

Landbruket som forurensningskilde

Av Bengt Rognerud.

Bengt Rognerud er forsker ved Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.

Forurensninger fra landbruket skiller en vanligvis i punktvis og diffuse forurensninger. Som punktforurensninger regner en tilførsler fra anlegg på gården, silo, lutingsanlegg, gjødsellager og mjølke-rom. Diffuse forurensninger kommer fra arealer.

Det er egentlig ikke noe skarpt skille mellom disse gruppene. Enkelte stoffer representerer en punktforurensning fra anlegg på gården og de inngår i den diffuse forurensningen etter spredning på eller i jorda. De diffuse forurensningene er i betydelig grad påvirket av naturgitte forhold. De representerer den største utfordring både med hensyn til forskning og utforming av aktuelle tiltak for å begrense forurensningene fra landbruket.

Bakgrunn.

Forurensningssituasjonen i landbruket er i sterk grad preget av den utviklingen som har funnet sted. Dette gjelder både bruken av arealene og geografisk forskyvning av husdyrproduksjonen. Jordbruket i Norge har et meget beskjedent omfang. Jordbruksarealet utgjør 2,78% av landets arealer eller 2.21 daa pr. innbygger regnet etter utvalgstilling for jordbruket pr. 20. juni 1978 og folketallet pr. 1. januar 1979.

Karakteristisk for utviklingen er endringer i bruksstrukturen, sterkere fôring og høyere produksjon pr. ku og en utvidelse

av åpenåkerarealet. Konsekvensene er i de fleste tilfelle at forurensningene øker. Kostnadsutviklingen og arbeidssituasjonen innen landbruket har også virket i samme retning.

I en vurdering av hele forurensningssituasjonen er det nødvendig å se på både punktkildene og de diffuse forurensningene. Virkningen av forurensninger fra disse to kildene er forskjellig. De diffuse forurensningene føres til vassdraget i perioder med intens avrenning, mens tilførselen fra punktforurensninger er mer uavhengig av avrenningssituasjonen.

I arbeidet videre framover er det nødvendig å finne ut hvilke forurensninger fra landbruket det er mulig å redusere med en rimelig økonomisk innsats. Det er også viktig å bli klar over på hvilke felt en har små muligheter for å redusere forurensningene sjøl om en satser store beløp. Når en skal vurdere forurensningene fra landbruket er det viktig å få fram et mer nyansert bilde av forurensningssituasjonen. Det har lite for seg å fortsette diskusjonen om hvor store de midlere tapene av fosfor og nitrogen er regnet i mengde pr. arealenhet.

Utviklingen innen jordbruket.

Arealbruken har endret seg vesentlig i løpet av de siste 30 år. Tabell 1. Hovedtrekkene er at åkerarealet har økt med

1,34 mill. dekar (75%) fra 1949 til 1977 i de 7 fylkene på Østlandet. I Trøndelag er økningen i samme periode ca. 210 000 dekar (55%). Åkerarealet har økt mest i Østfold, Akershus, Hedmark, Buskerud, Vestfold og Nord-Trøndelag. Arealet av eng og beite er redusert i alle fylker un-

tatt Rogaland der det er en økning av eng- og beitearealet på nærmere 40%. Åkerarealet i dette fylket er redusert med knapt 8 000 dekar fra 1949 til 1977. Dette indikerer en betydelig økning av husdyrholdet.

Tabell 1. Bruken av jordbruksarealet i Norge.
Etter Statistisk Sentralbyrå.

Arealbruk	År	Areal i 1 000 dekar			1978 % av 1949
		1949	—59	—69	
Åker og hage	2,701	3,479	3,667	4,159	154
Eng og beite	7,755	6,823	6,196	4,846	62

Hovedtendensen for landet som helhet er den sterke økningen av areal med åpen åker. Økt kornproduksjon betyr planter med kortere voksetid enn gras og dermed lengere perioder både vår og høst uten opptak av vann og næringsstoffer. Mulighetene for økt tap av næringsstoffer øker.

