

LANDSFORSØGENE 2022

Forsøg og undersøgelser i
Dansk Landbrugsrådgivning

Samlet og udarbejdet af
SEGES Innovation P/S, Planter & Miljø
ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen

Aktiviteterne er blandt andet støttet af:

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Fonden for **økologisk landbrug**

Kartoffelafgiftsfonden

Frøafgiftsfonden



LANDSFORSØGENE 2022

Forsøg og undersøgelser i Dansk Landbrugsrådgivning

LANDSFORSØGENE 2022 er samlet og udarbejdet af SEGES Innovation P/S, Planter & Miljø ved chefkonsulent Jon Birger Pedersen.

Udgivet

December 2022

Trykkeri

Stibo Complete

Udgiver

SEGES Innovation P/S

Planter & Miljø

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

T +45 8740 5000

E info@seges.dk

Omslag

Foto: Torkild Birkmose, SEGES Innovation. Billedet viser måling af emission af ammoniak i forbindelse med udbringning af gylle til græs.

Køb

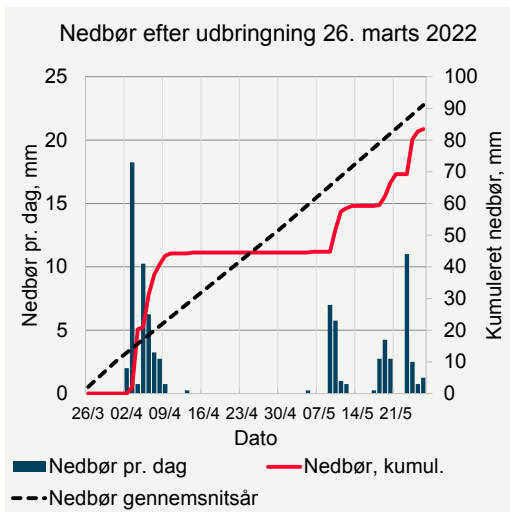
Bogen kan købes i SEGES Netbutik: www.netbutikken.seges.dk.

Pdf-udgaven af bogen samt tabeller og figurer i bogen kan hentes på www.landbrugsinfo.dk/oversigten.

Resultaterne i bogen kan frit gengives med tydelig kildeangivelse inkl. side-tal. F.eks. „Kilde: Landsforsøgene 2022, tabel xx, side yy.“

ISBN 978-87-93051-11-9

ISSN 0900-5293



FIGUR 26. Nedbørsforhold efter gyllens udbringning 26. marts. Der faldt ingen nedbør den første uge efter udbringningen, hvorefter der samlet faldt ca. 45 mm i ugen derefter.

Nedfældning af gyllen øger kvælstofindholdet i kerne med 7 kg kvælstof pr. ha, men fører ikke til et signifikant merudbytte sammenlignet med slæbeslangeudlægning kombineret med forsuring. Der er dog en tendens til, at nedfældning øger udbyttet med 3,3 hkg kerne pr. ha sammenlignet med slæbeslangeudlægning kombineret med forsuring.

Udbringning med slæbesko fører ikke til signifikante merudbytter sammenlignet med slæbeslangeudlægning. Der er dog tendens til lidt højere udbytter ved udbringning med slæbesko i stedet for slæbeslanger. Hurtig nedmuldning af gylle udbragt med slæbeslanger øger heller ikke udbyttet signifikant, men også her er der tendens til, at hurtig nedmuldning af forsuret slangeudlagt gylle giver et lidt højere udbytte.

Kvælstofudvaskning målt med sugeceller

> **NANNA HELLUM KRISTENSEN**, SEGES INNOVATION

For at belyse udvaskningens størrelse ved forskellige jordtyper og sædskifter er der i udvaskningsåret 2021/2022 målt kvælstofudvaskning med sugeceller i ti forsøg. I seks forsøg er udbytte og udvaskning bestemt ved tilførsel af stigende mængder kvælstof. I tre forsøg er strategier til at mindske kvælstofudvaskning i majssædskifter belyst. Disse beskrives i afsnittet om majsdyrkning. I det sidste forsøg undersøges udbytter og udvaskning i et kornrapssædskifte med og uden mellem- og efterafgrøder. Dette forsøg beskrives i afsnittet "Udvaskning i et kornrapssædskifte – effekter af gødsning og efter- og mellemafgrøder".

