

Gjødsling av eng.

I. Spesielle forhold sammenliknet med åpenåkerjødsling:

Vanligvis flere arter i blanding

Flerårig bestand, gjødsling på overflata, ikke nedmolding

- Tap av N i gassform (gjødsl. m. blautgj., land (tvag))
- Konsentrering av P i øvre sjikt (som kan være tørket ut), utpining på P i djupere sjikt.
- Kort-og langsiktig virkning av gjødsling.

Gjødsling etter bruksmåten, denne endrer plantebestanden og dette påvirker gjødslinga.

Timotei tåler mindre intensiv høsting enn f. eks. hundegras og ensvingel, som ved intensiv høsting gir mer igjen for N-gjødsla enn timotei.

Ung eng gir mer igjen for gjødsla enn eldre eng.

Lang vekstsesong, opptak (bl.a. av N) utover høsten.

N-fiksering hos engbelgvekster.

II. Nitrogengjødsling.

‘Viktigste’ næringsstoff, og det som oftest er i underskudd i forhold til behovet.

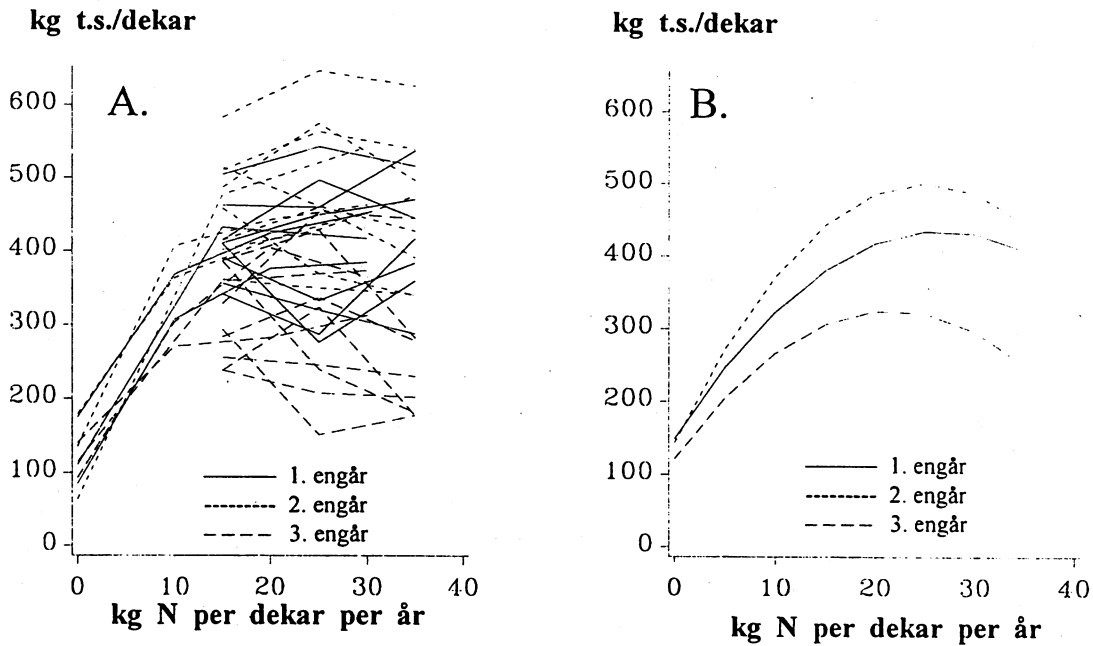
Nitrogenets funksjon i plantene:

- Utgjør 16% av planteprotein
- Inngår i klorofyll og nukleinsyrer
- Bestanddel i alle enzym og co-enzym
- Tas opp gjennom røttene som NO_3 eller NH_4