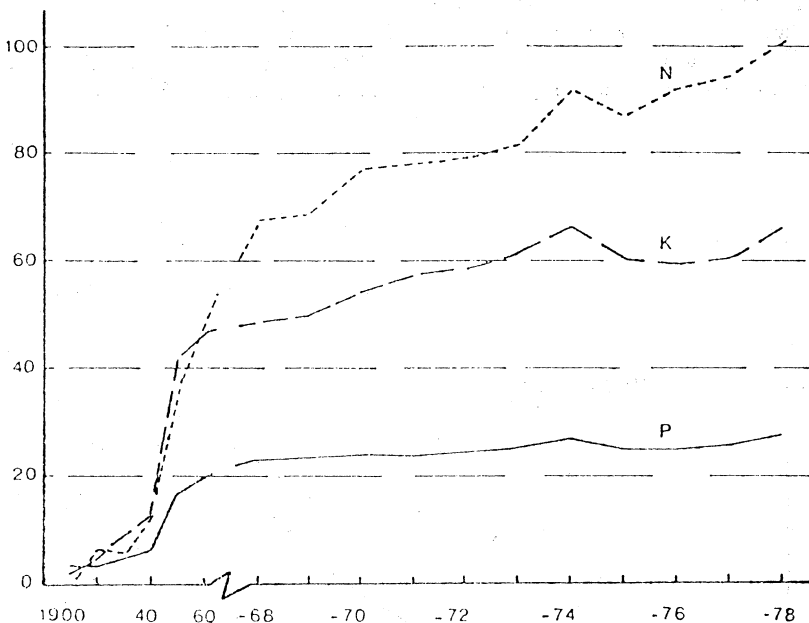
Bruken av handelsgjødsel ser ut til å ha stabilisert seg noe i de senere år. Det brukes ca. 25 000 tonn fosfor, ca. 65 000 tonn kalium og ca. 100 000 tonn nitrogen årlig. Bruken av nitrogen har økt noe også i 70-åra. Utviklingen i dette hundreåret går fram av figur 1. Økningen for alle tre gjødselslag var størst i en periode etter den andre verdenskrigen.

Forbruket av handelsgjødsel i Norge i 1977—78 var 11,3 kg N, 3,1 kg P og 7,5 kg K regnet pr. dekar jordbruksareal (1). Dette er moderate tilførsler sett i forhold til de avlinger som høstes. Mengdene av naturgjødsel er noe usikre da de bygger på beregninger Sorteberg har beregnet gjødselmengdene i inneførringsperio-

den i 1969 til å utgjøre 9.561.000 tonn mens Tveitnes (8) beregnet de tilsvarende mengdene i 1975 til å være 8.650 000 tonn. Gjødselmengden totalt er redusert, men mengdene pr. mjølkeku har økt. Tveitnes har beregnet mengdene til å være ca. 989 100 tonn tørrstoff (TS), 47 000 tonn N, 10 000 tonn P og 32 000 tonn K i inneførringsperioden i 1975. Fordelt på jordbruksarealet utgjør dette ca. 5,2 kg N pr. daa, 1,1 kg P pr. daa og 3,6 kg K pr. daa. Naturgjødsla er etter hvert blitt konsentrert til færre eiendommer og tildels til spesielle distrikt som i Rogaland. En kan ikke regne samme verdi på N i naturgjødsel som i handelsgjødsel. Likevel er det grunn til å anta at det i forbindelse med husdyrhold kan bli overdosering av gjødsel på arealene. I så fall vil dette over noe tid kunne føre til økt forurensning.

Gjødsla fra melkeku utgjør ca. halvparten av den beregnede husdyrgjødselmengden. Lokaliseringen av mjølkeproduksjonen vil derfor ha interesse i forurensningssammenheng.

1000 tonn, N, P og K



Figur 1. Forbruket av handelsgjødsel i Norge.

Vatning må også nevnes som en vesentlig faktor i den utviklingen som har funnet sted i bruken av arealene. Vatnet areal er mer enn tredoblet i løpet av 70-åra og en regnet med at ca. 8% av jordbruksarealet kan vatnes. Utviklingen har vært sterkest på Østlandet som nå regnes å ha ca. 70% av vatningsarealet. Vatning fører til en intensivert planteproduksjon og har en positiv virkning på diffuse forurensninger. Interessen for vatning er fortsatt stor og det er grunn til å vente en fortsatt økning av areal som kan vatnes. Det er nødvendig å ta denne faktor med i den fremtidige vurdering av diffuse forurensninger.

Husdyrhold.