Udvaskningen er på alle forsøgsarealer målt med sugeceller i en meters dybde. Kvælstofudvaskningen opgøres fra 1. april i høståret til 31. marts det efterfølgende år. Derfor vises her resultater fra høståret 2021 og måleåret 2021/2022, således at udbytter vedrører høsten 2021 og udvaskningsdata samt vejrdata fra 1. april 2021 til 31. marts 2022.

Kvælstofudvaskning ved stigende kvælstofmængder

For at belyse udvaskningseffekten af kvælstoftilførsel på forskellige jordtyper er der i 2021/2022 gennemført fem forsøg med stigende mængder kvælstof. Forsøgene er fastliggende, og der er målt udbytte og kvælstofudvaskning gennem en årrække. Forsøgene ved Holstebro og Guldborg er anlagt i vinteren 2015, og der er målt kvælstofudvaskning i seks målesæsoner. Forsøgene ved Jyderup og Ringsted er anlagt i første halvdel af 2017, og der er data fra fem målesæsoner. Forsøget ved Odder blev ligeledes anlagt forud for høståret 2017, men grundet fejl i behandlingerne i 2018 er der kun data for fire målesæsoner. Se Oversigt over Landsforsøgene fra tidligere år for en nærmere beskrivelse af tidligere års resultater.

Forskelle i udvaskning mellem år og jordtype

Kvælstofudvaskningens størrelse påvirkes af vejrtilsætningsforholdene. Særligt mængden af nedbør har betydning, idet mere nedbør giver en større vandafstrømning fra marken. Af tabel 38 fremgår udvaskningen målt med sugeceller samt den målte nedbør og beregnede afstrømning i udvaskningsårene fra de fem sugecelleforsøg samt et forsøg fra 2017 ved Løgumkloster. Afstrømningen er

TABEL 38. Kvælstofudvaskning og marginaludvaskning beregnet ved kvælstofnormen, samt nedbør og afstrømning siden 2016/2017 på hvert forsøgsareal.

Kvælstofudvaskning	Høstår	Måleår	Jordtype	Nedbør, mm	Afstrømning, mm	Afgrøde til høst	Vinterdække	Kvælstofnorm, kg N pr. ha	Udvaskning ved norm, kg N pr. ha	Marginaludvaskning ved norm, pct.
<i>Sandjord</i>										
Holstebro	2016	2016/2017	JB1	995	564	Vinterhvede	Vintersæd	206	43	17
	2017	2017/2018		1.162	701	Triticale	Vintersæd	191	63	34
	2018	2018/2019		1.139	784	Vinterrug	Vintersæd	171	67	42
	2019	2019/2020		1.579	1.144	Vinterrug	Vintersæd	171	47	24
	2020	2020/2021		1.217	679	Vinterrug	Vintersæd	171	55	28
	2021	2021/2022		932	565	Vinterrug	Frøgræs	171	92	29
Løgumkloster	2016	2016/2017	JB1	970	475	Majs	Barjord	188	100	37
	2017	2017/2018		832	355	Vinterrug	Vintersæd	156	60	22
Jyderup	2018	2018/2019	JB4	608	246	Vinterrug	Vintersæd	156	44	63
	2019	2019/2020		855	358	Vårbyg	Vinterraps	137	46	11
	2020	2020/2021		638	218	Vinterraps	Vintersæd	208	84	25
	2021	2021/2022		756	399	Vinterhvede	Vintersæd	181	57	23
Gennemsnit				974	541				63	30
<i>Lerjord</i>										
Ringsted	2017	2017/2018	JB6	889	349	Vinterbyg	Vinterraps	194	50	16
	2018	2018/2019		673	244	Vinterraps	Vintersæd	215	58	20
	2019	2019/2020		841	318	Vinterhvede	Vintersæd	212	75	22
	2020	2020/2021		620	141	Vinterhvede	Vintersæd	189	25	5
	2021	2021/2022		743	255	Triticale	Vinterrbyg	187	26	10
Odder	2017	2017/2018	JB6	834	297	Vinterhvede	Vinterraps	212	30	20
	2019	2019/2020		1.020	532	Vinterhvede	Vintersæd	212	34	14
	2020	2020/2021		698	203	Vinterhvede	Vintersæd	209	16	11
	2021	2021/2022		877	382	Vinterhvede	Vintersæd	209	94	70
Guldborg	2016	2016/2017	JB7	660	164	Sukkerroer	Bar jord	133	9	2
	2017	2017/2018		930	407	Vårbyg	Vintersæd	148	34	11
	2018	2018/2019		641	184	Vinterhvede	Efterafgrøder	224	19	4
	2019	2019/2020		834	312	Sukkerroer	Barjord	134	36	14
	2020	2020/2021		610	127	Vårbyg	Barjord	147	25	5
	2021	2021/2022		696	236	Vårbyg	Vintersæd	147	64	12
Gennemsnit				771	277				40	16