<u>Nitrogen i jorda:</u>	<u>% av total</u>	<u>Omsetningstid</u>
Uorganisk (NH_4^+ og NO_3^-)	1	2-3 mnd
Mikroorganismer	4	dager-mnd
Organisk stoff	95	mnd -150 år
lett omsettelig materiale	10	2 mnd - 2 år
beskyttet materiale	35	25 - 50 år
humus (grunnsubstans)	50	100 - 1000 år

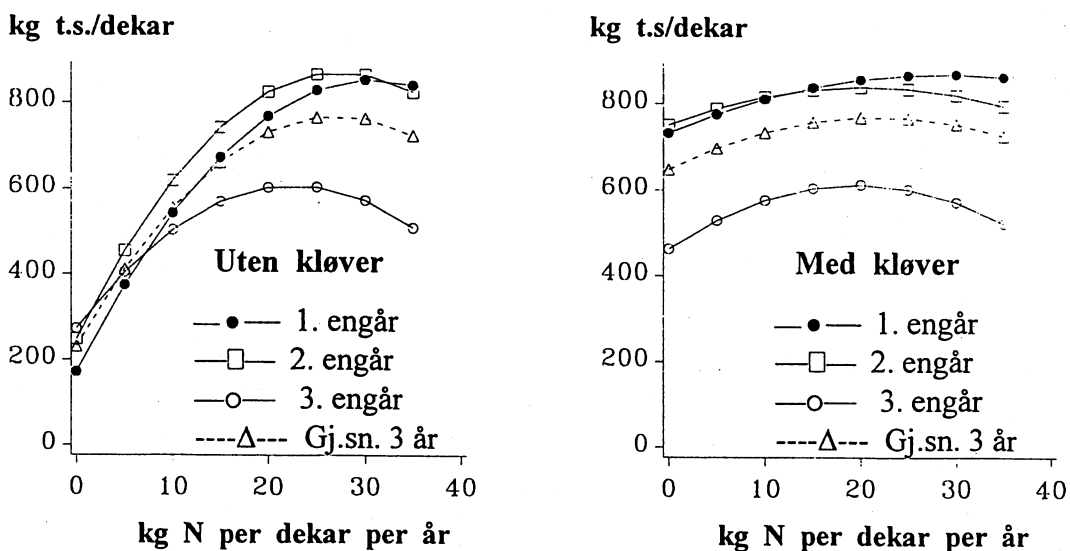
A. Virkning på avlinga

Figur 1A viser avling ved første slått omkring begynnende skyting av timotei i forsøk med stigende årlig N-tilførsel til timotei/engsvingel-eng på Sør-Østlandet. Forsøkene ble utført i årene fra 1967 til 1984, og resultatene viser stor variasjon i avlingsnivå og utslag for N både mellom forsøksfelter, forsøksår og engår. Av kurvene for andre grads regresjon av tørrstoffavling ved første slått mht. årlig N-gjødsling, som viser gjennomsnitt for 11 felter (figur 1B), går det fram at avlingsnivået var høgest i andre engår, mens optimal N-gjødsling, dvs. N-mengden som gav maksimal avling, var høgest første året. Både avlingsnivået generelt, utslaget for N-tilførsel og optimal N-mengde var lågest det tredje engåret. en store variasjonen i avlingsnivå og utslag for N-tilførsel skyldes, foruten måle- og andre forsøksfeil, variasjon i været mellom de ulike år i forsøksperioden og, trolig i mindre grad, variasjon i klima mellom forsøksstedene. Variasjonen i jordbunnsforhold mellom forsøksstedene, og samspillet mellom jord og værforhold er også viktig. Ved å «generalisere» avlingskurvene for de enkelte forsøksår, kan en fjerne noe av variasjonen som skyldes jord



Figur 1. Tørrstoffavling pr. dekar ved stigende årlig N-mengde ved første høsting av timotei/engsvingel uten kløver i 1. - 3. engår på 11 forsøksfelter på Sør-Østlandet.