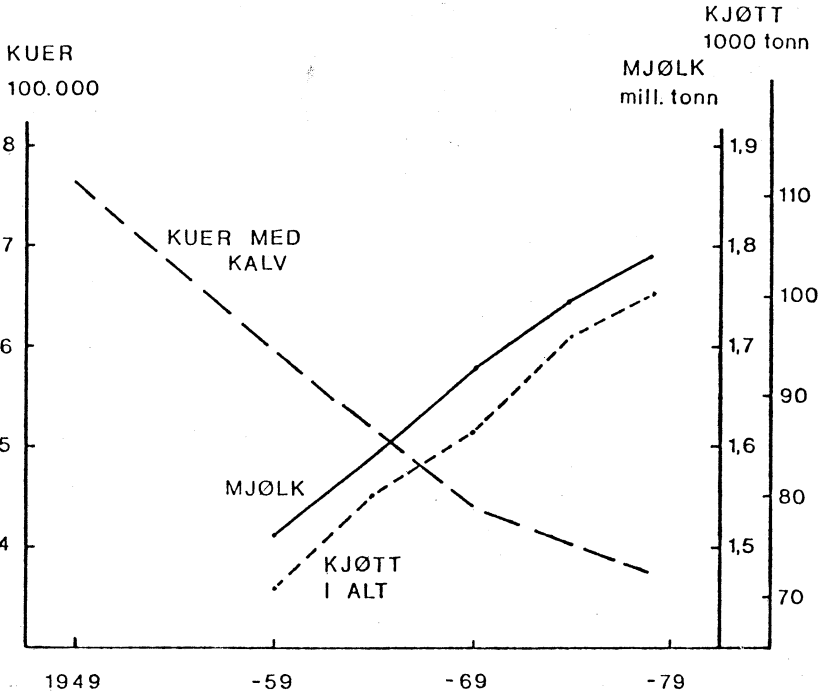
Antall kuer med kalv er gått tilbake fra ca. 769 000 i 1949 til ca. 375 000 i 1978. Dette er en reduksjon på ca. 394 000 eller i middel ca. 13 600 pr. år. De syv fylkene på Østlandet hadde i 1978 bare 1/3 av kutallet i 1949. Rogaland er det eneste fylke som har hatt en økning i antall kuer med kalv siden 1949. Det har her vært en jevn økning fra ca. 64 000 til ca. 68 000 tilsvarende knapt 6% i perioden.

Mjølkeproduksjonen har i henhold til tall fra Budsjettnemnda for jordbruket økt fra ca. 1480 mill. kg i 1949 til 1790 mill. kg i 1978. Sett i forhold til reduksjonen

i kutallet viser dette en meget sterk økning i produksjonen pr. ku. Den totale kjøttproduksjonen har økt med ca. 30 000 tonn de siste 20 år.

Antall hester er i samme periode for

hele landet redusert til 10% av antallet i 1949. Svin har i løpet av de nevnte 29 år økt med ca. 280 000, mens antallet av sau og geit har holdt seg temmelig konstant i perioden (1949—78).



Figur 2. Endring i antall kuer med kalv og produksjonen av mjølk og kjøtt fram til 1978.

Hovedtendensen i husdyrforingen er at andelen av beite og tørt stråfôr har gått tilbake fra 20% i perioden 1949—52 til 17% i perioden 1974—76.

Kraftforbruket har økt fra ca. 600 000 tonn i 1949 til anslagsvis 1500 000 tonn i 1978. Kraftfôrets andel i totalfôret har økt fra 21% til 45% i perioden.

Samtidig har andelen av saftig fôr økt fra ca. 7 til 23%. Andelen av saftig fôr nærmer seg nå 30% av inneôret (3). Ved siden av den sterke stigningen en har fått i produksjonen pr. dyreenhet, har en også på grunn av endret fôring fått blautgjødsel med de problem den medfører.

Punktforurensninger.

Legging av silo har økt betydelig. Ferdig masse var i 1973 anslått til 4 mill. m³ mens det er regnet med at det i 1979 er lagt ned fôr som tilsvarer nærmere 6 mill. m³ ferdig masse.