beregnet på baggrund af nedbørmængde, afgrøde på arealet og jordtype i EVACROP.

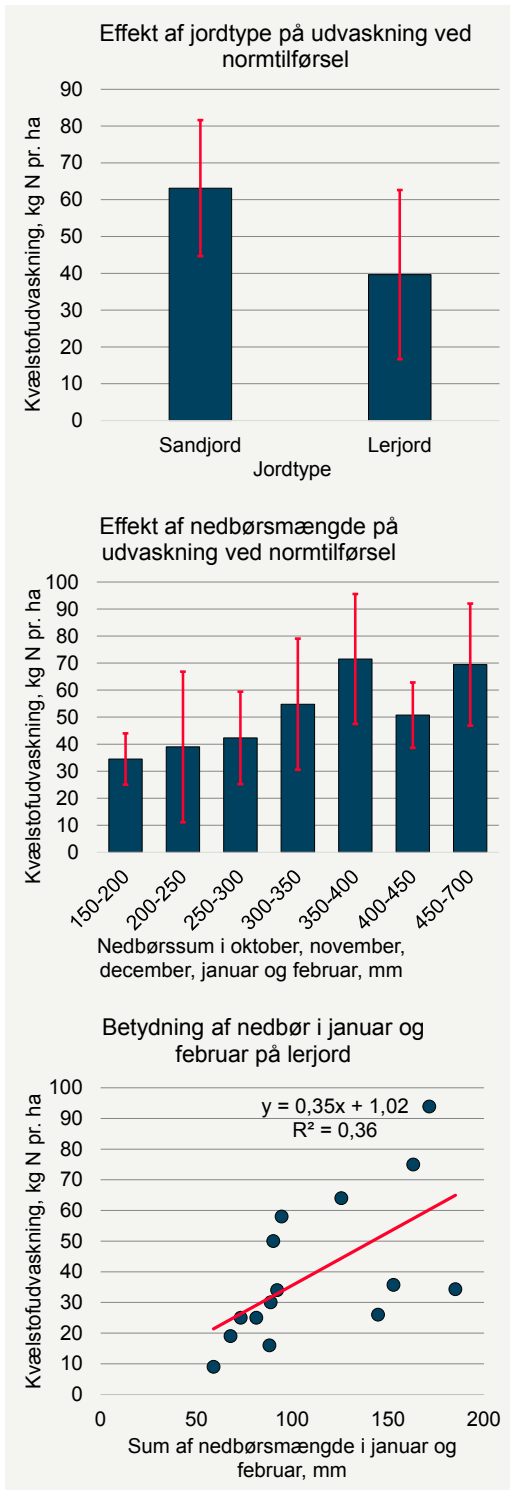
For at belyse forskelle er der lavet forskellige statistiske analyser. Både udvaskning og marginaludvaskning ved normtilførsel på lerjord er signifikant lavere end på sandjord. Forskellen ses i figur 27. På sandjord er marginaludvaskningen ved kvælstofnormen bestemt til mellem 11 og 63 procent med et gennemsnit på 30 procent, mens den på lerjord er mellem 2 og 70 procent med et gennemsnit på 16 procent.

Forskellen mellem jordtyper skyldes blandt andet jordtypen og effekten af forskellige nedbørmængder. Nedbørmængden har været markant højere på sandjorderne, hvilket medvirker til den høje afstrømning. I figur 27 ses, at udvaskningen afhænger af nedbørmængden i efterårs- og vinterperioden. Effekten af nedbør er mest udtalt på lerjord, hvor nedbørmængden i januar og fe-

bruar har signifikant effekt på udvaskningen ved normtilførsel, således at udvaskningen stiger med mængden af nedbør i januar og februar. På sandjordene kunne der ikke findes signifikant effekt af nedbørmængde. Dette kan skyldes, at nedbørmængden i de fleste år har været relativt høj på sandjordslokaliteterne, hvilket resulterer i en betydelig udvaskning i de fleste år. På grund af en større variation i afstrømningsresultaterne på lerjorderne, er forskellen på udvaskningen også større.