og værforhold og således oppnå en sikrere angivelse av avlingsnivå og utslag av gjødsling. Ved denne generaliseringen ble det brukt en enkel vekstmodeller der engas vekst og produksjon gjennom vekstperiodne ble beregnet ut fra vær- og jordfaktorer, stråling, temperatur og vanninnhold i jorda. På denne måten ble resultatene fra ulike forsøkssteder og -år «transformert» til ens forhold mht. de nevnte faktorene, slik at de skulle ha minimal effekt på forsøksresultatene. Virkningen av en slik generalisering, som innebærer at avlingsnivået blir «transformert» til normale værforhold, i dette tilfellet midlere klima i Ås for perioden 1970 - 93 går fram av figur 2. De generaliserte avlingene var noe lågere enn middelavlingene i forsøkene, bl. a. fordi årene 1975 og 1976, som utmerket seg med tørr sommer og høst og derfor svært dårlig gjenvekst, ikke var representert i forsøkene.



Figur 2. Estimert årsavling ved stigende N-tilførsel i timotei/engsvingeleng uten og med innblanding av rødkløver i Ås, middel for perioden 1970-93 (Baadshaug et al. 1996).

Figur 2 omfatter også resultater for timotei/engsvingel *med kløver*, som var en del av disse forsøkene. Ved optimal gjødsling var avlingsnivået om lag likt for de to engtypene, men avlinga ved låg N-tilgang var klart høyest og utslaget for N-tilførsel var minst i kløverenga. For gras-eng var, liksom ved 1. slått (figur 1), også total årsavling jevnt over noe større andre engåret enn første, men forskjellen var her forholdsvis liten. De største N-mengdene virket negativt fra andre engår og særlig i det tredje året.

Optimal N-mengde, dvs. N-mengden som gir maksimal avling, var for total avling i 3 engår 27 kg og 22 kg pr. dekar for hhv. timotei/engsvingel uten og med kløver (tabell 1). Når en vurderer på denne måten blir altså forskjellen mellom engtypene relativt liten. Men for kløver-enga er utbyttet av de siste N-trinn opp mot optimal mengde svært liten, og neppe tilstrekkelig til å betale den ekstra gjødselkostnaden. Om prisen pr. kg N er 3 ganger prisen på høsta tørrstoff, vil grensen for lønnsom meravling være 3 kg tørrstoff pr ekstra kg N. «Økonomisk optimal» optimal N-mengde etter denne definisjon blir i dette tilfellet for 3 engår hhv. 25 og 16 kg N pr. dekar for timotei/engsvingel uten og med kløver (tabell 1).

Tabell 1. N-mengde ved maksimal avling og «økonomisk optimal» N-mengde, kg pr. dekar pr. år. (Baadshaug et al. 1996)

Engår	Timotei/engsvingel		Timotei/engsvingel/rødkløver	
	Maksimum	Øk. optimum	Maksimum	Øk. optimum
1.	31	25	29	20
2.	27	26	21	13
3.	23	20	20	16
1.-3.	27	25	22	16

Muligheten for innsparing av om lag 10 kg N ved å ta med rødkløver i engblandinga er i samsvar med erfaringen fra andre forsøk (Grønnerød 1992) og går f. eks. fram av tabellen nedenfor som viser resultater fra 8 forsøk på Sør-Østlandet i 1967-69 (tabell 2):

Tabell 2. Forsøk på Østlandet med stigende N-tilførsel til grasblandinger uten og med rødkløver. Avling og avlingsutslag (i parentes) i kg tørrstoff pr. dekar (Grønnerød 1970).

Kg N/dekar	Første engåret		Andre engåret	
	Med kløver	Utan	Med kløver	Utan
15,5	912	820	923	855
24,8	1 014 (+102)	919 (+99)	1 026 (+103)	980 (+125)
34,1	1 028 (+14)	1 035 (+116)	999 (-27)	1 021 (+41)

Disse resultatene kan gjelde for eng på flatbygdene på Østlandet som høstes 3 ganger og ellers i Sør-Norge der dette er aktuell høstingspraksis.

