

Nedvaskning af kvælstofforbindelser i jord

Ved A. Dam Kofoed og V. Kjellerup

876. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Med henblik på at undersøge forholdene vedrørende kvælstofnedvaskning i jorden, blev der på statens forsøgsstationer i årene 1966 og 1967 udført markforsøg med forskellige kvælstofgødninger udbragt på henholdsvis bevokset og ubevokset areal. I 1967 suppleredes markforsøgene med laboratorieforsøg, som blev gennemført på Askov forsøgsstation. Talmaterialet er beregnet på Northern Europe University Computing Center, Danmarks tekniske Højskole, Lyngby. De benyttede programmer er udarbejdet af vid. assistent V. Kjellerup, der sammen med forstander A. Dam Kofoed har udarbejdet beretningen.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I. Indledning

Ved iagttagelser i praksis er det konstateret, at korn og navnlig vårsæd på sandjorder i nedbørsrige forår kan lide af kvælstofmangel på arealer, der er gødede med nitratholdige kunstgødninger, medens kvælstofmangel under tilsvarende forhold er mindre udpræget, hvor der er gødet med ammoniumholdige gødninger. Den konstaterede kvælstofmangel vil ofte følges op af tvemodenhed, der kan skyldes, at planterne på et senere tidspunkt optager en del af kvælstoffet. Med anvendelse af mejetærsker er det en stor ulempe, når kornet tvemodner, da det ikke alene giver besvær ved selve mejningen, men også større vandprocent i kornet med deraf følgende større udgift til tørring. Den svage vækst i foråret kan resultere i, at marken bliver stærkt kvikbefængt. Amerikanske undersøgelser, Beauv (1958) viser, at kvikgræsset under en lysintensitet på 10 pct. hæmmes stærkt i vækst. Derfor er det vigtigt, at kornet om foråret kommer igang hurtigst muligt, så det kan dække jorden.

Frode Hansen (1926) påviste ved undersøgelser af nitratindehold i jord, drænvand og nedbør, at der sker en udvaskning af nitrat. Ligeledes har Erik Poulsen og Poul Hansen (1961) i et forsøg, hvor man fra 11 forsøgsstationer tog jordprøver fra bevokset og ubevokset areal i dybderne 0-20, 20-40 og 40-60 cm, vist, at denne nedvaskning er afhængig af bl.a. jordtype og bevoksgrad. Som gennemsnit fandt de, at indholdet af nitrat

fra 0-60 cm's dybde i ubevokset areal for sandjorder havde maksimum i maj måned og for lerjorder maksimum i august. På de lettere sandjorder var 40 pct. af nitraten udvasket i september, medens det for lerjordernes vedkommende først nåede denne værdi i november.

Tyske undersøgelser over nedbørens indflydelse på kvælstofbevægelsen i jorden, Huppert og Buchner (1952) viste, at for samme nedbørsmængde nedvaskes kvælstof fra kalksalpeter dobbelt så langt som kvælstof fra ammoniakgødning, kalkammonsalpeter indtager en mellemstilling. Morgan og Street (1939) fandt i lysimeterforsøg, at jo større del af en gødnings kvælstofindhold, der består af nitrat, desto hurtigere vil kvælstoffet blive vasket ned alle andre forhold lige.

Af andre forfald, der øver indflydelse på kvælstofbevægelsen, kan nævnes jordens vandholdende evne. Morgan og Street (1939) viste, at jo større vandkapacitet jorden har, desto mere nedbør skal der til for at nedvaske nitraten. Lignende resultater fandt Kaila og Hänninen (1961) der i markforsøg på forskellige jordtyper undersøgte kvælstofbevægelsens afhængighed af kvælstofart, jordtype og nedbør. Huppert og Buchner (1952) viste for sandjord på Limburgerhof, at der skulle ca. 2 mm nedbør til for at flytte nitraten 1 cm nedad.

I foråret 1962 blev der mange steder i Jylland efter en regnvejrperiode i marts-april iagttaget stærk kvælstofmangel i salpetergødede kornmar-

ker. Iagttagelserne blev fulgt op af undersøgelser over kvælstoffordeling i jorden dels på Grindstedegnen, J. J. Jacobsen (1962) og dels på Lundgård forsøgsstation. I begge tilfælde konstateredes der stigning i indholdet af nitratkvælstof i dybder større end 40 cm. Dette tydede på, at den tilførte salpetergødning var blevet vasket ned.

Undersøgelserne på Lundgård omfattede jordprøver udtaget den 25. maj 1962 med 10 cm's intervaller ned til 50 cm's dybde i et hold salpetergødede parceller fra forsøg med stigende mængder flydende ammoniak sammenlignet med kalksalpeter, A. Dam Kofoed et al. (1967). Gødningen var udbragt 6. april, og forsøget blev samme dag tilsået med byg, der i midten af maj viste tegn på kvælstofmangel.

Jordprøvernes indhold af nitratkvælstof blev bestemt efter ekstraktion med kaliumklorid, Carsten Olsen (1929) og mængder omregnet til kg N pr. ha på grundlag af en anslået rumvægt på 1,25. De fundne resultater fremgår af tabel 1.

Af tabellen ses, at nitraten er vasket ned til en dybde af 30 cm og mere, og her har de spæde planter ikke kunnet nå det. Der er kun genfundet fra 20% til 50% af tilført kvælstof, resten må antages at være vasket længere ned, eller være optaget af planterne.

En undersøgelse af høstudbytteerne i forsøget for det pågældende år, A. Dam Kofoed et al. (1967) viser tydeligt bedre virkning af ammoniak end af kalksalpeter, men den sidste har dog givet så stort merudbytte, at man må antage, at planterne i løbet af vækstsæsonen har optaget noget af det tilførte kvælstof, en antagelse der støttes af observationer over tvemodenhed ved høst det pågældende år. Tilsvarende forhold gjorde sig gældende 1965. Tallene i tabel 2 viser udbytte og merudbytte af bygkærne og kálroer for årene 1962 og 1965, desuden gennemsnitsudbytteerne for de fem år 1959-61, 1963 og 1964.

Tabel 1. Resultater af nitratbestemmelse i jordprøver. Lundgård 25/5 1962

cm dybde	kg N/ha tilført d. 6/4				Merindhold mod ugødet		
	0	47	91	135	47	91	135
	kg N/ha fundet				kg N/ha fundet		
0-10	1,6	1,9	1,9	2,8	0,3	0,3	1,2
10-20	1,6	1,6	1,4	2,2	0,0	—	0,6
20-30	1,2	2,2	2,2	6,2	1,0	1,0	5,0
30-40	0,9	4,2	10,5	30,4	3,3	9,6	29,5
40-50	2,2	5,3	14,7	29,3	3,1	12,5	27,1
Ialt					7,4	23,4	63,4
Fundet i pct. af tilført					16	26	47

Tabel 2. Udbytte og merudbytte af byg og roer i hkg/ha, Lundgård

	Kalksalpeter				Fl. ammoniak		
	0 N	1 N	2 N	3 N	1 N	2 N	3 N
Bygkærne 1962	9,4	9,9	21,4	26,3	13,2	28,8	34,6
» 1965	9,2	8,0	13,0	21,1	15,2	22,4	28,4
» gens.*	13,1	8,9	12,2	15,0	8,8	12,4	15,1
Rødtørstof 1962	23,9	12,3	30,9	49,0	29,0	58,9	73,0
» 1965	21,1	9,8	20,6	34,5	37,6	65,9	77,1
» gens.*	35,0	38,0	58,6	63,0	40,2	58,4	53,8

* For årene 1959-61 og 1963, 1964

1 N = 40 kg N/ha til korn, eller 80 kg N/ha til roer

Af tabellen ses, at merudbyttet i 1962 og 1965 er betydeligt mindre for salpeter end for ammoniak, medens der ikke er forskel på gødningernes virkning de øvrige år.

På grundlag af fordampningsmålinger er der i tabel 3 opstillet vandbalance for april og maj i årene 1958-67.

Tabel 3. Lundgård nedbørsoverskud, mm

	April	Maj
1958	5	35
1959	32	÷58
1960	÷23	÷65
1961	2	÷40
1962	÷7	54
1963	13	12
1964	÷11	÷44
1965	66	÷2
1966	0	÷36
1967	11	÷27

Det ses her, at i maj 1962 har der været et overskud på 54 mm, og i april 1965 har overskuddet været på 66 mm.

I figur 1 er vist overskudsnedbør og fordampning for årene 1962, 1964 og 1965.

Det fremgår af figuren, at i årene 1962 og 1965 har der været forholdsvis stor nedbør i april og maj. Sammenligningen med nedbørsmålingerne i Askov gør det sandsynligt, at hovedparten af nedbørsoverskuddet er opstået i løbet af få dage.

II. Markforsøg

For at belyse kvælstofnedvaskningen under forskellige jord- og klimaforhold, blev der på forsøgsstationerne ved Aarslev, Askov, Jyndevad, Lundgård og Roskilde i 1966 gennemført markforsøg efter følgende plan:

1. Ingen kvælstof
2. 80 kg N i kalksalpeter
3. 80 kg N i kalkammonsalpeter
4. 80 kg N i ammoniak (ammoniakvand)
5. 80 kg N i urea
- x. Bevokset areal
- y. Ubevokset areal
- A. Uvandet afdeling
- B. Vandet afdeling

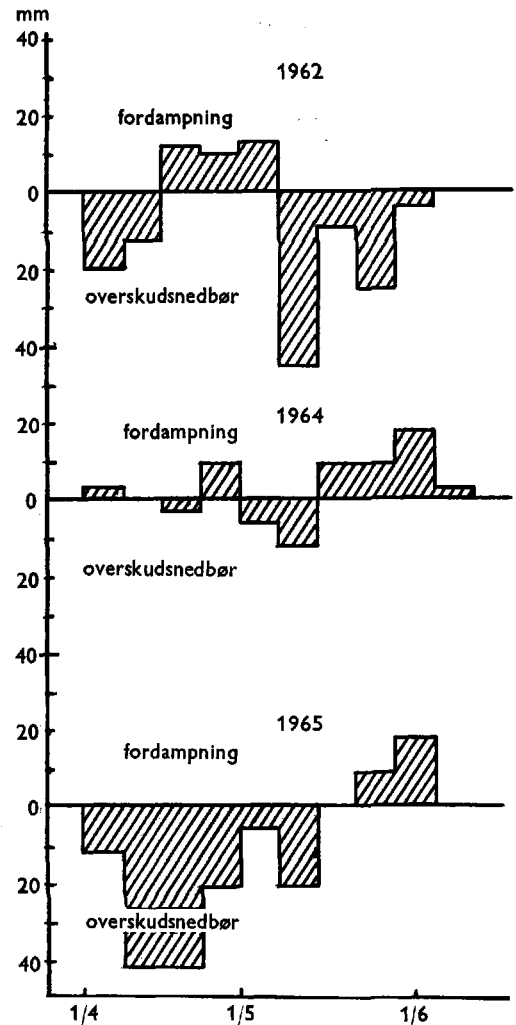


Fig. 1. Overskudsnedbør og fordampning, Lundgård.

På forsøgsstationerne Aarslev, Askov og Roskilde havde man en bevokset og ubevokset afdeling (2 fællesparceller). Jyndevad og Lundgård havde i stedet for fællesparceller en uvandet og vandet afdeling indenfor hver bevoksningsgrad.

I 1967 blev forsøget gentaget på Askov og Lundgård, og da indgik svovlsur ammoniak i stedet for ammoniakvand.

Jordens mekaniske sammensætning de enkelte steder fremgår af tabel 4.

