøg

Resumé:

Over en 3-årig periode blev det påvist, at en omlægning fra et kornsædskifte til græs hurtigt nedsatte kvælstofudvaskningen til mindre end en tiendedel, og at faldet i fosforudvaskningen var af samme størrelsesorden. Omlægningen påvirkede derimod ikke kvælstofmineraliseringen eller denitrifikationsaktiviteten i jorden - denne var lav på alle forsøgspareller.

Emneord:

afgrøder; sædskifte; marginaljorder; dyrehold; udvaskning; omsætning; denitrifikation; nitrogen CAS 7727-37-9; fosfor 7723-14-0

ISBN: 87-503-8851-7

ISSN:

Pris: 70,- kr. (inkl. 22% moms)

Format: A5

Sideantal: 65

Md./år for redaktionens afslutning: november 1990

Oplag: 500

Andre oplysninger:

Rapport fra koordinationsgruppe A for jord og luft

Tryk: Notex-Grafisk Service Center as

NPo-forskning fra Miljøstyrelsen

Rapporter fra koordinationsgruppe A for jord og luft

- Nr. A1 : Kvælstof- og fosforbalancer ved kvæg- og svinehold
- Nr. A2 : Kortlægning af landbrugsdriften i to områder i Danmark
- Nr. A3 : Temperatur og denitrifikation
- Nr. A4 : Ammoniakafsætning omkring et landbrug med malkekvæg
- Nr. A5 : Ammoniakmonitoring
- Nr. A6 : Atmosfærisk nedfald af næringssalte i Danmark
- Nr. A7 : NH₃-fordampning fra handels- og husdyrgødning
- Nr. A8 : Næringsstofudvaskning fra arealer i landbrugsdrift
- Nr. A9 : Kvælstofomsætning og -transport i to dyrkede jorder
- Nr. A10 : DAISY - Soil Plant Atmosphere System Model
- Nr. A11 : Bestemmelse af NH₃-fordampning med passive fluxmålere
- Nr. A12 : NH₃-fordampning fra gyllebeholdere
- Nr. A13 : Næringsstofomsætning i marginaliseret landbrugsjord
- Nr. A14 : Regionale beregninger af N-udvaskningen
- Nr. A15 : Ammoniakfordampning fra bygplanter
- Nr. A16 : Den mikrobielle biomasses variation i jordbunden
- Nr. A17 : Analyse af jordvands sammensætning - metodesammenligning
- Nr. A18 : Atmosfærisk ammoniak og ammonium i Danmark
- Nr. A19 : N-transformation in Soil, Amended with Digested Pig Slurry
- ★Nr. A20 : Simulering af kvælstoftab med SOIL-N-modellen
- ★Nr. A21 : Landbrugets gødnings- og arealanvendelse i 1983 og 1989

De med ★ mærkede titler er ikke trykt på udgivelsesdagen for denne rapport, men forventes trykt i løbet af 1990.

Nr. A19 er tidligere annonceret med titlen:
Afgasset gylles indflydelse på N-omsætningen i jorden

Næringsstofomsætning i marginaliseret landbrugsjord

Over en 3-årig periode blev det påvist, at en omlægning fra et korn-sædskifte til græs hurtigt nedsatte kvælstofudvaskningen til mindre end en tiendedel, og at faldet i fosforudvaskningen var af samme størrelsesorden. Omlægningen påvirkede derimod ikke kvælstof-mineraliseringen eller denitrifikationsaktiviteten i jorden - denne var lav på alle forsøgsparceller.



Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Strandgade 29, 1401 København K, tlf. 31 57 83 10

Pris kr. 70.- inkl. 22% moms

ISBN nr. 87-503-8851-7