Det største forurensningsproblemet fra silo er lett nedbrytbart organisk stoff, sjøl om dette utgjør bare noen få prosent av de mengdene en har i husdyrgjødsel. I 1979 regner en et innhold i pressaft på ca. 46 000 tonn org. stoff, ca. 2 000 tonn N og ca. 575 tonn P. Dette er i forholdet 80 (org. stoff): 3,5 (N): 1 (P). Org. stoff i forhold til N og P i silopressaft er langt høyere enn i husdyrgjødsel.

Etter at en i 1973 fikk forskrifter vedrørende pressaft fra silo, er problemet betydelig redusert. At det fortsatt kommer uønsket pressaft til vassdragene, skyldes i hovedsak rent tekniske problemer og tildels sviktende motivering hos enkelte brukere. En kjenner stort sett til hvordan handteringen av pressaft bør foregå og det er neppe store gevinster i forskningen på dette felt.

Luting av halm har vært et stort problem i mange vassdrag. For 10—15 år siden ble det våtlutet 80—90.000 tonn tørr halm pr. år, mens mengden i 1977/78 var noe over 30 000 tonn. Største delen er lutet i fellesanlegg som etterhvert er eller blir nedlagt.

Med luting av ca. 90 000 tonn tørr halm pr. år, regnes det med at skyllevannet inneholder ca. 2 340 tonn org. stoff, ca. 1 870 tonn NaOH og ca. 23 tonn N. I og med at våtluting nå er meget sterkt redusert, er de nevnte stofftilførslene tilsvarende redusert.

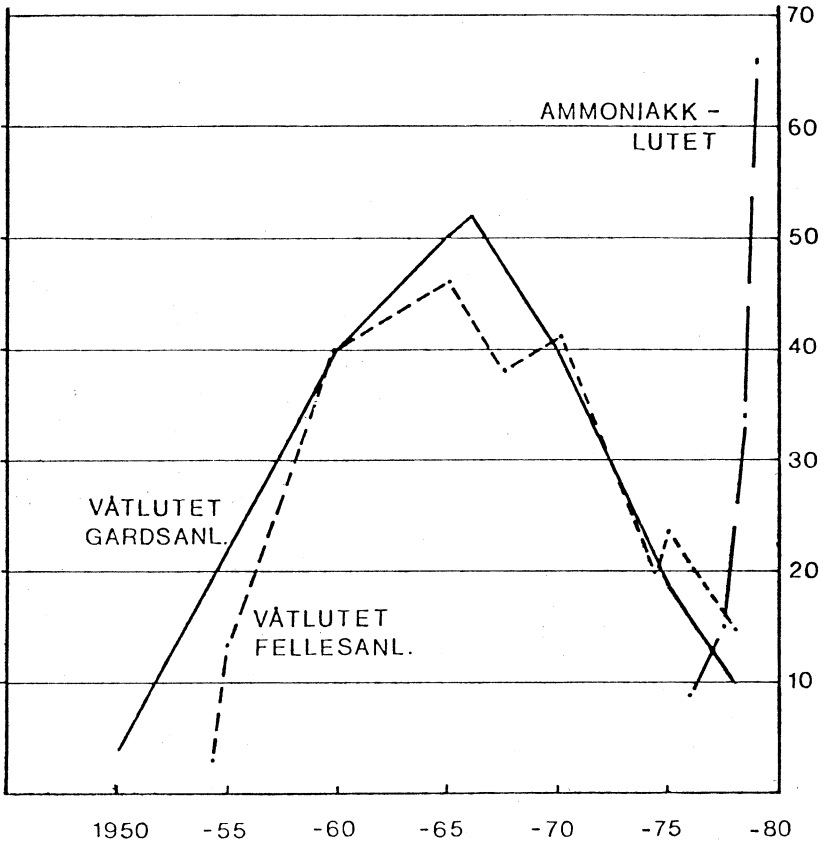
Halm representerer en betydelig ressurs og det er fra et forurensningssynspunkt positivt at ammoniakmetoden nå er i

sterk framgang. Det er en økning fra ca. 9 000 tonn tørrhalm i 1976/77 til ca. 32 000 tonn i 1978/79 og nærmere 70 000 tonn siste år. Fig. 3. Det er derfor grunn til å regne med at avløpsvann fra lutingsanlegg ikke blir noe stort problem i forurensningen av våre vassdrag i tida framover.

