

## **Totale kvælstofbalancer på landsplan**

### **Mark- og staldbalancer**

Arne Kyllingsbæk

Ved opstilling af totale kvælstofbalancer på landsplan for en årrække fås et overblik over udviklingen i omsætningen og overskuddet af kvælstof (N) i landbruget. N-overskuddet omfatter alle former for tab af N til omgivelserne, ændringer i "systemets" N-indhold samt fejl og usikkerheder i datagrundlaget for beregningerne (Kyllingsbæk 2003). Beregning af N-overskuddet giver imidlertid ingen oplysninger om den interne omsætning og tab af N i forbindelse med eksempelvis planteproduktionen og den animalske produktion. Ønskes en mere detaljeret indsigt i den interne omsætning af N i landbruget kan totalbalancen, herunder N-overskuddet splittes op på en stald- og markbalance, ligesom overskuddet kan fordeles på de respektive tabsposter. Opsplitning på en stald- og markbalance vil dog kræve beregninger/vurderinger af den interne omsætning af N, idet eksempelvis husdyrgødningen er en tilførselspost i markbalancen og udbyttet fra markbalancen i stor udstrækning er en tilførselspost i staldbalancen m.v., men rammerne er givet i form af den totale balance.

I det følgende er der givet en beskrivelse af resultater fra en opdeling af de totale N-balancer på landsplan for årene 1984, 1989 og årene 1995-2002 på mark- og staldbalancer, herunder opdeling af overskuddet på diverse tabskilder.

#### **Datagrundlag og beregningsmetoder**

Beregninger af den interne omsætning af kvælstof i landbruget omfatter bl.a. beregning af, hvor meget N der fjernes fra marken med afgrøderne og hvor stor en del heraf der sælges direkte som planteprodukter og hvor stor en del der anvendes til foder. Ligeledes kræves en opgørelse af f.eks. husdyrgødningens kvælstofindhold af lager, som er den mængde, der udbringes på marken.

Ved fastlæggelse af udbyttet af de forskellige afgrøder til beregning af, hvor meget N der fjernes fra marken med afgrøderne, er der taget udgangspunkt i data fra Landbrugsstatistikken.

Til de i statistikken angivne udbytter knytter sig en vis usikkerhed. For korn, bælgssæd, frø o.lign. svarer de angivne udbytter på landsplan formentligt ret godt til det faktiske udbytte, idet udbyttet af disse afgrøder kan gøres op med rimelig sikkerhed. For grovfoderafgrøderne er opgørelserne mere usikre. Dette gælder især udbyttet af græs og grønfoder, idet en stor del heraf afgræsses. Et andet problem, som også fortrinsvis er knyttet til grovfoderafgrøderne er, at der under konserveringen og opbevaringen sker et svind, således at høstudbyttet ikke svarer til mængden, der er til rådighed som foder.

På baggrund af drøftelser i en arbejdsgruppe vurderedes (Kyllingsbæk et al, 2000), at udbytte af visse grønfoderafgrøder i Landbrugsstatistikken er overvurderet ligesom der i forbindelse med konservering og opbevaring af fodermidler sker et svind. Hovedparten af svindet tilbageføres til marken. En mindre del af svindet skønnes at tabes ved fordampning af ammoniak og andre flygtige kvælstofforbindelser. Til beregning af kvælstofindholdet i de forskellige fodermidler er anvendt de samme procentiske indhold som ved opstillingen af de totale kvælstofbalancer. For en mere detaljeret beskrivelse henvises til Kyllingsbæk et al (2000).