Table 4. Resultater af texturanalyse
Procentisk indhold

Dybde, cm	Ler	Silt	Fin-sand	Grov-sand
Aarslev: 0-20 . . .	8,4	14,8	54,7	22,1
20-40 . . .	10,2	14,6	54,9	20,3
40-60 . . .	11,0	14,6	83,4	21,0
60-80 . . .	12,7	13,0	50,7	23,6
80-100 . . .	14,5	11,9	49,3	24,3
Askov: 0-20 . . .	9,5	8,5	56,2	25,8
20-40 . . .	11,7	8,3	49,1	30,9
40-60 . . .	10,2	7,8	53,3	28,7
60-80 . . .	12,3	10,7	51,5	25,5
80-100 . . .	13,5	12,5	50,3	23,7
Roskilde: 0-20 . . .	8,0	18,8	62,7	10,5
20-40 . . .	8,0	17,8	63,9	10,3
40-60 . . .	9,2	19,6	61,4	9,8
60-80 . . .	16,0	20,8	53,6	9,6
80-100 . . .	20,6	18,2	52,1	9,1
Jynde vad: 0-20 . . .	1,3	6,5	30,4	61,8
20-40 . . .	1,0	4,8	27,1	67,1
40-60 . . .	0,8	3,6	39,9	55,7
60-80 . . .	0,8	3,6	43,2	52,4
80-100 . . .	0,5	3,3	43,8	52,4
Lundgård: 0-20 . . .	3,8	4,0	25,9	66,3
20-40 . . .	3,2	3,2	30,8	62,8
40-60 . . .	2,2	1,8	34,2	61,8
60-80 . . .	1,8	0,1	3,7	94,4
80-100 . . .	3,3	1,1	24,3	71,3

Lerindholdet ved Aarslev, Askov og Roskilde er næsten ens i de øverste 20 cm, ca. 8,5% og stigende med dybden. Ved Jynde vad og Lundgård er lerindholdet lavt, henholdsvis 1,3% og 4,2% i det øverste jordlag, og indholdet falder med stigende dybde.

a. Forsøgets gennemførelse

Forsøget blev anlagt med 20 parceller. Parcelstørrelsen var (gødningsparcel) 6 × 6 m. Kvælstoffet til led 2, 3 og 5 blev udstrøet. Ammoniakvandet til led 4 blev afmålt og sendt fra laboratoriet på Askov forsøgsstation til de forskellige stationer, hvor opløsningen blev udbragt med vandkande. Umiddelbart efter udbringningen blev parcellen overbrust med vand for at begrænse fordampningen. Ligeledes af hensyn til risikoen for fordampningstab blev led 4 og 5 harvet umiddelbart efter kvælstofudbringningen, og der

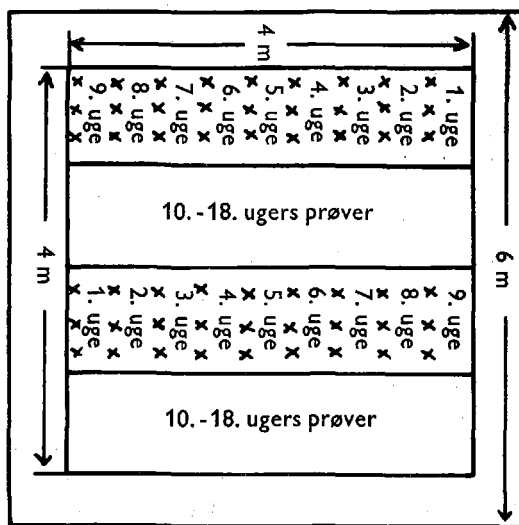
blev sået byg i hele den bevoksede afdeling (10 parceller). Sådatoen for de enkelte steder fremgår af tabel 5.

Table 5. Såtid

Aarslev	Askov	Jynde vad	Lundgård	Roskilde
1966	1966	1967	1966	1966
28/4	2/5	3/5	5/4	6/4
			6/4	2/5

Da man skulle sikre sig, at prøverne blev taget så vidt muligt med samme jordvariation hver gang og for at få en arbejdsmæssig lettelse, blev i hver parcel lige efter forsøgets anlæg opmålt punkter, hvor prøverne skulle tages i forsøgsperioden (se skitse). Punkterne blev derefter markeret med stiketiketter.

Skitse over parcel efter opdelingen til prøveudtagningen



b. Prøveudtagning

Hver 7. dag blev der taget jordprøver i dybderne 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 og 80-100 cm med 6 fællesstik i 1966 og 12 i 1967. Indenfor den enkelte parcel blev først alle prøver taget i dybden 0-20 cm, derefter i de samme huller 20-40 cm's dybde o.s.v., evt. nedfaldende jord fra højere liggende jordlag blev fjernet før prøven fra en given dybde blev gennemblandet.

Til brug ved udtagning af jordprøver blev der efter samtale med Danmarks geologiske Undersøgelse fremstillet jordbor hos firmaet Teknoform, Sturlasgade, København S.

Boret er ca. 100 cm langt med en indvendig diameter på 23 mm, og det er konstrueret således, at det kan indstilles, så man kan tage prøver ned til en given dybde.

c. Analysering af jordprøver

Antal prøver hver uge blev 5 æsker pr. parcel eller 100 pr. forsøg. De to første uger blev der dog kun taget prøver i de øverste lag. Prøver blev sendt fra

Aarslev til Statens Planteavls-laboratorium i Vejle.

Askov til laboratoriet i Askov.

Jynde vad til laboratoriet i Jynde vad.

Lundgård til laboratoriet i Askov.

Roskilde til Statens Planteavls-laboratorium i Lyngby.

I jordprøverne blev bestemt tørstof, ammoniak- og nitratkvælstof. De to kvælstoffraktioner blev bestemt efter metode udarbejdet af Carsten Olsen (1929). På grundlag af tørstofbestemmelsen og de fundne ammoniak- og nitratmængder, blev der beregnet, hvor mange mg kvælstof af henholdsvis ammoniak og nitrat, der var fundet pr. kg tør jord.

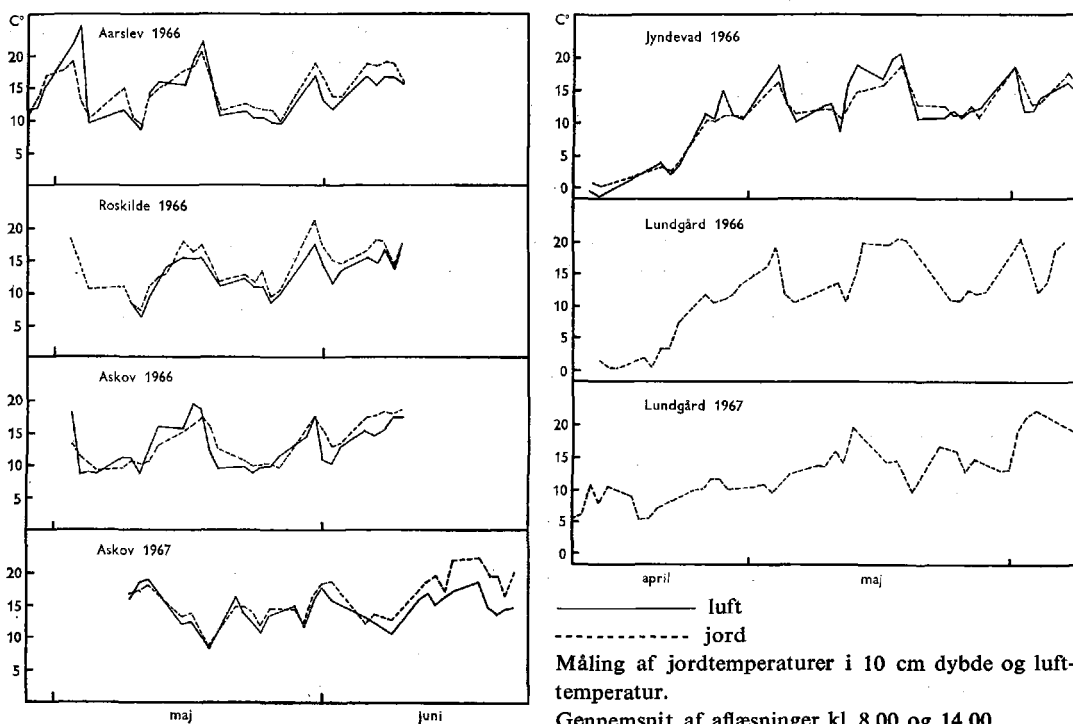
d. Temperaturmålinger i jorden

Ved forsøgsstationerne Aarslev og Roskilde blev der placeret jordtermometre i 10 cm's dybde, ved Askov tillige i 5 cm i ubevokset og bevokset afdeling. På Lundgård og Jynde vad blev temperaturen målt i uvandet og vandet areal. Aflæsningen blev foretaget kl. 8,00 og 14,00.

Ved Jynde vad og Askov anvendtes termistorer til måling af temperaturen.

Figur 2 viser resultaterne af temperaturmålinger målt i 10 cm dybde. Der er beregnet gennemsnit af aflæsninger kl. 8,00 og kl. 14,00.

Figur 2. Temperaturmålinger



e. Vanding

Formålet med vandede afdelinger ved Jyndeved og Lundgård var at få et udtryk for nedvaskning, selv om der skulle indtræffe et tørt forår. Af tabel 6 fremgår ved hvilke datoer og hvor mange mm vand, der er tilført ekstra de enkelte steder.

Tabel 6. mm vand tilført

Dato	Jyndeved	Lundgård	
	1966	1966	1967
24/4.....			50
12/5.....	24		
7/5.....			10
18/5.....	24		
1/6.....	30		
6/6.....		50	
8/6.....	18		
16/6.....	30		

f. Fejlkilder ved bestemmelse af jordens ammoniak- og nitratindhold

Vurdering af de opnåede resultater må ses på baggrund af de fejlkilder, der influerer på fremkaffelsen af et sådant materiale.

1) prøveudtagningssikkerhed.

Som mål for prøveudtagningssikkerheden er

standardafvigelsen $M = \sqrt{\frac{\sum dx^2}{n-1}}$ beregnet på jordprøverne fra de enkelte led og steder. Beregningerne kunne gennemføres, fordi man ved de stationer, hvor der ikke blev vandet havde to fællesparceller, og hvor man havde vandet afdeling, er der regnet med fællesparceller indtil vandingsdatoen. Resultaterne af disse beregninger fremgår af tabel 7.

Det ses, at standardafvigelserne gennemgående er større i bevokset areal end i ubevokset areal. Endvidere ses af opstillingen, at standardafvigelserne for analyserne i jorddybderne 0-20 og 20-40 cm er noget større end i de prøver, der er taget dybere nede. Lignende forhold fandt Dalbro og Nielsen (1958).

I 1967 blev der ved Askov og Lundgård taget, dobbelt så mange stik (12) i hver parcel og dybdesom i 1966. Som det fremgår af tabellen er prøveudtagningssikkerheden ikke blevet større.

2) analysesikkerhed.

Da der kun er udført enkeltbestemmelser, er det ikke muligt direkte at angive analysesikkerheden, men tidligere undersøgelser har vist, at denne er væsentligt større end prøveudtagningssikkerheden.

Tabel 7. Standardafvigelser fra de forskellige led og steder beregnet på fundne nitratmængder, mg pr. kg tør jord

	Aarslev	Askov		Jyndeved	Lundgård		Roskilde
	1966	1966	1967	1966	1966	1967	1966
Bevokset	6,1	4,6	5,8	8,1	3,2	3,4	6,8
Ubevokset.....	4,6	2,4	4,6	6,5	5,8	2,9	4,7
Ingen kvælstof	3,6	1,7	3,2	5,5	7,7	2,2	2,0
Kalksalpeter	7,6	5,2	5,6	7,6	6,0	4,5	9,5
Kalkammons.....	5,3	4,4	7,4	8,1	3,0	3,6	7,2
Ammoniak	5,0	2,3	4,7	7,6	1,3	3,0	2,8
Urea	4,2	3,6	4,3	7,6	2,2	3,1	4,7
0-20 cm.....	7,9	7,6	7,1	10,4	4,8	6,3	6,4
20-40 ».....	5,7	2,5	5,7	8,6	8,2	2,9	8,4
40-60 ».....	6,3	2,4	4,9	6,1	3,2	2,4	5,1
60-80 ».....	2,2	0,3	4,0	5,0	3,0	1,9	4,0
80-100 ».....	1,7	0,0	3,4	4,8	1,8	1,2	4,7
Ialt.....	5,4	3,7	5,2	7,3	4,8	3,4	6,0

g. Forsøgenes resultater

På baggrund af foranstående redegøres i det følgende for de opnåede resultater.

For direkte at kunne sammenligne resultaterne er de opgjort som jordens merindhold af kvælstof i forhold til det ikke kvælstofgødede led. En sammenligning på grundlag af det ved analyserne fundne totale indhold af henholdsvis nitrat- og ammoniakkvælstof vil tilsløre forskellene dels mellem leddene, idet niveauet overalt bliver hævet, dels mellem de enkelte steder, som følge af forskelligt kvælstofindhold i jorden ved forsøgets anlæg. Begge dele er faktorer, som er sammenligning mellem de enkelte kvælstofgødninger uvedkommende.