Lager for husdyrgjødsel er betraktet som en vesentlig forurensningskilde. Forskningen på dette felt har vist at det alt vesentlige tapet skjer via gjødselporter og at sprekker i golv og vegger tettes igjen når de har moderate dimensjoner. Hovedsaken vedrørende gjødsellager er at en i henhold til forskriftene fra 1977 krever større og tette lagre. Det er mange eksempler på at tetting av gjødselporter gir større gjødselmengde ved at tapet reduseres. Restriksjoner på vinterspredning virker i samme retning. Lagringshøyden i lageret øker og tetting av port i gjødsellageret gir enda bløtere gjødsel. Trykket mot veggen øker vesentlig og eldre bygninger tåler ikke dette. Oppgavene synes å ligge i å øke lagerkapasiteten og i å forsterke veggene i lageret. Direkte forbindelse fra gjødsellager eller kjellerport til avløpssystem må unngås.

Avløp fra mjølkerom representerer en fosforbelastning som vesentlig skyldes vaskemidler. Overgang til fosfatfattige vaskemidler vil gi en direkte reduksjon i mengden tilført fosfor. Dette må imidlertid ikke gå ut over renholdet av anlegg og utstyr som brukes i mjølkehandteringen. Det vaskemidlet som har vært brukt før, inneholdt 9,6% P. I enkelte distrikter er det prøvd å veksele med MIsyre vaskemiddel og et fosfatfattig vaskemiddel, 2,5% P. Fra 1. januar 1980 er det P-fattige vaskemiddelet tatt i bruk over hele landet og det er regnet med at

TØRR HALM
1000 tonn



Figur 3. Mengder av våtlutet og ammoniakklutet halm regnet i 1000 tonn tørr halm.

P-tilførslene blir redusert til 14% av det en hadde før. Lundekvam (7) har i mjølkeromsavløp funnet 0,57 kg P pr. ku og år der det brukes vaskemiddel med høyt P-innhold. Regner en 375 000 kuer, ville P i vaskemidlet utgjøre 187,5 tonn på landsbasis. Med overgang til ny vaskemetode og riktig dosering, vil mjølke-

romsavløp bli sterkt redusert og utgjøre en beskjeden forurensningsbelastning.

Diffuse forurensninger.

Hovedoppgaven i forurensningssammenheng slik den fortoner seg i dag, ligger i stofftapet fra arealer. Her dreier det seg om langt større stoffmengder og

langt vanskeligere oppgaver enn ved mer direkte og punktvis tilførsler fra jordbruket.

Stofftap fra arealer

Stofftransporten på og i jorda er i hovedsaken besørget av vann og andre transportmekanismer er av liten betydning. Diffuse tilførsler til vassdragene kan derfor sies å være påvirket av primært følgende forhold:

- Vannomsetning på arealene
- Temperatur
- Avrenningsforhold
- Jordart
- Produksjon og drift.

Vannomsetningen eller vannbalansen på feltet har vesentlig betydning da overskudd av vann betyr transportmulighet for stoffer. Stor nedbør i forhold til aktuell evapotranspirasjon eller aktuelt vannforbruk fra vegetasjonen, er uheldig. Hvilke stofftap en får og i hvilken grad de skjer, avhenger også av flere forhold. Vannomsetningen i denne sammenheng går primært på overskuddsvann, men vannhusholdningen i jorda i vekstperioden betyr også mye for utnyttelsen av tilført gjødsel. Regulering av vanntilgangen ved hjelp av vatningsanlegg, har gitt bedre utnyttelse av tilførte næringsstoffer. Dette er dokumentert i en serie forsøk i de nordiske land.

Temperaturen virker inn på flere måter. Den har betydning for mineralisering av organisk materiale og omsetningen av stoffer i jorda. Dessuten virker temperaturen via teledannelse direkte inn på avløpsforholdene. Det er lite en kan gjøre for å endre temperaturen, men en må ta hensyn til den ved bl.a. vurdering av aktuelle tiltak mot diffuse tilførsler.

Avrenningsforholdene er av vesentlig betydning da det er en klar forskjell mellom flate arealer og arealer med mer og mindre sterkt fall mot vassdrag. Bratte jorder har større og mer intens overflateavrenning enn flate arealer. Flater ut mot vassdrag demper virkningen av bratt terreng lenger borte.