Udvaskning i forskellige afgrøder

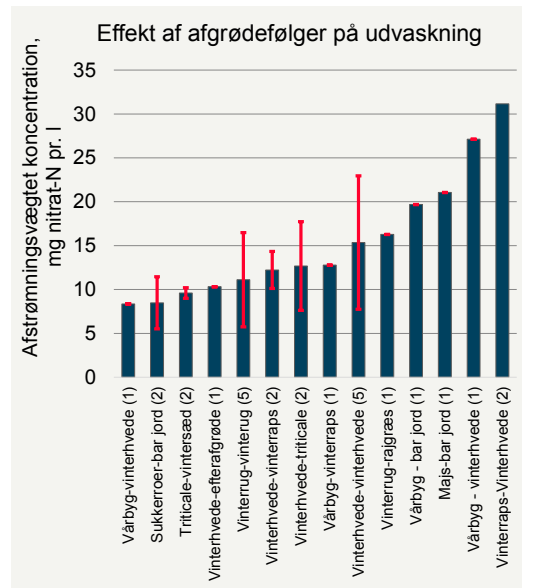
Der er stor variation i udvaskningen indenfor den enkelte jordtype. En del af variationen skyldes forskelle i forfrugt, hovedafgrøde og efterårdsdække. Når udvaskningen vægtes i forhold til årlig afstrømning, er det lettere at sammenligne udvaskningsmålinger mellem forskellige år og lokaliteter. Denne betegnes som afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer og er summen af den årlige udvaskning divideret med den årlige afstrømning for



FIGUR 27. Øverst: Effekt af jordtype på kvælstofudvaskningen ved normtilførsel. I midten: Effekt af nedbørsmængden i månederne okt., nov., dec., jan., feb. i den pågældende udvaskningssæson. Nederst: Effekt af nedbørsmængde i januar og februar på udvaskningen på lerjord. Alle forsøg og forsøgsår angivet i tabel 38 indgår.

den givne lokalitet multipliceret med 100 for at få koncentrationen i mg nitrat-N pr. l.

På sandjordene er den højeste afstrømningsvægtede koncentration fundet efter høst af vinterraps og majs, og den laveste er i vinterrug efterfulgt af vinterrug. På lerjordene er den afstrømningsvægtede koncentration også høj efter vinterraps, men er også i enkelte år høj efter vinterhvede og vårbyg med vinterhvede som efterårsdække. Den laveste koncentration er efter sukkerroer. I figur 28 ses de afstrømningsvægtede koncentrationer for de enkelte afgrødefølger på tværs af jordtyper. Her ses, at majs og vårbyg efterfulgt af bar jord giver høje nitratkoncentrationer, og specielt efterårsdække med vinterrug giver de laveste koncentrationer. Man skal være opmærksom på, at der for flere af afgrødekombinationerne kun er en enkelt observation.



FIGUR 28. Afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer for de enkelte afgrødefølger på tværs af jordtyper. Tallet i parentes angiver antallet af observationer. Alle forsøg og forsøgsår angivet i tabel 38 indgår.

Udvaskning ved stigende mængder kvælstof i 2021/2022

Figur 29 viser udbytter fra høst 2021 og udvaskning fra udvaskningssæsonen 2021/2022 på de fem lokaliteter. Uden kvælstoftildeling er udvaskningen 15-64 kg kvælstof pr. ha, hvilket på de fleste lokaliteter er højere end året før.

Det ses også, at udbytterne stiger med stigende tildeling af kvælstof, men i forhold til tidligere år nås allerede ved de lavere kvælstoftildelinger et plateau, hvor der er ingen eller en negativ respons for kvælstof.

Dette er tydeligt i forsøget ved Guldborg, hvor der i 2021 både var lave udbytter og en negativ udbytterespons efter tildeling af 100 kg kvælstof pr. ha. Tendensen ses ligeledes på de to andre lerjordslokaliteter ved Ringsted og ved Odder. I forsøgene ved Guldborg og Odder ses også en stor udvaskning, især ved tildeling omkring normen, hvorfor marginaludvaskningen ved normen i 2021/2022 er relativ høj. De to forsøg er nærmere beskrevet senere.