Sandjord

I tabel 8 er vist de gennemsnitlige resultater fra tre forsøg på sandjord, Jydevad 1966, Lundgård 1966 og 1967. Tabellen viser, hvorledes nitrat- og ammoniakkvælstof har været fordelt i forhold til den målte nedbør. Der er valgt en inddeling efter 15 mm nedbør.

Af tabellen fremgår, at mere end halvdelen af nitraten i det salpetergødede led i ubevokset areal er vasket ned under pløjelagets dybde efter en nedbør på 30 mm, og efter 75 mm er pløjelaget tildels vasket fri for nitratkvælstof. Mellem de ammoniumgødede led er der ikke fundet signifikant forskel i nedvaskning af nitrat, og nedvaskningen er i alle led sket senere end i kalksalpeterleddet. Ved en nedbørsmængde på 120 mm er der fundet forholdsvis meget nitrat i det øverste jordlag. Af tabellen ses, at nitratinholdet er stigende og ammoniakindholdet faldende i de øverste 20 cm fra forsøgsperiodens begyndelse.

I bevokset afdeling er der i forsøgsperiodens begyndelse konstateret en tilsvarende nedvaskning af nitrat som i ubevokset afdeling, men efter 5-6 ugers forløb (i tabellen svarende til ca. 90 mm nedbør) er kvælstoffet forsvundet, og da dette ikke er tilfældet i den ubevokset afdeling, kunne man deraf slutte, at forskellen skyldes planternes optagelse.

Lerjord

I tabel 9 er vist de gennemsnitlige resultater fra fire forsøg på lerjord, Aarslev 1966, Askov 1966 og 1967 og Roskilde 1966. Tabellen viser, hvorledes nitrat- og ammoniakkvælstof har været fordelt i forhold til den målte nedbør. Inddelingen i forhold er som ved foregående tabel valgt efter 15 mm nedbør.

Af tabellen ses, at det meste af nitraten i de forskellige led ikke er vasket ned under pløjelagets dybde i ubevokset areal efter en nedbør på 75 mm. Der er her i modsætning til sandjorden, ingen tydelig forskel mellem kalksalpeterleddet og de ammoniumgødede led.

For bevokset areal ses, at alt kvælstof er optaget efter 5-6 ugers forløb (i tabellen svarende til 45 mm nedbør).

Ved sammenligning af ammoniakmålingerne i tabel 8 og 9, ses, at nitrifikationen af ammoniak er forløbet hurtigere i lerjord end i sandjord. Dette kan skyldes, at temperaturen var lav i sandjorderne i forsøgsperiodens begyndelse (under nul celcius), medens temperaturen i lerjorderne var over 12° celcius, da forsøget blev anlagt, (se fig. 2).

Der er ikke ved forsøgene hverken på sandjord eller lerjord fundet nedvaskning af kvælstof i form af ammoniak.

De gennemførte forsøg har vist, at kvælstofnedvaskningen er mindre på lerjord end på sandjord, og at ren nitratgødning nedvaskes hurtigere end ammoniakgødning og kalkkammonsalpeter. På grund af jordvariationen har det dog ikke selv med 12 stik pr. jordprøve været muligt at få så ensartede resultater, at de kan anvendes til beregninger over forholdet mellem nedbørsmængde og nedvaskningshastighed.

III. Laboratorieforsøg

Til supplerung af markforsøgene blev der i 1967 gennemført laboratorieforsøg på Askov forsøgsstation, hvor vandgennemløb og udvaskning af kvælstof blev målt fra jordsøjler af forskellig jordtype og længde.

Tabel 8. Sandjord, merindhold,

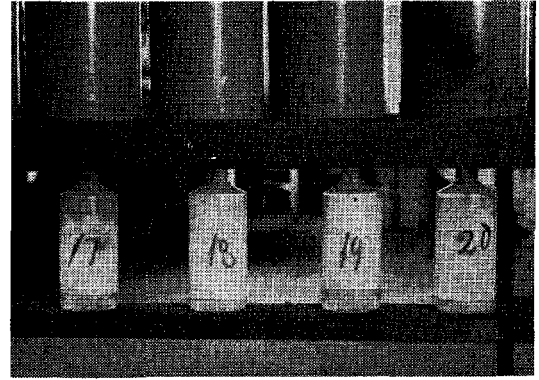
mm nedbør	Ubevokset areal											
	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Kalksalpeter												
0-20	14	10	9	3	5	2	1	1	1	—	—	—
20-40	1	13	12	17	12	7	2	2	1	—	1	1
40-60	1	2	2	5	8	5	4	8	1	1	4	2
60-80	—	—	—	2	5	1	5	7	3	6	2	1
80-100	—	—	—	—	1	—	1	2	2	3	1	1
Kalkammonsalpeter												
0-20	11	5	5	5	11	5	8	3	2	2	1	3
20-40	3	7	6	8	7	9	12	4	2	3	3	3
40-60	—	1	1	3	5	5	6	5	3	5	4	4
60-80	—	—	1	1	1	3	3	3	4	5	3	1
80-100	—	—	1	1	2	2	—	—	—	2	2	—
Ammoniak												
0-20	1	2	3	4	7	5	8	12	3	5	1	2
20-40	—	1	5	3	3	5	4	6	1	4	2	3
40-60	—	—	1	2	1	4	—	4	2	2	3	1
60-80	—	—	1	—	—	2	2	—	1	1	1	2
80-100	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	1	—
Urea												
0-20	1	2	6	6	16	12	7	8	5	5	2	5
20-40	1	1	3	4	6	3	3	6	3	5	2	4
40-60	—	—	1	1	3	3	1	5	2	4	4	2
60-80	—	—	2	1	—	1	1	2	1	2	2	3
80-100	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	2	1
Kalksalpeter												
0-20	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20-40	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
40-60	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
60-80	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalkammonsalpeter												
0-20	14	17	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1
20-40	2	1	1	—	—	2	1	2	—	1	1	1
40-60	—	1	1	1	—	2	1	2	1	2	1	2
60-80	—	—	1	1	2	1	—	1	—	1	—	1
80-100	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—
Ammoniak												
0-20	13	17	5	3	4	5	—	3	—	1	—	—
20-40	1	—	1	2	—	1	—	1	1	—	—	—
40-60	—	—	1	2	—	1	—	1	—	1	—	—
60-80	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Urea												
0-20	18	26	5	12	3	3	—	1	—	1	—	—
20-40	2	1	3	2	2	1	—	—	—	1	—	—
40-60	—	1	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—
60-80	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—
80-100	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

mg nitrat-N pr. kg tør jord

		Bevokset areal											
		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
	16	11	5	2	2	3	—	—	—	—	—	—	—
	2	14	11	18	8	9	—	4	1	1	—	—	1
	—	1	2	10	8	6	1	6	2	2	2	—	—
	—	—	1	1	4	3	—	4	—	3	2	1	—
	—	—	—	—	2	1	1	3	2	4	2	3	—
	11	10	3	4	5	2	—	1	1	1	1	—	—
	2	7	6	7	8	4	—	4	1	3	1	—	—
	—	1	2	3	3	3	1	2	1	2	—	—	—
	—	—	1	1	2	1	—	—	—	1	1	—	—
	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—	1	1	—
	2	2	2	3	5	1	—	2	—	—	1	—	—
	1	1	2	1	4	—	—	3	—	—	1	1	—
	—	—	2	1	1	—	—	2	1	—	—	—	—
	—	—	1	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—
	—	—	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	1
	1	2	3	5	11	1	—	3	—	—	—	—	—
	—	2	2	2	9	—	—	4	1	—	—	—	—
	—	—	1	—	2	—	—	2	—	—	—	—	1
	—	—	1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	—
	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	9	12	5	6	3	3	—	1	—	—	—	—	—
	2	1	2	1	2	—	—	—	—	—	1	—	—
	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	15	2	6	1	1	—	—	—	—	—	—	—
	2	1	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—	—
	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19	20	6	7	4	2	—	—	—	—	—	—	—
	2	1	2	1	3	—	—	—	—	—	1	1	—
	—	1	1	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—

Tabel 9. Lerjord, merindhold, mg nitrat-N pr. kg tør jord

mm nedbør	Ubevokset areal					Bevokset areal				
	15	30	45	60	75	15	30	45	60	75
Kalksalpeter										
0-20	19	14	19	12	10	23	20	7	1	—
20-40	5	7	2	5	7	7	7	4	1	2
40-60	2	3	3	4	4	4	6	2	—	1
60-80	1	5	3	4	1	—	3	1	1	1
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalkammonsalpeter										
0-20	15	15	15	15	10	16	9	10	1	1
20-40	4	7	5	2	3	4	7	3	—	—
40-60	2	4	1	2	6	1	4	2	—	—
60-80	1	2	2	—	2	—	2	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Ammoniak										
0-20	6	8	12	11	6	7	6	3	—	—
20-40	1	3	1	2	1	2	4	2	—	—
40-60	1	1	1	1	2	1	2	2	—	—
60-80	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Urea										
0-20	8	13	15	10	7	9	12	5	—	—
20-40	2	6	3	2	3	2	5	2	—	—
40-60	1	4	3	2	3	2	3	2	—	—
60-80	—	4	2	—	1	—	1	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalksalpeter										
0-20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20-40	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—
40-60	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
60-80	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kalkammonsalpeter										
0-20	6	3	—	—	1	7	2	1	1	—
20-40	1	7	—	—	—	1	1	—	—	—
40-60	—	—	1	—	1	2	1	1	—	—
60-80	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
80-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ammoniak										
0-20	8	4	1	—	—	7	2	—	2	—
20-40	1	1	—	—	1	2	2	1	1	1
40-60	—	1	—	1	1	3	1	2	—	—
60-80	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
80-100	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Urea										
0-20	10	3	2	—	1	6	3	1	1	—
20-40	1	3	2	—	1	1	2	2	1	1
40-60	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—
60-80	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
80-100	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Billede 1. Opstilling af rørene i laboratorieforsøget

Billede 2. Opsamlingsflaskerne under rørene

A. FORSØGETS ANLÆG OG PLAN

Fra forskellige lokaliteter (Askov lermærk, Askov sandmærk og Lundgård) blev der taget jordprofiler til en dybde af 1 m delt i lag a 20 cm (5 lag ialt).

Jorden blev derefter anbragt i P.V.C.-rør. Disse havde en diameter på 10,3 cm og længder på 25, 45, 65, 85 og 105 cm og var forsynet med bund, der i centrum havde et hul på 5 mm. Over bunden blev placeret glasuld, hvorefter jorden blev fyldt i, således at de korteste rør kun inde-

holdt laget i 0-20 cm de næste 0-20 + 20-40 o.s.v.

For at undgå skorpedannelse ved vanding blev jorden dækket med et ca. 2 cm tykt lag pimpsten, og hvert rør blev forsynet med låg for at undgå fordampning.

Rørene blev placeret lodret på et stativ, og i bunden af hvert rør blev anbragt en væge, ad hvilken drænvandet kunne løbe ned i en plastikflaske.

Tabel 10. Resultater af jordanalyse

Dybde i cm	pH H ₂ O	Gløde- tab pct.	Ler pct.	Silt pct.	Fin- sand pct.	Grov- sand pct.	mg NO ₃ N/kg tør jord	mg NH ₃ N/kg tør jord
Askov lermærk								
0-20	6,9	4,6	11,6	11,4	42,2	30,2	15,0	19,5
20-40	6,6	4,1	13,6	10,4	42,7	29,2	4,4	12,1
40-60	6,3	3,0	19,6	7,4	41,6	28,4	3,2	5,6
60-80	5,2	2,4	21,0	11,0	39,1	26,5	6,5	7,0
80-100	5,0	2,0	21,6	10,4	37,4	28,6	9,2	7,9
Askov Sandmærk								
0-20	7,8	1,5	3,3	3,7	51,2	40,3	2,8	8,4
20-40	6,5	1,5	4,6	4,4	47,0	42,5	1,9	6,6
40-60	6,3	1,5	3,3	5,7	44,7	44,8	2,8	6,8
60-80	6,3	1,1	4,3	2,7	56,2	35,7	3,2	6,3
80-100	6,3	0,8	3,2	1,8	49,7	44,5	1,9	4,3
Lundgård								
0-20	7,6	2,3	4,3	5,7	35,8	52,0	6,1	12,6
20-40	7,8	2,0	4,6	6,4	20,6	66,4	2,7	6,9
40-60	7,7	1,2	3,3	5,7	14,9	74,9	2,2	3,7
60-80	7,5	0,8	3,3	5,7	30,0	60,2	1,4	4,1
80-100	7,3	0,6	3,2	4,8	21,9	69,5	1,6	3,1

Samtidig med rørenes fyldning blev der taget jordprøver fra de enkelte lag til slemningsanalyse og kvælstofbestemmelse. Resultaterne fremgår af tabel 10.