I Danmark anses ikke fosfor fra arealer for å være noe stort problem og dette skyldes bl.a. at arealene er flate og at intens overflateavrenning sjelden eller aldri forekommer. Overflateavrenning gir større tap av fosfor og mindre tap av nitrogen enn sigevannsavrenning.

Jordarten er vesentlig i vurderingen og særlig viktig er tekstur, djup og ev. lagdeling av profilet. Arealer med høyt innhold av finmateriale (kolloidmateriale) og organisk materiale har betydelige reserver av N og P, men det er også mulighet for binding av P og redusert tap av N. I djupere profil synes denitrifikasjonen å kunne ha betydning for N-tapet. Hvor mye det betyr, er lite undersøkt, men det er et spørsmål av vesentlig interesse for bl.a. stofftilførsler til grunnvann. Det har også betydning at jord med større innhold av finpartikler har større vannkapasitet og dermed har et større reguleringsmagasin for vann.

Produksjonen på arealene må det legges stor vekt på. Det er klart positivt å ha et permanent plantedekke som tar opp næringsstoffer og vann i så stor del av vekstperioden som mulig. Mineraliseringen og nitrifikasjonen går sin gang så lenge temperaturforholdene tilsier det. Et areal uten plantedekke vil derfor etter hvert få betydelige mengder nitrat som lett vaskes ned. Kornproduksjon er i så måte uheldig da jorda ligger åpen for tap av stoffer i lengre tid.

Driftsmåten har stor betydning for de diffuse forurensningene. Jordarbeiding og gjødslingstidspunkt virker inn og gjødselmengden i kunstgjødsel, naturgjødsel og slam må tilpasses vekstenes behov. Det er også viktig at vatning og sprøyting utføres forskriftsmessig.

Stoffer av interesse.

I løpet av de siste 10 år er det utført en rekke undersøkelser for å få bedre kjennskap til hva gårdsbruk og arealer knyttet til disse representerer av forurensningstilførsler (6), (7), (9).

Undersøkelsene er utført delvis i feltlysimetre for å studere prosesser og delvis i fullskala i mindre nedbørfelt.

Fosfor har vært i søkelyset i lengre tid på grunn av den betydning det har for bl.a. vekst av alger i vassdragene. Fosfor er dessuten en ressurs som det er grunn til å økonomisere med for å få de fosforforekomstene i verden som har lavt innhold av tungmetaller til å vare så lenge som mulig.

Fosfor som er løst i vannet, kan også transporteres ned til drens-systemet under bestemte forhold. Mest utsatt for dette er en når sigevannet følger store poresystem, sprekker, rot- og markkanaler. Langsom strømning i fine porer gir bedre mulighet for binding av fosfor.

I forbindelse med jorderosjon og partikkeltransport, skjer det betydelig tap av fosfor. Effekten av dette fosforet i vassdragene er ofte lågere enn av løst fosfor og det er derfor av interesse å vite i hvilken form fosforet forekommer.

Innholdet av fosfor i jord varierer innen vide grenser, avhengig av bl.a. mengden av kolloidmateriale i jorda. Under danske forhold nevnes at P i ulike forbindelser utgjør ca. 100 kg/daa. I de samme jord-

arter regner en med at det i pløyselaget kan bindes ytterligere 100—3 000 kg P/daa sjøl om jorda fra før har et normalt fosforinnhold (2).

Fosforet forekommer delvis løst, men er i hovedsak bundet til jordpartikler. Tilførslene kommer i første rekke fra handelsgjødsel (ca. 25 000 tonn), for husdyrgjødsel (ca. 10 000) og silopressaft (ca. 575 tonn). Den prosentiske fordelingen for disse tre tilførslene er henholdsvis 70, 28 og 2. Sjøl tilførslene fra handelsgjødsel er beskjeden i forhold til de mengdene som finnes i jorda fra før. Fra arealene transporteres fosforet for størstedelen på jordoverflata. Det kan være bundet til jord- og gjødselpartikler eller det kan være løst i vannet. Noe transport forekommer også gjennom makroporesystemet i jordprofilen som løst fosfor eller som bundet til finmateriale som når fram til drens-systemene.