## Resultater

I tabel 1 er der opstillet summariske mark- og staldbalancer for årene 1984, 1989 og årene 1995-2002, hvor N-overskuddet er fordelt på tabskilderne i henholdsvis mark og stald. Endvidere forekommer der en rest, som der ikke kan gøres rede for. I denne rest indgår også en evt. ændring i jordens N-puljer. I totalbalancerne er anvendt nettotilførslen fra atmosfæren, jf. Kyllingsbæk (2003), mens bruttotilførslen er anvendt ved opdelingen på en mark- staldbalance, idet mark- og staldbalancen betragtes som "adskilte/uafhængige" af hinanden, hvilket betyder at hele mængden af N tilført fra atmosfæren skal regnes som tilført til marken og tabet af N ved ammoniakfordampning skal regnes som en fraførsel/tab. Dette bevirker, at summen af mark og staldbalancen ikke er lig med totalbalancen for et givet år. Korrigeres for denne forskel er afvigelsen på N-overskuddet mellem totalbalancen og summen af mark og staldbalancen 0,3-1,5%.

Tabel 1. Mark- og staldbalancer for årene 1984, 1989 og 1995-2002

Tilført kvælstof	Markbalancer		1000 tons N	Tilført kvælstof	Staldbalancer		1000 tons N
	1000 tons N	Fraført kvælstof			1000 tons N	1000 tons N	
<b>1984</b>							
Handelsgødning	406	Korn- og frøafgrød.	175	Grovfoder	164	Animalske prod.	85
Husdyrgødning.*	263	Su.roer, kart. fabr.	11	Kraftfoder	261	Fodersvind	9
Tilførsel i øvrigt	109	Grovfoderafgrød.	170	Kemisk foder	10	Husdyrgød.ab lag.	263
<b>Overskud</b>			<b>421</b>	<b>Overskud</b>			<b>77</b>
I alt	778		778	I alt	434		434
		N-tab udbr.gød.mv.	63			N-tab, stald lager	51
		Udvaskning	311			N-tab, foderkons.	6
		Denitrifikation	51				
		Rest inkl. ændr.i jord	-4			Rest	20
<b>1989</b>							
Handelsgødning	371	Korn- og frøafgrød.	183	Grovfoder	144	Animalske prod.	89
Husdyrgødning	247	Su.roer, kart. fabr.	11	Kraftfoder	275	Fodersvind	7
Tilførsel i øvrigt	118	Grovfoderafgrød.	151	Kemisk foder	12	Husdyrgød.ab lag.	247
<b>Overskud</b>			<b>391</b>	<b>Overskud</b>			<b>87</b>
I alt	736		736	I alt	431		431
		N-tab udbr.gød.mv.	58			N-tab, stald lager	49
		Udvaskning	274			N-tab, foderkons.	8
		Denitrifikation	47				
		Rest inkl. ændr.i jord	12			Rest	30