Det ses heraf, at det procentiske lerindhold ved Askov lermark er ca. 3 gange så stort som ved Askov sandmark og Lundgård. Endvidere ses, at medens lerindholdet stiger med dybden ved Askov lermark, er det nogenlunde ens ned gennem jordlagene ved de to andre jordtyper.

Af hver jordtype blev der fyldt jord i 30 rør, således at man havde to hold á 15 rør. Indenfor hvert hold var der 5 dybder på 0-20, 0-40, 0-60, 0-80 og 0-100 cm jord.

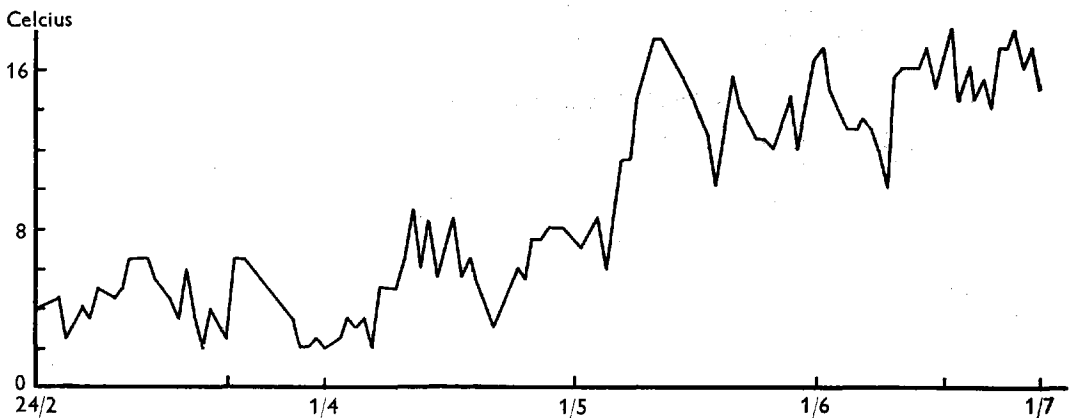
Jorden blev gødet efter følgende plan:

Ingen kvælstof

1 mg N/cm² som nitrat-N

1 mg N/cm² som ammoniak-N

Det ene hold rør blev anbragt ved »lav temperatur«, og variationen af denne fremgår af fig. 3. Det andet hold blev anbragt ved »høj temperatur«, d.v.s., at temperaturen i hele forsøgsperioden lå på ca. 16° celcius.



Figur 3. Temperaturmåling i forsøgsled ved lav temperatur. Gennemsnit af aflæsninger kl. 8.00 og kl. 14.00.

Figur 3 viser temperaturmåling i forsøgsled ved »lav« temperatur. Der er taget gennemsnit af aflæsninger kl. 8,00 og kl. 14,00.

B. FORSØGETS UDFØRELSE

Efter at rørene med jord var anbragt, blev der tilført demineraliseret vand, 10 mm ad gangen, indtil jorden var vandmættet.

Summen af de oprindelige vandmængder i jorden og de tilførte fremgår af tabel 11.

Tabel 11. Beregnet vandmængde i vandmættet jord før kvælstoftilførsel, mm vand

Dybde, cm	Askov lermark	Askov sandmark	Lundgård
0-20.....	81	63	66
0-40.....	132	95	100
0-60.....	189	128	125
0-80.....	241	159	149
0-100.....	287	187	167

Af tabellen ses, at jorden fra Lundgård og Askov sandmark har omtrent samme vandholdende evne, medens der for Askov lermarks vedkommende skal mere nedbør til for at vandmætte jorden.

Der blev derefter tilført 82 ml vand (10 mm) indeholdende kvælstof ifølge forsøgsplanen: 0 N, NO₃N og NH₃N (100 mg N/100 cm²).

Efter 4-7 dages forløb standsede gennemsviv-

ningen, hvorefter det opsamlede vand blev fjernet og en ny »byge« på 10 mm blev tilført, men denne gang uden kvælstof. I takt med gennemsvivningen fortsattes nu tilførslen af demineraliseret vand med 10 mm ad gangen, og der forelå ved forsøgets afslutning følgende antal hold af gennemsvivningsvand fra de tre forsøgsjorder:

Lundgård	40
Askov sandmark	50
Askov lermark	46

C. ANALYSERING AF DRÆNVANDET

Hvert hold (portion) drænvand blev målt (ml) og analyseret for ammoniak-N, nitrat-N. Alle analyser er udført på Askov forsøgsstations laboratorium.

Ammoniakiendholdet blev målt efter en metode udarbejdet af H. Egnér (1955) hvorefter ammoniakken destilleres over ved hjælp af MgO, destillatet farves med Nessler's reagens og måles på spektrofotometer (430 nm). Nitratet reduceres med devardalegering og bestemmes efter samme procedure som ammoniakken.

Extinktionsværdierne fra spektrofotometer er ført på specielle skemaer, fra hvilke der er hullet til videre sammenstilling og beregning ved hjælp af EDB, og talmaterialet er derefter »kørt« på NEUCC's anlæg.

D. FORSØGENES RESULTATER

På baggrund af foranstående redegøres i det følgende for de opnåede resultater.

1. Nitratudvaskning fra nitratgødet jord

Hovedtabellerne 2, 3, 4, 5, 6 og 7 viser udvaskning og merudvaskning (merudvaskning = det gødede led ÷ det ugødede) af nitratkvælstof fra de forskellige jordsøjler. Af figur 4, hvor summen af merudvaskningen af nitrat er sat i relation til summen af tilført vandmængde i mm, ses, at man praktisk taget har genfundet hele den tilførte mængde nitrat.

En beregning af den vandmængde, der er istand til at udvaske 50 pct. af tilført kvælstof, gav følgende resultat:

Tabel 12. Tilført vandmængde i mm for udvaskning af 50 pct. af tilført nitratkvælstof (nitratled)

Temperatur Dybder	Askov lermark		Askov sandmark		Lund- gård	
	lav	høj	lav	høj	lav	høj
0-20.....	71	86	69	73	69	74
0-40.....	128	119	104	108	105	108
0-60.....	168	144	140	147	133	134
0-80.....	214	258	172	182	141	145
0-100.....	248	244	193	207	163	158

Af tabellen fremgår, at der ikke er forskel ved høj og lav temperatur indenfor samme jordtype på den vandmængde, der skal til for at udvaske 50 pct. af den tilførte nitratmængde, medens der mellem de tre forskellige jordtyper er en tydelig forskel.

Forskellen mellem Askov sandmark og Lundgård kan skyldes de to jorders forskellige indhold af finsand, grovsand og humus, idet det procentiske indhold af ler og silt er ens, se tabel 10.

For Askov lermarks vedkommende, hvor der skal ca. en trediedel mere nedbør til for at flytte halvdelen af nitratet ned under 100 cm, kan den langsommere nedvaskning af nitrat skyldes indholdet af ler, silt og humus (tabel 10) og dermed den større vandkapacitet, jævnfør Morgan og Street (1939).

Ved beregning af differencen mellem vanding for 0-20 cm og 0-100 cm i tabel 12, vil man få den vandmængde, der skal til for at flytte »vandoverfladen« 80 cm ned ad, se tabel 13.

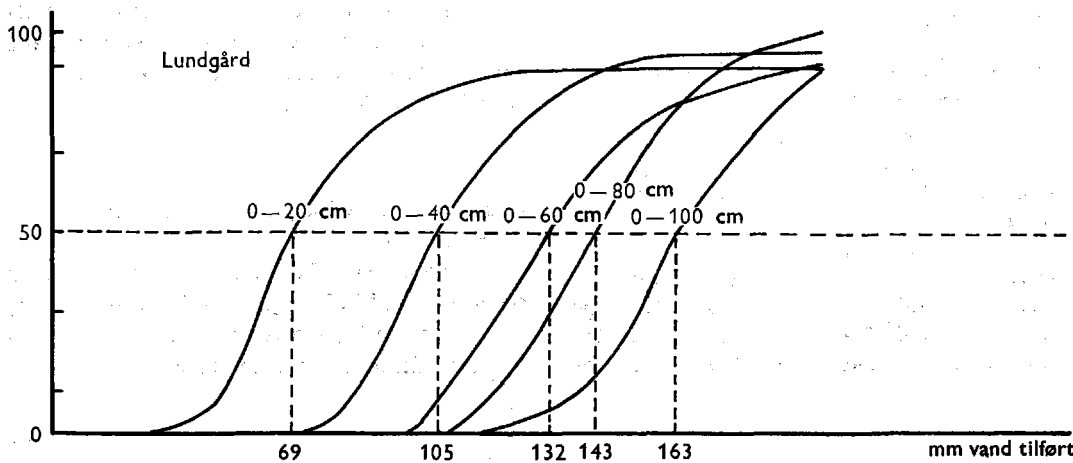
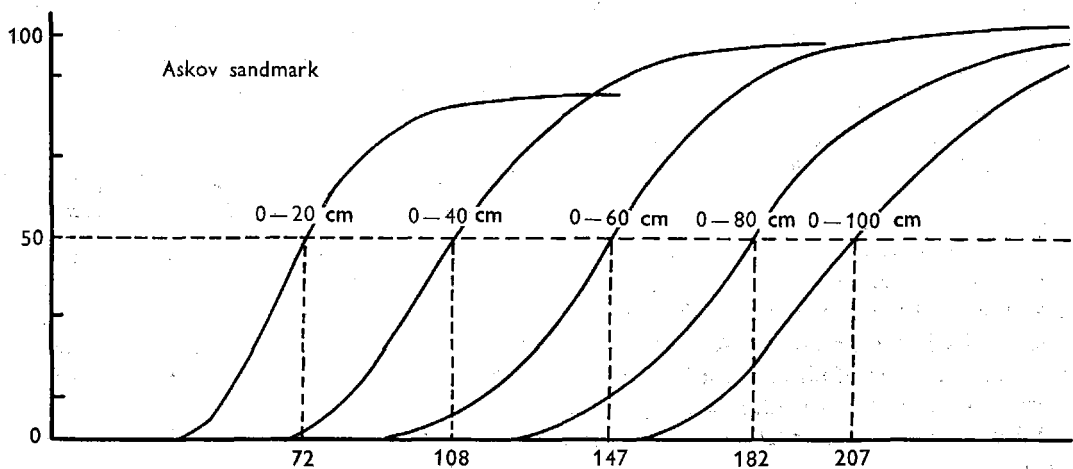
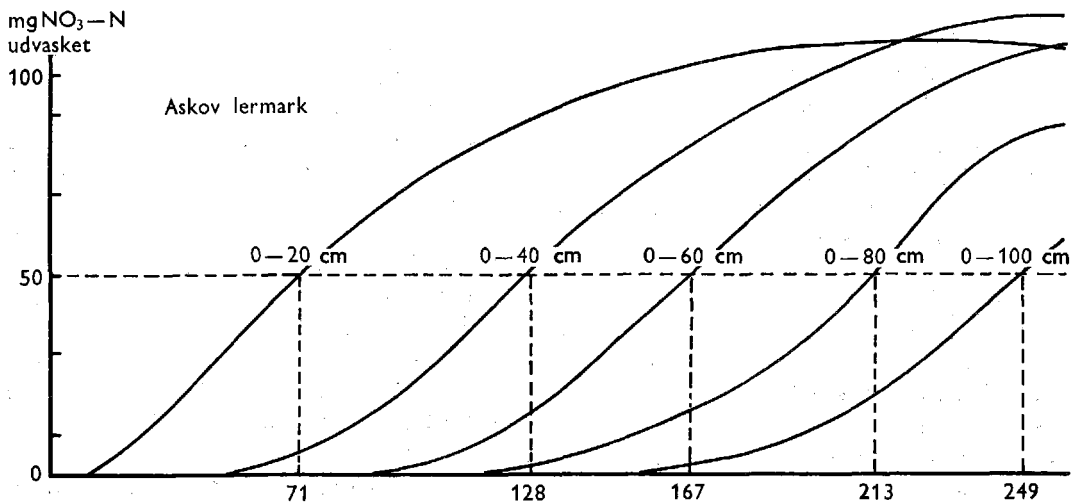
Tabel 13. mm vand tilført for udvaskning af 50% af nitratkvælstof. Gens. af høj og lav temperatur

Dybde i cm	Askov lermark	Askov sandmark	Lund- gård
0-20	79	71	72
0-100.....	246	200	160
Diff. = 80 cm	167	129	88
mm vand pr. cm.....	2,1	1,5	1,1

Af tabellen fremgår, at der skal ca. dobbelt så meget nedbør til for at vaske halvdelen af nitratkvælstoffet ned under 80 cm i Askov lermark som i Lundgård-jorden, og for Askov sandmark ca. 1,5 gange så meget.