På sandjorden i Holstebro er udbytterne relativt høje, og den beregnede udvaskning ved normtilførsel større end tidligere, men 200 kg kvælstof pr. ha resulterer i en udvaskning på 79 kg kvælstof pr. ha, hvilket er på samme niveau som tidligere. Udvaskningen på sandjorden ved Jyderup er på niveau med tidligere år, og tildeling af 200 kg kvælstof pr. ha resulterer her i en udvaskning på 65 kg kvælstof pr. ha.

Den målte udvaskning i Guldborg og Odder skiller sig markant ud fra tidligere år ved at der er målt høje udvaskninger. Afstrømningen er som nævnt højere i 2021/2022 end i 2020/2021, men det kan ikke forklare de markant højere udvaskninger end tidligere år. Størstedelen af

fekten kommer af høje nitratkoncentrationer i udvaskningsåret 2021/2022 i Odder og Guldborg.

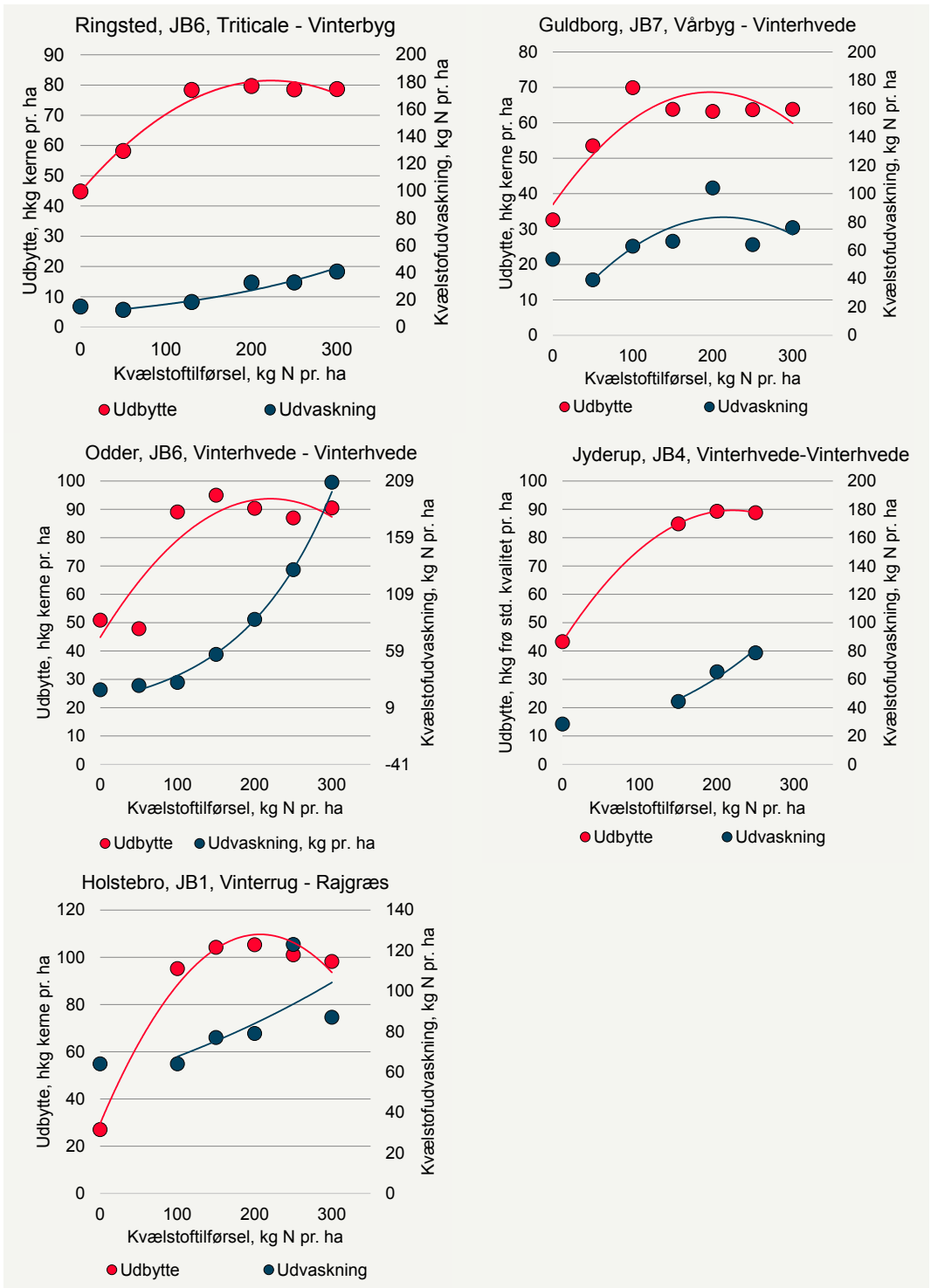
De høje nitratkoncentrationer bekræftes på begge lokaliteter af høje N-min-målinger, hvorfor det vurderes, at målingerne er retvisende for udvaskningsniveauet på de to lokaliteter.