Nitrogenet forekommer i ulike forbindelser i organisk materiale og det er meget store reserver av N i jorda. Eksempelvis angis fra dansk forsøksfelt (2) 300—600 kg N/daa og norsk forsøksfelt (9) 600—800 kg N/daa. Mineraliseringen av organisk materiale foregår mer eller mindre kontinuerlig, avhengig av bl.a. temperaturforholdene. Nitrifikasjonen foregår også så snart forholdene ligger til rette for det. Da omdanningen av NH_4 og NH_3 til NO_2 og NO_3 foregår i jorda og da nitrat ikke bindes til jordpartiklene, får en utvasking av nitrat med sigevannet. En kan også ha transport av N ved overflateavrenning, men den vesentligste delen transporteres med sigevannet til drens-system eller videre nedover i profilen. Ved reduserende forhold i djupere jordlag, får en denitrifikasjon og tap av N i gassform til atmosfæren. De kvalitative forhold ved denne prosessen er godt be-

lyst, men det er lite undersøkt hvilke N-mengder det er som tapes denne vegen.

Det foreligger en rekke prøver av grunnvann i de nordiske land der innholdet av N er betenkelig høyt ut fra en helsemessig vurdering. Samtidig opplyses det i en dansk melding (4) at ca. 90% av grunnvannet i Danmark er nitratfritt. Dette må skyldes en geokjemisk nitrat-reduksjon i djupere jordlag (5). Dette indikerer at bildet er mer nyansert enn det som regel framstilles som. Særlig med tanke på ev. tiltak mot tap av N er det ønskelig å kunne angi størrelsesorden av denitrifikasjonen og å kunne avgrense i grove trekk de områder der denitrifikasjonsprosessen har betydning. Prosessen er ikke avhengig bare av de kjemiske forholdene i profilet, men også av bl.a. hydrologiske forhold.

Flere undersøkelser viser at nitrat tapes utover høsten og før vekstperioden om

våren. Uhlen (9) har i sine undersøkelser i de fleste tilfelle høyere konsentrasjoner av næringsstoffer i avløpsvannet fra arealer uten planter (brakk) selv om det her ikke ble tilført gjødselstoffer. Store nitratmengder er dannet i løpet av sommeren fra mineraliseringsprosessen i jorda.

I Danmark har en prøvd å så til arealene etter høsting av korn for å ha et plantedekke som kan ta vare på nitrogenet utover høsten. Materialet er frest inn i jorda i desember/januar med tanke på at nitrogenet kan komme til nytte i neste vekstperiode. Lengre nord har slike tiltak mindre generell interesse da vekseforholdene er betydelig dårligere utover høsten.

Undersøkelser fra Danmark (Askov) er tatt med for å vise tapet av $\text{NO}_3\text{-N}$ i forhold til avrenning og gjødsling (4) i korn.

Tabell 2. *Utvasking av $\text{NO}_3\text{-N}$ ved ulik gjødsling og avrenning i drens-systemet.*

År	Avrenning mm	Utvasking av $\text{NO}_3\text{-N}$, kg. ha ⁻¹			
		0 N	1 N	2 N	3 N
1973/74	148	12,8	14,3	16,1	17,6
1974/75	249	15,1	17,1	20,9	31,1
1975/76	6	2,0	0,9	0,4	0,1
1976/77	98	3,4	4,9	5,6	15,4
1977/78	207	16,2	18,6	21,3	37,7

1 N = 55 kg·ha⁻¹

Størst avling de fleste år er oppnådd med 2 N (110 kg·ha⁻¹)

Organisk stoff har vært særlig problematisk i forbindelse med silopressaft og skyllevann fra lutingsanlegg. Disse avløpene ble for en del år siden ført direkte til elver og bekker. Det meget lett omsettbare organiske stoffet førte i mange til-

felle til sterkt redusert oksygeninnhold i vannet og i verste fall til oksygenfritt vann. Dette ga lett synlige virkninger i form av fiskedød, men var også skadelig for dyr nedover i næringskjeden. Organisk materiale kommer også fra andre kilder og

da særlig husdyrgjødsel. Tilførselen til vassdragene er for gjødselas vedkommende mere indirekte via arealer og virkningene er ikke så momentante. Dette skyldes bl.a. at det organiske materialet i gjødsla ikke er så lett omsettbar og at en får tilførselene i forbindelse med snøsmelting eller sterk nedbør. Høy vassføring i vassdraget demper virkningene (fortynnings-effekt).