2. Temperaturen indflydelse på udvaskningsintensiteten

Der var anbragt et hold jord ved lav temperatur og et hold ved høj temperatur for at undersøge, temperaturens indflydelse på udvaskning i henholdsvis nitrat- og ammoniakrør.

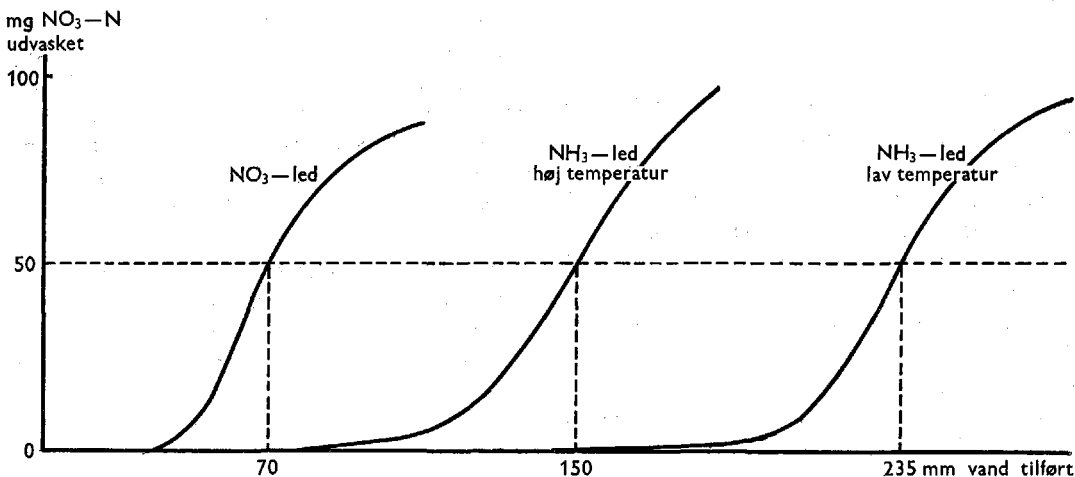


Figur 4. Merudvaskning af nitrat N (sumfunktion)

Tabel 14. Tilført vandmængde i mm for udvaskning af 50% nitratkvælstof. Lundgård

Dybde i cm	Nitratgødede led		Ammoniakgødede led	
	lav temp.	høj temp.	lav temp.	høj temp.
0-20	69	74	235	150
0-40	105	108	284	178
0-60	133	134	298	199
0-80	141	145	358	240
0-100.....	163	158	386	235

For Lundgårds vedkommende fandt man, som det fremgår af tabel 14 og figur 5, at der i ammoniakledet var stor forskel imellem høj og lav temperatur, medens temperaturen ingen forskel gav for nitratledet.



Figur 5. Lundgård, 0-20 cm dybde, merudvaskning af nitrat-N (sumfunktion)

Figuren viser forholdet mellem tilført »nedbør« og udvasket nitratmængde, 0-20 cm dybde.

En beregning af forskellen i tilført vandmængde mellem nitratledet og ammoniakledet ved høj og lav temperatur for udvaskning af 50% af nitratkvælstof viste, at der skulle ca. 80 mm mere nedbør i ammoniakledet ved høj temperatur til nedvaskning af nitrat end i nitratledet, og i ammoniakledet ved lav temperatur skulle der ca. 160 mm mere til for nedvaskning af nitratkvælstoffet til under 20 cm's dybde.

Da man ikke kan vente, at ammoniakken i større grad nedvaskes i jorden, og der heller ikke i dette forsøg er fundet ammoniak i gennemsviningsvandet, må den mernedbør, der skal til for at udvaske kvælstoffet i ammoniakledet afhænge af ammoniakomdannelsens mere eller mindre hurtige forløb.

Efter afslutning af forsøget blev jorden lagvis (et lag = 20 cm) taget ud af rørene. Der blev målt reaktionstal, nitrat og ammoniak i hvert lag. Resultaterne fremgår af hovedtabellerne.

Indenfor hver jordtype og lag er der ingen signifikant forskel mellem leddene, hverken i reaktionstal, nitrat eller ammoniak. Der er ikke sket målelige ændringer i reaktionstal for nogen af de tre jordtyper fra før forsøgets anlæg til afslutningen.

Ved sammenligning af tabel 10 og hovedtabellerne 8 og 9 ses, at der er sket en væsentlig stigning i nitratindholdet. Stigningen er størst for de jorder, som har været anbragt ved høj temperatur.

Resultaterne fra ammoniakmålinger viser et fald i ammoniakindholdet fra før anlæg til afslutning af forsøget og der er ingen væsentlig forskel mellem de jorder, som har været anbragt ved høj og lav temperatur.

Oversigt

I årene 1966 og 1967 er der udført markforsøg ved statens forsøgsstationer med henblik på undersøgelse af kvælstofbevægelsen i jord under danske klimaforhold. Disse undersøgelser er suppleret med laboratorieforsøg.

MARKFORSØG

Markforsøgene blev anlagt for at undersøge nedvaskningen af kvælstof i ubevokset og bevokset areal gødet med forskellige kvælstofgødninger.

Lerjord

Forsøgenes resultater viser, at der for lerjordens vedkommende ikke er sket nogen væsentlig nedvaskning af kvælstoffet ved de nedbørsmængder, man har målt. Alt det tilførte kvælstof er optaget af planterne i løbet af 5 til 6 uger.

Sandjord

For sandjorderne ved Jyndevad og Lundgård har man ved den givne nedbørsmængde fået en betydelig nedvaskning af kvælstof på ubevokset areal. Allerede efter en nedbørsmængde på 30 mm er over halvdelen af kvælstoffet i kalksalpeter vasket ned til under pløjelagets dybde og ved 75 mm regn er pløjelaget udvasket for nitrat.

Forskellen i nedvaskningen mellem de ammoniumgødede led er ikke signifikant. Sammenholdt med temperaturmålinger de enkelte steder finder man en vis parallelitet mellem ammoniakomdannelsen og temperaturen. Nogen absolut korrelation, kan der ikke være tale om, da nitrificeringen af ammoniakken også er bestemt af andre faktorer.

På bevokset areal er alt kvælstof efter 5-6 ugers forløb optaget af planterne, d.v.s., at ved den nedbør, der er målt de enkelte steder, er nitraten ikke vasket længere ned, end planterne har kunnet optage det.

LABORATORIEFORSØG

En række faktorer, som vandkapacitet, jordens gennemtrængelighed for vand, temperatur og sidst, men ikke mindst prøveudtagnings sikkerheden i markforsøg, kan vanskeliggøre en mere

nøjagtig sammenligning mellem de forskellige jordtyper og kvælstofarter. Der er derfor gennemført laboratorieforsøg med tre forskellige jorder, Askov lermark, Askov sandmark og Lundgård og to kvælstofgødningsarter (nitrat og ammoniak).

90 rør med 5 forskellige højder blev lagvis fyldt med jord taget fra de tre ovennævnte steder, og derefter blev jorden vandmættet. Efter tilførsel af ammoniak og nitrat, blev der med passende mellemrum tilført 10 mm vand. Vandet, som sivede gennem jordsøjlen, blev opsamlet og analyseret.

Da man ikke kan vente, at kvælstof i form af ammoniak i større udstrækning nedvaskes i jorden, må ammoniakken nitrificeres, før der kan forekomme en nedvaskning.

Denne nitrifikation er afhængig af blandt andet temperaturen. Forsøgets resultater viser for Lundgårds vedkommende for 0-20 cm dybde, at forskellen mellem tilført vandmængde for nedvaskning af halvdelen af tilført kvælstof er ca. 80 mm mellem nitratgødkning og ammoniakgødkning ved høj temperatur og ca. 160 mm mellem nitratgødkning og ammoniakgødkning ved lav temperatur.

Ved sammenligning af de tre jordtyper ses, at for at flytte nitraten i vandmættet jord 1 cm skal der ved Askov lermark ca. 2 mm, ved Askov sandmark og Lundgård henholdsvis 1,5 og 1,1 mm nedbør til alle andre forhold lige.

Sammenlægning

Det fremgår af de gennemførte forsøg, at på lerjorderne er risikoen, for at nitratkvælstof vaskes så langt ned, at planterne ikke kan optage det, lille. For ammoniumkvælstof er risikoen for nedvaskningen minimal.

På let sandjord vil en nedbør på 30-40 mm, der falder efter gødningsudbringningen, og før planterne har optaget kvælstoffet, kunne resultere i, at afgrøden kommer til at mangle kvælstof som følge af nedvaskning. Risikoen for kvælstofnedvaskning er betydeligt større ved anvendelse af nitratholdige end ved anvendelse af ammoniumholdige kvælstofgødninger.

Summary

Movements of Fertilizer Nitrogen in Soil

Field experiments were conducted on three loam soils and three sand soils at five experimental stations in 1966-67 for the purpose of studying the movements of nitrate and ammonium ions in soil under climatic conditions in Denmark. Plots without vegetation and under barley crops were compared, and fertilizers nitrogen (80 kg per hectare) was added in the form of (1) nitrate of lime (2) nitro-chalk, (3) aqueous ammonia and (4) urea. The experiments in 1957 were carried out on sand soils only, and with sulphate of ammonia instead of aqueous ammonia. Irrigation water in addition to the normal precipitation was supplied at two stations. Nitrate and ammonia nitrogen was determined periodically after one to twelve weeks in soil samples from 0-20 to 80-100 cm depth.

In the loam soils there was hardly any downward movement of nitrogen detectable after a precipitation of 75 mm and strongest from nitrate of lime. Sand soils showed more variation. Considerable amounts of nitrogen, particularly from nitrate of lime, were carried down to a depth of 40 cm by 30 mm precipitation in bare plots at two localities. In the barley plots all the applied nitrogen was taken up by the crop; normal precipitation thus had not carried the nitrogen down to a level below the reach of the plant roots. The downward movement of nitrogen in bare soil was even more accentuated in the 1967-experiments with supplementary irrigation on three sand soil areas, but in plots under barley there was only at one locality and from nitrate of lime a carrying-down of nitrogen that might be of significant proportions. Comparatively large amounts of nitrate were found at a depth of 100 cm when precipitation had been supplemented with irrigation to make a total of 150 mm. Irrigation two weeks after sowing resulted at two localities in an increased carry-down (compared to non-irrigated plots) of nitrogen from all fertilizers in bare and cropped soil. The additional supply of 60 mm irrigation water did not, however, prevent the plants from taking up all the fertilizer nitrogen within five to six weeks.

Since the results of field experiments are influenced by several sources of error, supplementary laboratory experiments were carried out with a loam soil and two soils. Columns of soil 20 to 100 cm deep, with addition of nitrate and ammonia-N as well as controls were placed in plastic tubes that were kept at two temperature levels and periodically watered at a rate of 10 mm rainfall. The excess of water required to

remove ammonia nitrogen (compared with nitrate) from the upper 20 cm soil layer was about 100 pct. greater at the lower range of temperature according to the slower rate of nitrification under these conditions. The following amounts of water were found necessary for 1 cm downward displacement of nitrogen in water-saturated soil: Loam soil A, 2.0 mm approx. — Sand soil A, 1.5 mm. — Sand soil L, 1.1 mm.

The results as a whole show that some downward transport of nitrate may occur during cool and rainy periods, but in loam soils there is little risk that it will reach a soil depth where it will become unavailable to the plants. There is practically no risk of ammonia nitrogen being carried down. A precipitation of 30 to 40 mm between application and plant uptake of fertilizer nitrogen, especially nitrate, may cause a downward transport deep enough to result in nitrogen deficiency to crops on sand soil.