I forsøget ved Odder har der været vintersæd i alle årene. Af tabel 39 ses den beregnede markbalance i Odder, som af samme grund er relativt stabil over årene. Dog ses, at der i 2019 er et stort overskud ved tilførsel af 250 kg kvælstof pr. ha, hvilket skyldes et lavt udbytte i dette led. Det fremgår også, at på trods af et stort overskud af kvælstof i leddene med over 150 kg kvælstof pr. ha, er der kun i 2021 målt en høj udvaskning. Det er derfor vanskeligt at forklare resultaterne, og hvorfor der i 2021/2022 er målt så høje nitratkoncentrationer i Odder.

I forsøget ved Guldborg er der en bedre sammenhæng mellem det beregnede markoverskud og de målte nitratkoncentrationer årene imellem. I tabel 40 ses markbalancen og udvaskningen for de seneste fem år. I led 6-7 er der i alle år målt lavere udvaskninger end i led 5, hvor der er tilført mindre kvælstof, på trods af et formodet større kvælstofoverskud i led 6 og 7. Forskellen kan forklares ved, at der i nogle af gentagelserne er målt meget lave nitratkoncentrationer netop for disse to led. Fordi det ofte er flere af gentagelserne, hvor der måles lave nitratkoncentrationer, kan de ikke umiddelbart fjernes som outliers, men der er sandsynligvis problemer med målingerne i led 6-7 i forsøget ved Guldborg. Herudover er variationen mellem de målte nitratkoncentrationer stor mellem gentagelserne. Variationen er stor i de fleste år, og derfor regnes udvaskningsmålingerne fra Guldborg for relativt usikre.

TABEL 39. Markbalance, udvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer for forsøget ved Odder. Markbalancen er beregnet som tilført N med handelsgødning fratrukket eventuel kvælstof i halm ved fjernelse og kvælstof i kernen.

Odder	Tilført N, kg pr. ha	Markbalance, kg N pr. ha				Udvaskning, kg N pr. ha				Afstrømningsvægtet nitratkoncentration, mg nitrat-N pr. l			
		2017	2019	2020	2021	2017	2019	2020	2021	2017	2019	2020	2021
<i>2017-2021</i>													
1.	0	-79	-48	-34	-52	6	16	7	25	2	3	4	6
2.	50	-59	-36	-15	3	11	13	6	29	4	2	3	7
3.	100	-29	-10	-9	-12	17	24	6	31	6	4	3	8
4.	150	3	12	20	5	17	41	14	56	6	8	7	15
5.	200	40	41	59	33	22	33	17	87	7	6	8	23
6.	250	73	155	89	83	46	33	23	131	15	6	11	34
7.	300	128	134	129	123	55	47	25	208	19	9	12	54



FIGUR 29. Udbytte i høsten 2021 og kvælstofudvaskning for målesæsonen 2021/2022.

TABEL 40. Markbalance, udvaskning og afstrømningsvægtet nitratkoncentrationer for forsøget Guldborg. Leddene repræsenterer stigende mængder kvælstof, som er tilpasset afgrøden i det enkelte år. Markbalancen er beregnet som tilført kvælstof med handelsgødning fratrukket eventuel kvælstof i halm ved fjernelse og kvælstof i kernen.