Bruken av biocider er relativt stabil og ligger på knapt 1 500 tonn aktivt stoff pr. år (1976—78). Landbruksdepartementets giftnemnd som godkjenner nye preparater, følger en meget restriktiv linje. Det er grunn til å regne med at forskriftsmessig bruk av midlene ikke representerer noen fare. Uforsvarlig vask av utstyr og kassering av restkvanta kan lokalt gi forurensning. Det kan være grunn til å følge opp den virkningen de aktive stoffene kan ha på mennesker og dyr på lengere sikt, sjøl om en regner med at de konsentrasjoner som brukes i dag er uskadelige

Tungmetaller representerer en betydelig forurensning av miljøet. I ordinær jordbruksdrift er tungmetaller ikke noe stort problem, men de har kommet sterkt i søkelyset i forbindelse med bruken av slam fra renseverk. I handelsgjødsel forekommer det tungmetaller i konsentrasjoner som for enkelte stoffer kan være høyere enn det som er ønskelig fra et gjødslingssynspunkt. Den fosforgjødsla som blir brukt i Norge har hittil hatt

moderate konsentrasjoner av tungmetaller. Det kan imidlertid være grunn til å følge med i utviklingen på dette felt for å se hva de aktuelle mengdene kan bety for konsentrasjonen i jorda og for opptaket i planter på lengere sikt.

Et forhold til som også har stor interesse, er faren for spredning av patogene organismer. Denne kommer inn først og fremst i forbindelse med husdyrgjødsel og visse typer slam og i noen grad ved bruk av avløpsvann til vatning av jord- og hagebruksvekster.

Jordbruket har lang erfaring med håndtering av husdyrgjødsla, men endret gjødselkonsistens og nye spredemetoder har ført til større risiko for spredning av patogener i en del tilfelle. Spørsmål om patogene organismer i husdyrgjødsla er mest akutt der en har konsentrert husdyrhold og må spre gjødsla på eng og beite. Stoffenes kretsløp kan da bli for kort, d.v.s. at de kommer tilbake i føret i løpet av meget kort tid. Patogene organismer er det mest aktuelt å følge opp i forbindelse med bruken av slam fra renseverk og bruk av forurenset vann til vatning av vekster som tildels spises rå. Aerosoldannelse under spredning av kloakkvann er undersøkt i flere land, men visstnok ikke under nordiske klimaforhold. Disse meget små vanndråpene som inneholder patogener i en eller annen form kan føre til spredning over betydelige avstander (flere hundre meter).

LITTERATUR

1. Forbruket av handelsgjødsel. (Utarbeidet av Norske Felleskjøp). K. K. Heje Lom-mehåndbok 1980.
2. Hansen, L. og E. Frimodt Pedersen 1976. Drænvandsundersøgelser 1971. 74. Tidsskrift for planteavl. 79: 670—686.

3. *Homb, T.* 1979. Kraftfôret i husdyrproduksjonen. Korn er liv. Statens kornforretning, s. 231—301.
4. *Kjellerup, V. og A. Dam Koefoed* 1979. Kvælstofgjødslings indflydelse på drænvandets indhold af plantenæringsstoffer. Tidsskrift for planteavl, 83: 330—348.
5. *Lind, A.-M. og M. Brink Pedersen* 1976. Nitrate reduction in the subsoil. III Nitrate reduction experiments with subsoil samples. Tidsskrift for planteavl, 80: 100—106.
6. *Lundekvam, H.* 1977. Kjemisk kvalitet i avrenningsvatn frå jordbruksområde i Norge. Diffuse vannforurensninger, Norforsk. Miljøvårdsekretariatet .Publikasjon 1977: 2. s. 207—220.
7. *Lundekvam, H.* 1979: Prosjekt Husdyrgjødsel og avlaup frå driftsbygningar (Førebels rapport). Stensiltrykk nr. 8/79. Institutt for hydroteknikk, NLH. 63 s.
8. *Tveitnes, S.* 1978. Husdyrgjødsel, en problematisk ressurs. Manus til foredrag ved etterutdanningskurs, NLH, Sem i Asker.
9. *Uhlen, G.* 1978. Nutrient leaching and surface runoff in field lysimetres on a cultivated soil. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole, Vol. 57 nr. 27: 1—26, nr. 28: 1—23, nr. 29: 1—22.