Litteraturliste

- Beauv*, 1958: The seasonal development and growth of the parent plant and rhizome. *New Phytol.* 1958, nr. 57, side 145-159.
- Dalbro, Sven og Nielsen, G.* 1958: Undersøgelser over jordens nitratindhold i frugtplantager. *Tidsskrift for Planteavl* 62, side 1-26.
- Dam Kofoed, A., Lindhard, J. og Klausen, P. Søndergård*, 1967: Forsøg med flydende vandfri ammoniak. *Tidsskrift for Planteavl* 71, side 145-225.
- Egnér, H., et al.* 1955: Sampling Technique and Chemical Examination of Air and Precipitation IV. *Kungl. Lantbrukshögskolans annaler.* Vol. 22 s. 395-410.
- Hansen, Frode*, 1926: Bestemmelse af nitratkvælstof i regnvand, drænvand og jord. *Tidsskrift for Planteavl* 32, side 69-120.
- Huppert, V. og Buchner, A.*, 1952: Neue Versuchsergebnisse über die Wirkung den Stickstoffformen unter besondere Berücksichtigung der Umweltverhältnisse. *Limburgerhof. Zeitschr. Pfl. Düng. Boden.* 60, side 62-92 (1953).
- Jacobsen, J. J.*, 1962: Foreningen af jydsk Landboforeningers planteavlsberetning 1962, side 284-293.
- Kaila, Armi og Hänninen, Pentti*, 1961: Fertilizer nitrogen in soil. *The Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, vol. 33, side 169-184.
- Morgan, M. F. og Street, O. E.*, 1939: Seasonal water and nitrate leachings in relation to soil and source of fertilizer nitrogen. *Connecticut Agr. Exp. Sta. Bull.* 429.

Olsen, C., 1928: Om analytiske bestemmelse af ammoniak i jordbunden og om jordbundens absorptions-evne overfor ammoniak. *Comptes Rend. Lab. Carlsberg* 1929, 17 no. 15.

Poulsen, Erik og Hansen, Poul, 1961: Undersøgelser over jordens nitratindhold. *Tidsskrift for Planteavl* 65, side 206-233.

Hovedtabel 1. mm nedbør i forsøgsperioden

Dato	April							Maj							Juni								
	Aarslev		Askov		Jyde- vad		Lundgård	Ros- kilde	Aars- lev		Askov		Jyde- vad	Lundgård	Ros- kilde	Aars- lev		Askov	Jyde- vad	Lundgård	Ros- kilde		
	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1966	1966	1967	1966	1967	1966	1966	1966	1966	1966	1967	1966	1966	1967	1966	
1.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	8,4	—	—	—
3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—	0,8	0,7	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	—	—	—	*	—	—	—	8,2	8,4	—	7,9	—	—	10,0	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—
6.	—	—	—	—	*	*	—	5,0	4,6	—	4,5	—	—	—	0,7	2,2	—	5,6	—	—	—	6,7	—
7.	—	—	—	3,0	—	16,1	—	0,3	0,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	5,8	1,6	—	7,5	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	—
9.	—	—	—	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7,1	—	—	1,5	—	—	2,9	—	7,0	—
10.	—	—	—	4,0	—	—	—	1,5	—	—	—	17,2	—	2,3	33,9	—	1,3	—	—	—	—	—	7,3
11.	—	—	—	7,6	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	0,6	20,3	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	—	—	—	1,6	22,5	—	—	5,8	6,6	—	3,9	—	—	1,6	—	—	0,6	—	—	2,0	—	—	1,5
13.	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	4,5	—	—	—	—	—	—	—	1,7
14.	—	—	—	4,7	—	17,5	—	—	—	5,0	—	—	—	—	—	0,7	0,8	3,3	—	—	—	—	0,3
15.	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—	0,4	0,1	—	—	—	—	—
16.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0	—	—	15,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8
17.	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—	—	—	—	4,5	1,4	—	3,5	—	—	—	—	—
19.	—	—	—	7,7	20,0	—	—	0,6	1,4	0,2	—	—	4,5	—	—	6,8	—	1,0	—	**	—	—	—
20.	—	—	—	3,1	—	—	—	9,0	3,7	10,2	—	—	—	1,9	16,1	4,0	—	—	—	—	—	—	0,3
21.	—	—	—	1,2	—	—	—	0,2	0,5	0,8	—	—	—	2,7	6,5	2,2	—	—	—	—	—	—	7,1
22.	—	—	—	0,1	—	—	—	11,3	5,0	—	—	—	10,6	3,4	—	5,7	—	—	—	—	—	—	0,1
23.	—	—	—	3,9	—	—	—	3,3	7,6	0,2	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24.	—	—	—	13,5	—	10,0	—	5,3	1,1	0,6	—	16,3	—	2,1	4,6	11,4	—	—	—	—	—	—	1,0
25.	—	—	—	0,9	—	—	—	—	—	0,8	—	—	—	—	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
26.	—	—	—	—	19,6	—	—	2,5	0,9	3,2	—	—	4,6	4,1	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—
27.	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,7	**	—	—	—	—	—	—	**
28.	—	—	—	—	—	5,7	—	1,0	—	—	—	—	—	0,1	**	—	—	**	—	—	—	—	—
29.	—	—	0,2	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**	—	—	—	—
30.	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	5,7	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31.	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	1,5	—	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Angiver dato for forsøgets anlæg

** » » » » afslutning

HØVEDTABEL 3 NITRATEDVASKNING

ASKOV SANDMARK LAV TEMPERATUR

***** UD VASKNING OG MERUDVASKNING, MG NITRAT PR 100 KVADRATCENTIMETER *****																
***** SOM KVAELSTOFODGNING ER BENYTTET *****																
DATO	O N					NO3-N					NH3-N					
	DYBDE CM					DYBDE CM					DYBDE CM					
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	
24/ 2-67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*					*					
27/ 2-67	0.5	0.9	1.7	2.1	2.1	*					*					
* 1/ 3-67*	0.3	0.5	1.0	1.0	1.6	*					*					
* 3/ 3-67*	0.1	0.3	1.0	1.2	1.4	*	0.5				*					
* 6/ 3-67*	0.1	0.2	1.0	1.2	2.1	*	6.4				*					
* 9/ 3-67*	0.1	0.3	0.7	0.9	1.5	*	21.2	0.3			*					
12/ 3-67	0.1	0.1	0.5	0.7	1.5	*	24.4	3.6			*					
15/ 3-67	0.1	0.1	0.3	0.5	1.2	*	18.0	6.4			*					
20/ 3-67	0.1	0.1	0.3	0.5	1.3	*	12.0	17.3	1.0		*					
28/ 3-67	0.1	0.1	0.2	0.3	0.9	*	5.9	17.7	4.0		*					
30/ 3-67	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	*	2.9	10.7	4.0		*					
* 1/ 4-67*	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	*	2.3	12.2	12.3		*					
* 4/ 4-67*	0.1	0.1	0.2	0.2	0.7	*	1.5	10.7	14.3	0.6	*					
* 7/ 4-67*	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	*	1.0	8.0	13.0	3.7	1.2	*				
11/ 4-67	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	*	0.6	4.8	12.9	10.8	3.3	*				
15/ 4-67	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	*		3.0	9.3	14.3	5.2	*				
19/ 4-67	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	*		1.6	8.4	17.8	9.2	*				
26/ 4-67	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	*		7.4	22.5	16.6	*					
* 2/ 5-67*	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	*		3.5	9.8	11.0	*					
* 8/ 5-67*	0.1	0.0	0.1	0.1	0.4	*		0.2	7.6	11.2	*					
12/ 5-67	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	*			5.3	10.6	*					
17/ 5-67	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	*			4.1	11.2	*					
22/ 5-67	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	*			1.6	6.5	*					1.2
30/ 5-67	0.1	0.1	0.1	0.1	0.8	*				8.2	*					3.1
* 6/ 6-67*	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4	*				3.3	*					3.5
10/ 6-67	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	*				1.9	*					3.0
17/ 6-67	0.0	0.1	0.1	0.1	0.7	*				3.2	*					8.9
24/ 6-67	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4	*				1.9	*					9.2
29/ 6-67	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	*					*					7.9
* 3/ 7-67*	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	*					*		1.1			
* 8/ 7-67*	0.1	0.1	0.5	0.0	0.4	*					*		2.2		1.2	8.4
14/ 7-67	0.3	0.2	1.0	0.1	0.5	*					*	0.2	3.0		2.0	12.7
19/ 7-67	0.4	0.1	1.5	0.1	0.5	*					*	0.3	4.4		3.2	14.1
26/ 7-67	0.4	0.2	2.3	0.1	0.9	*					*	0.7	5.2		3.0	8.5
* 7/ 8-67*	1.0	0.2	3.4	0.2	1.5	*					*	2.1	7.5		6.0	11.1
14/ 8-67	1.2	0.2	2.6	0.2	1.1	*					*	5.3	10.8		7.5	8.8
18/ 8-67	1.9	0.2	2.3	0.2	0.9	*					*	5.0	9.4	0.5	4.5	2.8
23/ 8-67	2.7	0.5	3.4	0.4	2.2	*					*	6.3	10.3	0.7	3.9	1.4
29/ 8-67	2.4	0.8	3.3	0.5	2.7	*					*	6.7	11.9	3.1	6.9	2.0
* 4/ 9-67*	2.2	4.0	4.3	0.5	2.4	*					*	5.0	11.5	2.9	9.1	2.0
11/ 9-67	2.0	5.5	3.9	0.8	3.0	*					*	3.2	5.4	3.0	9.2	1.0
18/ 9-67	1.7	5.8	3.8	0.7	2.7	*					*	1.6	4.4	5.8	10.1	0.6
25/ 9-67	1.6	6.5	4.1	0.9	3.7	*					*	1.0	0.9	8.5	10.1	*
* 2/10-67*	1.5	4.0	3.8	1.3	3.3	*					*			7.8	7.8	*
* 9/10-67*	0.8	3.0	3.3	1.4	2.9	*					*			9.7	7.6	*
16/10-67	1.1	3.7	3.7	2.1	4.2	*					*			8.7	5.0	*
23/10-67	0.7	3.6	3.3	2.7	3.7	*					*			8.0	5.3	*
30/10-67	0.9	4.5	3.7	3.4	4.1	*					*			6.7	4.5	*
* 6/11-67*	0.7	3.4	3.2	4.4	3.9	*					*			5.8	3.1	*
13/11-67	0.8	3.1	3.9	5.4	4.9	*					*			3.9	1.8	*
28/11-67	0.0	0.4	1.3	4.5	4.6	*					*			2.4	1.3	*