Guldborg	Markbalance, kg N pr. ha					Udvaskning, kg N pr. ha					Afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer, mg nitrat-N pr. l				
	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021	2017	2018	2019	2020	2021
<i>2017-2021</i>															
1.	-48	-26	-57	-41	-45	13	13	26	24	54	3	7	8	19	23
2.	-28	-7	-14	-20	-26	10	10	16	15	39	2	5	5	12	17
3.	-6	9	11	3	2	16	16	48	27	63	4	9	16	22	27
4.	10	31	42	28	38	20	20	34	28	66	5	11	11	22	28
5.	29	64	75	57	83	28	28	87	38	104	7	15	28	30	44
6.	71	112	108	103	126	17	17	37	20	64	4	9	12	16	27
7.	107	155	150	152	172	19	19	66	31	76	5	11	21	25	32

Udvaskning ved anvendelse af husdyrgødning

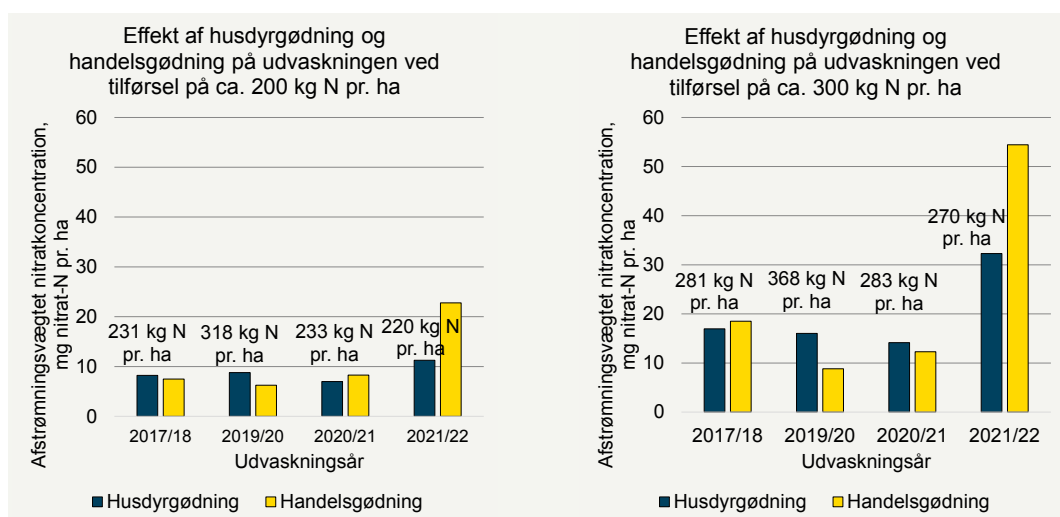
I udvaskningsforsøget ved Odder er der ud over stigende mængder kvælstof i handelsgødning også målt udbytte og udvaskning i fem forsøgsled gødet med svinegylle. I tre forsøgsled sigtes der mod en tildeling af 100 kg ammoniumkvælstof pr. ha og i to forsøgsled 150 kg ammoniumkvælstof pr. ha i svinegylle. Kvælstoftilførslen i disse forsøgsled er suppleret med 50 til 150 kg kvælstof pr. ha i handelsgødning. I 2021 blev der tilført mellem 170 og 280 kg ammoniumkvælstof med svinegylle og den supplerende handelsgødning, hvilket var markant højere end planlagt.

Kvælstofudvaskningen er vist i figur 30 for udvalgte tilførsler af kvælstof med husdyrgødning. Den samlede

mængde kvælstof tilført i de husdyrgødede led er vist i figuren.

Siden 2017 er der tilført husdyrgødning i de samme led, og tilførslen af husdyrgødning vil på længere sigt opbygge en pulje af organisk kvælstof, som potentielt kan øge udvaskningen.

Til venstre i figuren ses leddet, hvor der er tilstræbt en samlet kvælstoftildeling på 200 kg kvælstof pr. ha. Der er ikke stigende nitratkoncentrationer i løbet af de fire forsøgsår, og dermed ikke en øget udvaskning med tiden. I leddene, hvor der er tilstræbt en samlet mængde på 300 kg kvælstof pr. ha ses samme tendens. Der ses dog en meget høj udvaskning fra led både med handelsgød-



FIGUR 30. Udvaskning i forsøget ved Odder ved hhv. ca. 200 og 300 kg kvælstof tildelt med handels- og husdyrgødning. I 2019/2020 er nogle parceller overkørt i forbindelse med markarbejde og udvaskningen er derfor ikke vist.