\* Alt husdyrgødning udbragt på marken, dvs. der er ingen gårdbidrag

Tilført kvælstof	Markbalancer		1000 tons N	Tilført kvælstof	Staldbalancer		1000 tons N
	1000 tons N	Fraført kvælstof			1000 tons N	1000 tons N	
<b>1995</b>							
Handelsgødning	311	Korn- og frøafgrød.	166	Grovfoder	132	Animalske prod.	103
Husdyrgødning	231	Su.roer, kart. fabr.	11	Kraftfoder	297	Fodersvind	6
Tilførsel i øvrigt	106	Grovfoderafgrød.	140	Kemisk foder	9	Husdyrgød.ab lag.	231
<b>Overskud</b>			<b>331</b>	<b>Overskud</b>			<b>99</b>
I alt	647		647	I alt	438		438
		N-tab udbr.gød.mv.	48			N-tab, stald lager	42
		Udvaskning	235			N-tab, foderkons.	6
		Denitrifikation	43				
		Rest inkl. ændr.i jord	5			Rest	51
<b>1996</b>							
Handelsgødning	286	Korn- og frøafgrød.	162	Grovfoder	129	Animalske prod.	105
Husdyrgødning	233	Su.roer, kart. fabr.	11	Kraftfoder	295	Fodersvind	5
Tilførsel i øvrigt	105	Grovfoderafgrød.	132	Kemisk foder	7	Husdyrgød.ab lag.	233
<b>Overskud</b>			<b>319</b>	<b>Overskud</b>			<b>87</b>
I alt	624		624	I alt	430		430
		N-tab udbr.gød.mv.	46			N-tab, stald lager	42
		Udvaskning	219			N-tab, foderkons.	5
		Denitrifikation	42				
		Rest inkl. ændr.i jord	12			Rest	41
<b>1997</b>							
Handelsgødning	283	Korn- og frøafgrød.	170	Grovfoder	135	Animalske prod.	108
Husdyrgødning	231	Su.roer, kart. Fabr.	12	Kraftfoder	298	Fodersvind	6
Tilførsel i øvrigt	110	Grovfoderafgrød.	137	Kemisk foder	6	Husdyrgød.ab lag.	231
<b>Overskud</b>			<b>305</b>	<b>Overskud</b>			<b>95</b>
I alt	624		624	I alt	440		440
		N-tab udbr.gød.mv.	45			N-tab, stald lager	43
		Udvaskning	213			N-tab, foderkons.	4
		Denitrifikation	42				
		Rest inkl. ændr.i jord	5			Rest	48
<b>1998</b>							
Handelsgødning	278	Korn- og frøafgrød.	168	Grovfoder	138	Animalske prod.	111
Husdyrgødning	233	Su.roer, kart. fabr.	12	Kraftfoder	318	Fodersvind	5
Tilførsel i øvrigt	106	Grovfoderafgrød.	140	Kemisk foder	5	Husdyrgød.ab lag.	233
<b>Overskud</b>			<b>298</b>	<b>Overskud</b>			<b>112</b>
I alt	618		618	I alt	461		461
		N-tab udbr.gød.mv.	45			N-tab, stald lager	44
		Udvaskning	207			N-tab, foderkons.	4
		Denitrifikation	43				
		Rest inkl. ændr.i jord	2			Rest	65

Tilført kvælstof	Markbalancer		1000 tons N	Tilført kvælstof	Staldbalancer		1000 tons N
	1000 tons N	Fraført kvælstof			1000 tons N	1000 tons N	
<b>1999</b>							
Handelsgødning	257	Korn- og frøafgrød.	154	Grovfoder	131	Animalske prod.	110
Husdyrgødning	229	Su.roer, kart. fabr.	12	Kraftfoder	303	Fodersvind	5
Tilførsel i øvrigt	101	Grovfoderafgrød.	134	Kemisk foder	5	Husdyrgød.ab lag.	229
<b>Overskud</b>			<b>288</b>	<b>Overskud</b>			<b>95</b>
I alt	587		587	I alt	439		439
		N-tab udbr.gød.mv.	44			N-tab, stald lager	43
		Udvaskning	192			N-tab, foderkons.	2
		Denitrifikation	44				
		Rest inkl. ændr.i jord	9			Rest	50
<b>2000</b>							
Handelsgødning	246	Korn- og frøafgrød.	154	Grovfoder	134	Animalske prod.	111
Husdyrgødning	232	Su.roer, kart. fabr.	12	Kraftfoder	300	Fodersvind	5
Tilførsel i øvrigt	100	Grovfoderafgrød.	136	Kemisk foder	4	Husdyrgød.ab lag.	232
<b>Overskud</b>			<b>275</b>	<b>Overskud</b>			<b>90</b>
I alt	578		578	I alt	438		438
		N-tab udbr.gød.mv.	43			N-tab, stald lager	42
		Udvaskning	179			N-tab, foderkons.	3
		Denitrifikation	40				
		Rest inkl. ændr.i jord	13			Rest	46
<b>2001</b>							
Handelsgødning	229	Korn- og frøafgrød.	153	Grovfoder	130	Animalske prod.	114
Husdyrgødning	236	Su.roer, kart. Fabr.	11	Kraftfoder	295	Fodersvind	5
Tilførsel i øvrigt	98	Grovfoderafgrød.	132	Kemisk foder	4	Husdyrgød.ab lag.	236
<b>Overskud</b>			<b>266</b>	<b>Overskud</b>			<b>74</b>
I alt	562		562	I alt	429		429
		N-tab udbr.gød.mv.	42			N-tab, stald lager	42
		Udvaskning	174			N-tab, foderkons.	2
		Denitrifikation	40				
		Rest inkl. ændr.i jord	10			Rest	30
<b>2002</b>							
Handelsgødning	206	Korn- og frøafgrød.	144	Grovfoder	123	Animalske prod.	113
Husdyrgødning	234	Su.roer, kart. fabr.	12	Kraftfoder	295	Fodersvind	5
Tilførsel i øvrigt	97	Grovfoderafgrød.	132	Kemisk foder	4	Husdyrgød.ab lag.	234
<b>Overskud</b>			<b>248</b>	<b>Overskud</b>			<b>70</b>
I alt	537		537	I alt	422		422
		N-tab udbr.gød.mv.	39			N-tab, stald lager	42
		Udvaskning	168			N-tab, foderkons.	2
		Denitrifikation	39				
		Rest inkl. ændr.i jord	2			Rest	26