HOVEDTABEL 4 NITRATNEDVASKNING

ASKOV LERMARK HOJ TEMPERATUR

***** UD VASKNING OG MERUDVASKNING, MG NITRAT PR 100 KVADRATCENTIMETER *****															
***** SOM KVAELSTOFGODNING ER BENYTTET *****															
* DATO *	* O N *					* NQ3-N *					* NH3-N *				
	* DYBDE CM *					* DYBDE CM *					* DYBDE CM *				
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100
* 3/ 3-67*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*					*				
* 6/ 3-67*	1.7	3.7	2.7	2.1	5.8	*	3.2				*				
* 9/ 3-67*	0.8	3.5	3.6	2.1	3.6	*	7.9				*	2.1			
12/ 3-67	0.5	3.3	4.4	2.8	3.4	*	7.9				*	4.7			
15/ 3-67	0.2	2.8	4.4	3.0	3.7	*	8.5				*	4.9			
20/ 3-67	0.1	2.3	5.4	4.2	4.9	*	7.3	3.7			*	6.7			
28/ 3-67	0.1	2.1	5.3	5.9	4.5	*	6.5	6.8			*	5.8			
30/ 3-67	0.1	1.5	1.5	3.3	2.7	*	4.5	4.5			*	4.2			
* 1/ 4-67*	0.2	2.0	3.4	3.5	3.4	*	6.4	7.8	1.5		*	6.5			
* 4/ 4-67*	0.6	2.3	4.4	6.9	6.4	*	6.3	10.1	3.4		*	8.1			
* 7/ 4-67*	0.4	1.9	3.2	5.5	5.1	*	6.4	9.1	3.3		*	7.4			
11/ 4-67	0.2	2.1	3.4	4.9	6.1	*	5.1	8.9	6.8		*	6.2			
15/ 4-67	0.1	2.5	3.1	3.5	4.4	*	4.7	8.4	8.8		*	3.5			
19/ 4-67	0.1	3.0	3.7	4.2	5.1	*	2.8	8.0	13.0		*	3.4		1.6	
26/ 4-67	0.1	4.0	4.5	5.5	5.2	*	1.7	6.7	18.1	3.1	*	2.8		4.1	
* 2/ 5-67*	0.0	5.5	3.6	4.0	3.9	*	0.6	5.1	13.3	3.7	*	2.6	1.0	6.2	
* 8/ 5-67*	0.0	5.4	2.7	2.6	2.4	*	1.4	8.1	5.5	1.4	1.9	*	1.4	3.1	3.1
12/ 5-67	0.1	9.4	4.1	4.2	3.2	*	1.5	3.1	11.4	3.2	4.4	*	1.4	3.3	2.9
17/ 5-67	0.1	13.3	5.9	7.2	5.9	*	1.5	1.5	13.2	6.3	5.0	*	1.1	3.6	4.0
22/ 5-67	0.1	15.2	5.5	6.0	4.3	*	2.0		8.7	2.6	3.9	*	1.1	1.3	2.7
30/ 5-67	0.0	19.4	9.2	10.0	8.8	*	2.2		13.6	9.2	7.0	*	1.5	0.6	4.1
* 6/ 6-67*	0.0	15.5	8.9	8.0	0.2	*	1.5		11.4	5.3	13.4	*	1.6	3.0	1.3
10/ 6-67	0.1	14.3	9.2	7.1	6.0	*	2.2		4.7	5.1	4.8	*	1.8	0.3	0.1
17/ 6-67	0.1	15.0	14.5	11.6	13.4	*	2.3			6.2	5.2	*	1.1	2.8	2.4
24/ 6-67	0.6	13.3	17.1	9.7	11.1	*	1.8			5.2	5.6	*	1.1	2.2	3.7
29/ 6-67	0.1	12.2	18.7	6.5	8.7	*	2.5			8.1	4.8	*	1.5	1.7	3.1
* 3/ 7-67*	0.3	9.5	23.0	11.8	9.4	*				4.3	4.9	*	1.6	5.6	3.9
* 8/ 7-67*	1.0	12.5	27.3	14.4	10.8	*				3.3	7.4	*		5.8	9.2
14/ 7-67	2.9	13.2	25.6	16.9	11.6	*				6.0	9.7	*		1.9	3.1
19/ 7-67	0.3	11.9	21.7	13.8	8.6	*				4.8	7.1	*		1.1	8.4
26/ 7-67	0.7	12.5	21.9	26.8	12.3	*				3.9	1.3	*		2.1	12.3
* 7/ 8-67*	0.9	11.2	23.1	21.6	16.7	*				5.6	5.9	*		3.5	11.1
14/ 8-67	0.9	10.2	18.1	12.7	10.3	*				4.9	3.7	*			3.7
18/ 8-67	0.9	10.3	15.7	10.5	8.6	*				5.4	2.2	*			3.0
23/ 8-67	0.9	13.0	18.5	19.6	15.5	*					4.0	*			5.6
29/ 8-67	1.0	12.0	18.5	17.8	15.6	*					3.9	*			4.4
* 4/ 9-67*	0.7	11.0	15.8	15.5	14.3	*					1.1	*			3.3
11/ 9-67	0.7	11.4	18.0	17.2	15.9	*						*			2.9
18/ 9-67	0.8	9.8	18.1	17.7	16.9	*						*			
25/ 9-67	0.6	11.0	17.4	17.8	15.8	*						*			
* 2/10-67*	0.6	11.2	15.6	17.3	15.5	*						*			
* 9/10-67*	0.6	9.4	16.1	17.4	16.2	*						*			
16/10-67	0.6	8.4	15.9	17.5	14.9	*						*			
23/10-67	0.6	9.1	15.6	18.3	17.5	*						*			
30/10-67	0.5	9.0	14.5	16.7	14.2	*						*			
* 6/11-67*	0.6	9.0	15.6	17.9	15.3	*						*			
21/11-67	0.0	0.0	3.4	12.4	12.5	*						*			

HDVEDTABEL 5 NITRATNEDVASKNING

ASKOV LERMARK LAV TEMPERATUR

***** UD VASKNING OG MERUDVASKNING, MG NITRAT PR 100 KVADRATCENTIMETER *****																
***** SOM KVAELSTOF GODNING ER BENYTTET *****																
DATO	O N					NO3-N					NH3-N					
	DYBDE CM					DYBDE CM					DYBDE CM					
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	
* 3/ 3-67*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*					*					
* 6/ 3-67*	3.3	4.6	2.4	3.0	5.0	*	1.5				*					
* 9/ 3-67*	2.2	5.1	3.3	2.6	5.3	*	6.7				*					
12/ 3-67	1.8	5.2	3.9	3.1	3.4	*	9.4				*					
15/ 3-67	1.1	4.8	4.2	3.7	3.4	*	10.7				*	3.5				
20/ 0-67	0.8	4.5	6.0	4.9	4.2	*	10.9	1.8			*	5.2				
28/ 3-67	0.4	3.4	5.9	5.3	5.0	*	10.3	3.5			*	6.4				
30/ 3-67	0.3	1.9	1.8	1.4	1.0	*	7.9	3.7			*	6.6				
* 1/ 4-67*	0.4	2.6	4.7	4.6	3.5	*	9.1	5.8			*	8.0	1.3			
* 4/ 4-67*	0.3	2.3	4.8	4.8	5.6	*	6.6	8.4	0.2		*	8.7	1.9			
* 7/ 4-67*	0.2	1.5	3.2	2.8	3.2	*	6.5	9.4	2.0		*	8.0	3.1			
11/ 4-67	0.2	1.7	3.4	3.8	4.3	*	5.5	10.0	4.3		*	6.8	4.2	0.6		
15/ 4-67	0.1	1.4	2.4	2.3	3.4	*	4.3	9.5	6.3	0.4	*	6.2	5.1	1.5		
19/ 4-67	0.1	1.5	2.6	2.1	3.6	*	3.9	8.9	7.8	1.2	*	5.2	6.3	2.7	0.8	
26/ 4-67	0.1	1.5	2.6	2.6	4.2	*	3.7	9.6	11.8	3.9	*	4.5	6.9	5.3	2.3	
* 2/ 5-67*	0.1	1.1	1.8	1.5	2.0	*	3.0	6.4	8.2	3.5	*	2.9	5.3	4.9	2.1	
* 8/ 5-67*	0.1	0.9	2.1	2.0	2.1	*	2.7	6.1	8.9	4.8	0.5	*	1.9	5.7	6.8	2.4
12/ 5-67	0.2	0.8	1.9	1.8	1.7	*	2.6	5.1	8.0	5.5	1.5	*	1.0	6.2	7.1	3.2
17/ 5-67	0.1	0.1	1.8	2.3	2.0	*	1.1	5.0	9.5	8.5	2.8	*	6.8	7.9	5.1	
22/ 5-67	0.1	0.5	1.9	2.0	1.6	*	0.4	4.8	8.3	6.6	2.9	*	7.3	8.1	5.6	0.6
30/ 5-67	0.1	1.5	2.9	3.3	2.5	*		6.0	8.9	10.5	7.8	*	8.0	11.1	9.6	3.3
* 6/ 6-67*	0.0	2.0	2.0	2.5	1.8	*		4.7	5.0	7.6	7.3	*	4.8	8.0	8.0	4.1
10/ 6-67	0.1	2.8	1.4	1.5	1.0	*		3.9	3.0	5.3	5.6	*	4.3	5.1	6.2	2.6
17/ 6-67	0.2	7.6	2.7	2.9	2.9	*		1.5	4.4	9.2	11.3	*	3.9	6.4	9.8	6.3
24/ 6-67	0.1	7.5	2.3	2.7	2.3	*		0.9	3.5	4.7	9.0	*	3.9	4.3	8.1	6.5
29/ 6-67	0.4	7.7	2.0	2.3	1.6	*			3.2	3.1	6.8	*	2.7	3.4	5.4	5.7
* 3/ 7-67*	0.7	7.7	2.5	2.6	2.2	*			2.6	2.6	7.3	*	3.0	3.5	6.3	6.8
* 8/ 7-67*	0.5	8.5	3.2	3.3	2.5	*				2.3	8.4	*	2.4	3.1	6.6	19.8
14/ 7-67	0.6	9.0	3.8	4.4	2.6	*				0.7	5.9	*	1.3	3.4	6.7	11.1
19/ 7-67	0.7	7.4	4.2	3.3	2.4	*					4.4	*		1.6	5.0	7.2
26/ 7-67	0.4	8.8	5.6	5.5	6.3	*					2.6	*		2.4	5.5	7.1
* 7/ 8-67*	0.6	8.4	7.6	7.3	4.1	*					5.6	*		2.6	5.5	11.6
14/ 8-67	1.0	5.9	5.7	5.0	3.0	*					2.1	*		3.4	3.6	6.0
18/ 8-67	1.2	5.3	5.7	3.8	1.6	*					1.8	*		2.8	2.8	4.1
23/ 8-67	1.6	8.0	8.8	7.8	4.0	*						*		4.1	6.5	*
29/ 8-67	0.9	8.0	13.5	10.3	4.0	*						*		4.4	6.8	*
* 4/ 9-67*	0.8	8.5	13.4	9.7	3.8	*						*		1.7	5.2	*
11/ 9-67	1.2	9.9	20.1	12.9	5.1	*						*		1.3	6.4	*
18/ 9-67	1.4	10.5	22.4	12.2	4.4	*						*		0.6	7.3	*
25/ 9-67	1.6	11.1	22.5	13.9	4.9	*						*			7.1	*
* 2/10-67*	1.5	13.0	26.0	14.7	5.8	*						*			6.6	*
* 9/10-67*	0.6	11.5	21.7	14.2	5.5	*						*			6.0	*
16/10-67	1.4	11.7	18.8	15.8	6.3	*						*			6.5	*
23/10-67	1.7	7.7	17.4	15.3	6.1	*						*			6.9	*
30/10-67	2.3	11.4	16.4	15.3	7.2	*						*			5.7	*
* 6/11-67*	2.3	11.2	15.1	13.1	7.0	*						*			4.0	*
23/11-67	0.0	3.5	9.9	14.0	9.5	*						*			1.9	*

HOVEDTABEL 6 NITRATNEDVASKNING

L UN DGAARD HDJ TEMPERATUR

 * UD VASKNING OG MERUDVASKNING, MG NITRAT PR 100 KVADRATCENTIMETER *

 * SON KVAELSTOF GODNING ER BENYTTET *
 * DATO * O N * NO3-N * NH3-N *

 * DYBDE CM * DYBDE CM * DYBDE CM *
 * * 20 40 60 80 100 * 20 40 60 80 100 * 20 40 60 80 100 *

DATO	O	N	SON KVAELSTOF GODNING ER BENYTTET					NH3-N							
	DYBDE CM					DYBDE CM					DYBDE CM				
	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100
20/ 3-67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*									
28/ 3-67	1.7	3.3	4.0	3.7	4.9	*									
30/ 3-67	0.5	1.2	0.7	0.5	0.4	*									
* 1/ 4-67*	0.3	1.0	1.7	1.3	0.5	2.1	*								
* 4/ 4-67*	0.1	0.7	2.2	3.5	2.5	9.5	*								
* 7/ 4-67*	0.1	0.2	1.1	2.3	2.3	14.9	*								
11/ 4-67	0.0	0.2	1.0	2.6	2.9	18.5	0.6	*							
15/ 4-67	0.0	0.1	0.4	0.7	1.6	13.5	4.3	*							
19/ 4-67	0.0	0.2	0.3	0.7	1.5	11.5	10.5	0.2	*						
26/ 4-67	0.2	0.4	0.2	0.6	1.3	8.7	14.6	4.8	1.1	*					
* 2/ 5-67*	0.1	1.0	0.1	0.2	0.6	6.9	15.3	11.7	4.1	*	2.6				
* 8/ 5-67*	0.1	0.9	0.2	0.2	0.7	4.6	7.0	17.6	9.5	1.7	4.5				
12/ 5-67	0.6	3.4	0.4	0.2	0.6	4.1	7.8	11.9	9.7	2.5	9.8	2.7	1.4		
17/ 5-67	0.4	5.5	0.8	0.8	1.5	4.8	5.7	14.6	18.8	11.6	15.2	3.8	2.9		
22/ 5-67	0.5	0.8	1.4	0.4	1.0	3.4	4.7	11.9	12.8	9.9	15.0	6.7	3.2		
30/ 5-67	0.9	8.3	4.1	1.6	2.9	2.9	2.5	15.4	20.6	28.1	17.2	9.9	7.8		
* 6/ 6-67*	1.0	8.1	6.4	3.9	2.9	1.9	4.3	5.5	8.8	16.6	14.0	11.6	8.1		
10/ 6-67	0.7	7.8	8.9	4.1	2.3		1.8	0.7	3.3	10.0	10.7	11.0	5.9	0.7	0.9
17/ 6-67	0.7	7.6	12.4	10.6	7.4				4.0	14.9	8.5	8.7	13.1	3.0	3.8
24/ 6-67	0.7	6.7	10.0	9.8	8.3				1.6	4.5	5.6	6.4	8.3	4.0	7.4
29/ 6-67	1.1	7.9	9.2	7.1	6.9						4.4	3.9	9.2	5.7	5.8
* 3/ 7-67*	1.5	6.8	10.0	9.4	8.8						4.1	4.5	6.7	8.0	10.9
* 8/ 7-67*	1.5	6.6	10.0	11.3	10.1						2.8	2.1	6.3	12.9	14.2
14/ 7-67	1.8	6.0	8.6	12.0	10.2						2.4	2.0	5.6	12.5	17.7
19/ 7-67	2.7	4.9	8.0	8.1	7.2							2.5	3.5	13.4	13.1
26/ 7-67	3.1	5.8	7.7	10.3	10.4							1.4	1.8	11.6	6.9
* 7/ 8-67*	3.4	6.7	9.6	12.9	12.0							1.7		8.3	6.4
14/ 8-67	4.6	5.5	7.7	5.7	5.1							1.2		3.7	
18/ 8-67	6.2	6.1	7.3	5.4	4.1									1.6	
23/ 8-67	6.9	0.3	9.2	9.3	8.9										
29/ 8-67	7.1	7.0	8.5	9.3	9.9										
* 4/ 9-67*	7.6	6.5	7.6	7.8	7.9										
11/ 9-67	7.1	6.7	8.0	8.7	8.5										
18/ 9-67	7.5	9.1	8.4	7.7	7.9										
25/ 9-67	8.6	5.8	8.0	8.2	7.2										
* 2/10-67*	7.7	10.1	7.8	8.1	6.9										
* 9/10-67*	7.3	8.0	8.1	7.8	9.3										
16/10-67	6.3	7.9	8.2	9.0	8.8										
23/10-67	7.0	8.1	7.8	9.3	8.5										
30/10-67	6.8	7.7	7.8	8.6	7.1										

Hovedtabel 8. Jordbundsanalyse efter forsøgets afslutning

Led Dybde i cm	Lundgård (høj temperatur)														
	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N
	pH (H ₂ O)														
0-20...	7,7	7,9	7,8	7,6	7,6	7,9	7,8	7,6	7,6	7,7	7,6	7,6	7,7	7,6	7,6
20-40...				8,0	8,0	7,6	7,5	8,4	8,0	7,9	8,0	7,7	8,0	7,9	8,0
40-60...							7,8	8,0	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9	7,9	8,0
60-80...										7,6	7,7	7,8	7,9	7,9	7,9
80-100...													7,6	7,7	7,6

	mg NO ₃ N/kg tør jord														
0-20...	16,4	4,6	8,0	11,8	9,3	13,9	14,4	17,0	13,0	11,5	14,2	11,9	11,2	10,6	13,8
20-40...				15,2	12,4	19,1	12,5	12,5	11,0	9,5	9,5	8,6	7,5	7,5	11,2
40-60...							12,0	14,5	13,1	7,7	7,3	5,8	4,1	4,0	4,2
60-80...										13,8	12,3	10,0	3,5	4,5	5,4
80-100...													10,3	9,8	11,5

	mg NH ₃ N/kg tør jord														
0-20...	4,0	8,0	6,5	3,3	3,6	5,0	5,1	5,1	5,4	4,1	4,7	3,2	4,3	2,9	5,8
20-40...				4,7	6,8	6,1	3,3	4,6	3,9	3,4	3,5	3,2	3,1	3,6	3,1
40-60...							2,9	4,5	4,1	2,9	2,6	2,9	2,6	2,0	4,3
60-80...										2,8	2,0	2,2	3,8	5,1	3,7
80-100...													2,2	3,9	2,8

Askov sandmark (høj temperatur)

	pH (H ₂ O)														
0-20...	7,5	7,6	7,7	7,4	7,2	7,1	7,3	7,2	7,5	7,4	7,3	7,2	7,3	7,8	7,1
20-40...				7,4	7,8	6,6	6,6	6,6	6,7	6,8	6,6	6,5	6,8	6,7	6,7
40-60...							6,4	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,6
60-80...										6,4	6,4	6,4	6,5	6,6	6,5
80-100...													6,5	6,4	6,5

	mg NO ₃ N/kg tør jord														
0-20...	3,0	3,1	4,2	2,4	2,8	2,4	2,3	2,7	5,7	4,1	3,6	5,2	3,5	3,6	2,0
20-40...				4,1	4,3	3,1	3,3	4,2	5,3	4,3	4,2	2,3	3,5	4,1	4,1
40-60...							2,7	4,1	8,6	4,5	5,7	6,9	4,7	4,0	4,9
60-80...										9,2	8,0	11,4	5,4	4,0	5,2
80-100...													7,4	8,8	11,6

	mg NH ₃ N/kg tør jord														
0-20...	3,3	8,8	4,5	3,2	2,5	3,5	3,3	7,1	6,4	3,2	2,3	7,3	5,0	3,5	2,9
20-40...				3,2	3,3	7,4	6,0	5,1	6,4	3,6	3,3	7,4	5,0	4,1	3,3
40-60...							3,8	5,2	3,9	4,0	5,2	8,1	5,5	4,3	4,7
40-80...										4,0	5,4	3,5	4,3	3,4	3,9
80-100...													3,3	3,5	3,8

Askov lermark (høj temperatur)

Led Dybde i cm	0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N					
	pH (H ₂ O)																	
0-20...	6,6	7,2	7,3	6,5	6,3	6,5	6,4	6,4	6,0	6,4	6,3	6,2	6,5	6,4	6,3			
20-40...				6,7	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3			
40-60...							6,2	6,3	6,1				6,2	6,0	6,3	6,3	6,2	6,2
60-80...										5,1	5,1	5,2	5,3	5,2	4,9			
80-100...													4,9	4,9	5,2			

mg NO₃N/kg tør jord

0-20...	6,9	2,8	4,9	23,0	22,7	25,5	26,7	32,3	26,1	24,6	28,3	26,8	23,1	28,4	26,9
20-40...				30,0	29,7	25,9	27,1	28,2	26,2	24,5	29,7	26,7	23,9	25,2	28,3
40-60...							34,5	38,2	39,5	26,4	26,8	28,5	20,7	27,7	26,9
60-80...										36,6	35,2	41,7	26,0	28,8	15,2
80-100...													31,9	32,9	39,5

mg NH₃N/kg tør jord

0-20...	13,5	16,1	16,4	6,0	6,6	8,3	4,9	6,4	9,8	5,7	5,2	5,0	6,0	5,8	6,5
20-40...				6,6	7,9	9,1	6,0	4,5	4,1	4,2	5,4	4,3	5,8	7,8	4,3
40-60...							6,1	8,3	3,2	2,8	3,4	4,9	3,2	3,3	2,0
60-80...										3,3	7,2	6,6	2,5	2,4	1,7
80-100...													3,0	3,1	3,2

Hovedtabel 9. Jordbundsanalyse efter forsøgets afslutning

Lundgård (lav temperatur)

Led Dybde i cm	0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N			0 N NO ₃ N NH ₃ N					
	pH (H ₂ O)																	
0-20...	7,7	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8			
20-40...				7,9	8,0	8,0	8,1	8,0	8,0	8,1	8,0	8,1	8,1	8,2	8,3			
40-60...							7,8	7,9	7,9	8,0	7,9	7,9	7,9	8,0	8,1			
60-80...										7,8	7,8	7,8	8,0	8,0	8,1			
80-100...													7,7	7,7	7,9			

mg NO₃N/kg tør jord

0-20...	4,7	5,8	6,6	6,0	6,5	5,7	4,2	4,8	5,0	6,1	4,6	5,5	5,6	4,5	3,6
20-40...				9,3	10,7	7,9	4,6	5,8	6,7	2,0	6,2	5,8	3,1	4,6	3,7
40-60...							6,7	8,7	8,0	3,2	5,8	5,0	3,0	2,4	3,6
60-80...										7,0	8,3	9,0	2,4	4,5	2,6
80-100...													7,2	7,1	12,6

mg NH₃N/kg tør jord

0-20...	7,0	5,8	5,0	6,3	5,3	6,2	4,8	4,9	6,6	5,7	5,2	4,8	4,2	5,2	3,1
20-40...				5,1	4,5	3,4	5,4	4,0	5,8	2,4	4,0	3,5	4,2	4,1	2,7
40-60...							3,8	2,8	4,3	4,1	3,1	2,0	3,6	3,4	2,4
60-80...										3,5	2,7	2,5	2,2	3,0	2,6
80-100...													3,0	3,0	2,5

Askov sandmark (lav temperatur)

Led	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N	0 N	NO ₃ N	NH ₃ N
Dybde i cm															
0-20...	7,5	7,4	7,7	7,6	7,1	7,4	7,5	7,4	7,3	7,6	7,5	7,4	7,6	7,5	7,3
20-40...				6,7	7,0	6,8	6,8	6,7	6,8	6,7	7,2	6,8	6,9	7,4	6,9
40-60...							6,5	6,5	6,4	6,6	6,5	6,6	6,7	6,7	6,7
60-80...										6,4	6,4	6,5	6,6	6,7	6,7
80-100..													6,6	6,7	6,6

mg NO₃N/kg tør jord

0-20...	4,3	2,7	5,8	5,5	3,7	3,2	3,4	2,1	2,2	1,8	1,5	2,2	1,3	1,8	3,6
20-40...				6,9	4,6	5,3	3,3	2,8	1,3	2,0	1,9	2,8	2,5	2,6	2,1
40-60...							7,5	6,3	5,8	2,4	4,9	4,1	3,9	3,7	2,1
60-80...										15,7	12,6	11,1	3,6	5,3	3,7
80-100..													8,4	4,8	7,4

mg NH₃N/kg tør jord

0-20...	5,2	5,7	4,0	2,6	3,6	2,4	3,2	5,3	3,0	3,6	2,7	4,8	2,7	2,1	2,9
20-40...				3,7	3,9	5,7	3,7	3,4	3,8	3,7	2,6	3,3	3,4	3,4	4,2
40-60...							4,3	4,9	4,2	3,8	3,7	4,9	2,4	4,5	5,6
60-80...										4,2	3,7	4,8	3,0	3,3	3,6
80-100..													2,9	2,6	3,1

Askov lermark (lav temperatur)

pH (H₂O)

0-20...	6,8	6,7	6,7	6,8	6,5	6,5	6,6	6,5	6,3	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
20-40...				6,4	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,6
40-60...							6,1	6,3	6,2	6,3	6,2	6,4	6,2	6,3	6,4
60-80...										5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,2
80-100..													4,9	5,0	4,9

mg NO₃N/kg tør jord

0-20...	15,8	5,8	4,6	14,8	16,4	14,7	13,6	13,7	20,3	13,1	15,0	16,2	22,5	14,7	13,7
20-40...				22,2	28,2	25,8	22,7	17,9	19,2	17,1	24,4	19,8	22,0	17,5	16,2
40-60...							12,1	24,6	28,4	18,2	22,3	18,1	20,5	21,5	21,6
60-80...										28,2	55,1	27,8	25,4	25,8	25,0
80-100..													35,2	30,0	20,7

mg NH₃N/kg tør jord

0-20...	9,7	9,6	24,7	4,9	6,3	7,0	6,2	3,9	6,1	5,2	5,0	6,3	8,3	7,4	10,4
20-40...				7,6	7,4	6,3	5,6	5,8	4,5	5,7	5,1	6,6	7,4	5,8	5,4
40-60...							4,6	5,2	3,9	5,1	3,6	3,1	6,6	4,5	4,4
60-80...										5,0	7,9	5,5	6,8	6,1	2,1
80-100..													10,5	7,0	3,3