## Markbalancer

Sammenlignes N-tilførslen i markbalancen over tid, ses at tilførslen af N med handelsgødning er faldet væsentligt siden 1984, fra 406.000 tons til ca. 206.000 tons N i 2002. Tilførslen af husdyrgødning er faldet med ca. 30.000 tons N fra 263.000 tons til 234.000 tons i 2002, (Poulsen 2002). Faldet i tilførslen med handelsgødning har især fundet sted siden først i 1990'erne (Kyllingsbæk 2003). Faldet i tilførslen med husdyrgødning er sket fra midt i 1980'erne til midt i 1990'erne og har siden 1995 ligget på et ret konstant niveau omkring 233.000 tons N. Sammenlignet hermed er der kun sket forholdsvis små ændringer i tilførslen fra de øvrige kilder, Jf. Kyllingsbæk (2003).

Summeres de tre poster for fraførslen af N, tabel 1, ses at den totale fraførsel med afgrøderne var større i perioden fra midten af 1980'erne til sidst i 1990'erne end i de seneste år. I perioden fra midt i 1980'erne til sidst i 1990'erne var den samlede fraførsel således de fleste år af størrelsesordenen 320.000 –340.000 tons N, mens fraførslen de seneste år har været omkring 300.000 tons N pr. år. Fraførslen med korn og frø til udsæd har stort set været af samme størrelse i hele perioden, mens fraførslen med bælgæd og industrifrø er væsentlig mindre i dag end tidligere. For bælgæd og industrifrø har fraførslen de seneste år kun været 1/3 af fraførslen i perioden fra midt i 1980'erne til først i 1990'erne, da fraførslen med disse afgrøder var størst.

Den samlede fraførsel med grovfoderafgrøderne er også faldet. Af tabel 1 fremgår at fraførslen med grovfoderafgrøder i 1984 var 170.000 tons N, i 1989 151.000 tons og har siden 1995 ligget mellem 132.000 –140.000 tons N. Nedgangen skyldes en drastisk nedgang i dyrkning af foderroer. Fraførslen med foderroer inklusive roetop er således faldet med omkring 30.000 tons N siden midt i 1980'erne og udgør i dag kun 1/10 af fraførslen i 1984.

Sammenlignes N-overskuddet fra år til år, tabel 1, ses at overskuddet er faldet fra 421.000 tons N i 1984 til 248.000 tons N pr. år i 2002. Reduktionen i overskuddet har især fundet sted fra først i 1990'erne. Siden da er overskuddet faldet med ca. 150.000 tons N. Faldet i overskuddets i markbalancen skyldes især en bedre udnyttelse af husdyrgødningen og dermed mindre behov for handelsgødning.

Med reduktionen i overskuddet er der, som det måtte forventes, også sket et fald i tabsposterne som især kommer til udtryk ved et fald i udvaskningen fra 311.000 tons N i 1984 til 168.000 tons N i 2002 (Børgesen og Grant, 2003). Kvælstoftabet i forbindelse med udbringning af gødning m.v. er næsten halveret med et fald fra 63.000 tons N i 1984 til 39.000 tons N i 2002 (Mikkelsen og Gyldenkerne, 2003). Det kraftige fald er især en følge af at ammoniakfordampning under og efter udbringningen af husdyrgødningen er reduceret fra 35.000-40.000 tons N i sidste halvdel af 80'erne til ca. 24.000 tons N pr. år i dag, er ikke vist i tabellen.

Tabet ved denitrifikation i marken er beregnet med en empirisk model (Vinther, 2003). Tabet ved denitrifikation, tabel 1, er beregnet til 51.000 tons N i 1984, 47.000 tons i 1989 og siden 1995 beregnet til godt 40.000 tons N pr. år.

Vurderet ud fra resultater fra målinger af kvælstofindholdet i jordprøver fra KVADRATNETTET, over en 10-års periode fra 1986 til 1997 (Heidmann og Søgaard, 2002), er der ikke sikre holdepunkter for at jordens indhold af kvælstof på landsplan er ændret i den betragtede periode. En eventuel ændring i jorden N-indhold indgår derfor ikke i fordelingen af overskuddet på tabskilder som en særskilt post, men indgår i størrelsen Rest.

Ud over usikkerheder og fejl på beregningerne er posten Rest naturligvis også afhængig af, hvor godt størrelsen af de estimerede tabsposter er i overensstemmelse med de faktiske tab. Det ses, at "Resten" er på -4.000 tons N i 1984 og varierende fra 2.000 til 13.000 tons for de øvrige år. Den ensidige positive rest for de fleste år tyder på, at den interne omsætning af N mellem mark- og stalddriften ikke er estimeret helt korrekt.

### **Staldbalancer**

I overensstemmelse med at udbyttet af grovfoderafgrøderne er faldet, som nævnt under markbalancen, ses at tilførslen af N med grovfoder er faldet. Af tabel 1 fremgår, at tilførslen af N med grovfoder er faldet fra 164.000 tons N i 1984, 146.000 tons i 1989 og til et lavere niveau i perioden 1995 – 2002, hvor tilførslen har varieret mellem 138.000 tons og 123.000 tons. Årsagen til at fraførslen af N med grovfoderafgrøder i markbalancen er større end tilførslen af N med grovfoder i staldbalancen er at der fraføres N ved direkte salg af eksempelvis lucernemel og græspiller mv. Tilførslen af N med kraftfoder, der omfatter korn og oliekgær mv., er steget fra ca. 261.000 tons N i 1984 til 275.000 i 1989 og har fra 1995 til 2002 ligget på et højere niveau, omkring 300.000 tons N pr. år. I 1998 var tilførslen med kraftfoder forholdsvis høj, 318.000 N tons. Tilførslen med grovfoder var ligeledes forholdsvis høj dette år, tabel 1. Tilførslen med betegnelsen kemisk foder dækker over kvælstof anvendt til halmludning og urea anvendt til foder. Faldet i tilførslen af N med grovfoder og stigningen ved tilførslen med kraftfoder afspejler ændringen i husdyrholdet med et fald i kvægholdet og en ret stor stigning i svine- og fjerkræholdet især fra først i halvfemserne.

Fraførslen med den animalske produktion er steget fra 85.000 tons N i 1984; til 89.000 tons i 1989 og i perioden 1995 – 2002 stigende fra 103.000 tons i 1995 til 113.000 tons N i 2002. Med hensyn til ændringen i fraførslen af N med husdyrgødningen henvises til omtalen ovenfor af tilførslen med husdyrgødningen i markbalancen, da fraførslen i staldbalancen svarer til tilførslen i markbalancen. Det skal bemærkes at til trods for en stigende animalske produktion er dyrenes udskillelse af N i husdyrgødningen faldet, hvilket skyldes forbedret foderudnyttelse.

Kvælstofoverskuddet i staldbalancen ses at være steget fra 77.000 tons i 1984 til 112.000 tons i 1998 og derefter faldet til ca. 70.000 tons N i 2002. Da en stigning i produktionen, andre forhold lige, vil medføre et stigende overskud og dermed et stigende tab, kunne det forventes at overskuddet også var fortsat med at stige efter 1998. Forklaringen på at overskuddet er faldet, trods stigningen i produktionen, må formodes at skyldes en bedre foderudnyttelse.

Tabet af kvælstof ved ammoniakfordampning og denitrifikation fra husdyrgødningen i stald og lager er ikke ændret nævneværdigt. I 1984 var tabet 51.000 tons N, i 1989 49.000 tons og i perioden 1995-2002 varierende fra 42.000 - 44.000 tons N.

Ændringen af Posten Rest ses at have samme forløb som ændringen i overskuddet. Resten ses således, tabel 1, at være steget fra 20.000 tons pr. år i 1984 til 65.000 tons i 1998 og derefter igen faldet til 26.000 tons i 2002.

Som nævnt under omtalen af posten Rest i markbalancen, omfatter posten fejl og usikkerheder, men er også afhængig af, hvor godt størrelsen af tabsposterne er i overensstemmelse med de faktiske tab. I modsætning til resten i markbalancen ses at resten her i staldbalancen i alle årene er positiv. Dette bekræfter, at den interne omsætning af N mellem mark- og stalddriften ikke er estimeret helt korrekt.

Det største problem med en korrekt estimering af den interne omsætning mellem mark- og stalddriften er givetvis udbyttet af grovfoderafgrøderne. Et for højt udbytte vil eksempelvis medføre at fraførslen i markbalancen bliver for høj og tilførslen i staldbalancen som foder tilsvarende for høj. Andre forhold lige vil det medføre at N-overskuddet og resten i markbalancen bliver for lav og tilsvarende for høj staldbalancen.

## Referencer

Børgesen, C.D. og Grant, R. 2003. Vandmiljøplan II – modelberegning kvælstofudvaskning på landsplan, 1984-2002. Baggrundsnotat til Vandmiljøplan II – slutevaluering, Danmarks JordbrugsForskning og DanmarksMiljøundersøgelser, december 2003.

Heidmann, T. og Søgaard, K. 2002. Ændring i jordens kvælstofindhold. Internt notat, Danmarks JordbrugsForskning, november 2002.

Kyllingsbæk, A. 2000. Kvælstofbalancer og kvælstofoverskud i dansk landbrug 1979 – 1999. DJF rapport Nr. 36, Markbrug, Danmarks JordbrugsForskning.

Kyllingsbæk A., Børgesen, C.D., Andersen, J.M., Poulsen, H.D., Børsting, C.F., Vinther, F.P., Heidmann, T., Jørgensen V., Simmelsgaard, S.E., Nielsen, J., Christensen, B.T., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G. 2000. Kvælstofbalancer i dansk landbrug – Mark og staldbalancer. Fælles rapport fra DJF og DMU. Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.

Kyllingsbæk, A. 2003. Totale Kvælstofbalancer på landsplan. Baggrundsnotat til Vandmiljøplan II – slutevaluering, Danmarks JordbrugsForskning, december 2003.

Mikkelsen M.H. og Gyldenkærne S. 2003. Fremskrivning af landbrugets emissioner af drivhusgasser fra 2003 til 2012. Notat, DMU september 2003.

Poulsen, H.D. 2002. Beregning af N og P i husdyrgødning fra 1985 til 2000. Internet notat, Danmarks JordbrugsForskning, juni 2002.

Vinther, F.P. 2003. Pers. Medd.