Optimal N-mengde vil imidlertid variere med antall høstinger som det er mulig å ta, dvs. med lengden av veksttida. I forsøkene ovenfor var alle de årlige N-mengdene likt fordelt

mellom slåttene, med ca. 47, 32 og 21 prosent gitt hhv. om våren og etter første og andre slått. Denne fordelingen er noenlunde proporsjonal med fordelingen av avlingen på de tre slåttene. Om denne fordelingen er noenlunde riktig i forhold til N-behovet gjennom sesongen, skulle en fra resultatene ovenfor kunne avlede optimal årlig N-mengde også der kortere veksttid og/eller driftsmessige forhold medfører færre høstinger. En optimal N-mengde på 25 kg pr. dekar ved 3 slåtter pr år vil, med den nevnte fordelingen, tilsvare ca. 20 kg N pr dekar ved to høstinger og ca. 12 kg når det tas bare en høsting i året.

Dette samsvarer med resultater fra forsøk i områder med kort veksttid (figur 3) og *en høsting* i sesongen, der optimal N-mengde til eng med bare gras kan ligge på ca. 10 kg pr. dekar (XVI, XIX), eller litt høyere (10 - 15 kg, XVIII). (XVI, 38 felter Nord-Norge, XVIII, 39 felter i Nordland og XIX, 95 felter i Troms og Finnmark)

Forsøk der det er høstet *to ganger* (figur 3) tyder på en optimal N-mengde på noe over 20 kg pr dekar på Vestlandet (I, 7 felt og III, 37 felter på Vestlandet og i Vest-Agder) og Østlandet (II, 44 felter i Hedmark og Oppland), ca 20 kg i Trøndelag (XIII (10 felt), XIV (21 felt) og XV (31 felt)).

Andre forsøksreier enn den som er referert i figur 1 og 2 med *3 høstinger* bekrefter 25-30 kg pr dekar som optimal N-mengde til gras-eng på Sør-Østlandet (IV, 8 felt, delvis med i resultatene foran, figur 1 og 2) og i Hedmark og Oppland (VI, 8 felt) og i Trøndelag (XIII, 10 felt), over 30 kg på Hellerud (VIII ett 3-årig felt) og Sør-Østlandet (IX, 12 felt og X, 24 felt). Det ble registrert overraskende lite utslag for N-mengder over ca. 15 kg på Vestlandet og i Vest-Agder (III, 37 felt) og det var praktisk talt ikke noe utslag av N-gjødsling i Hedmark og Oppland (VI, 8 felter), men her gjaldt det eng med høgt kløverinnhold. I forsøkene i Trøndelag (XIII, 10 felt) var det relativt liten avlingsøkning for N-mengder ut over ca. 20 kg.

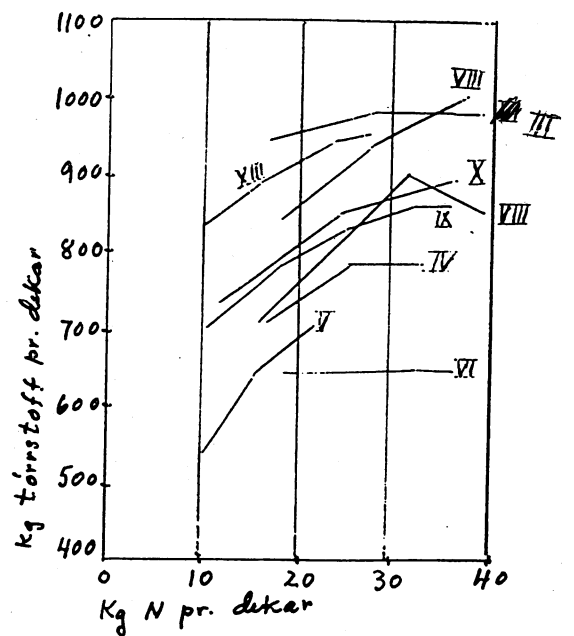
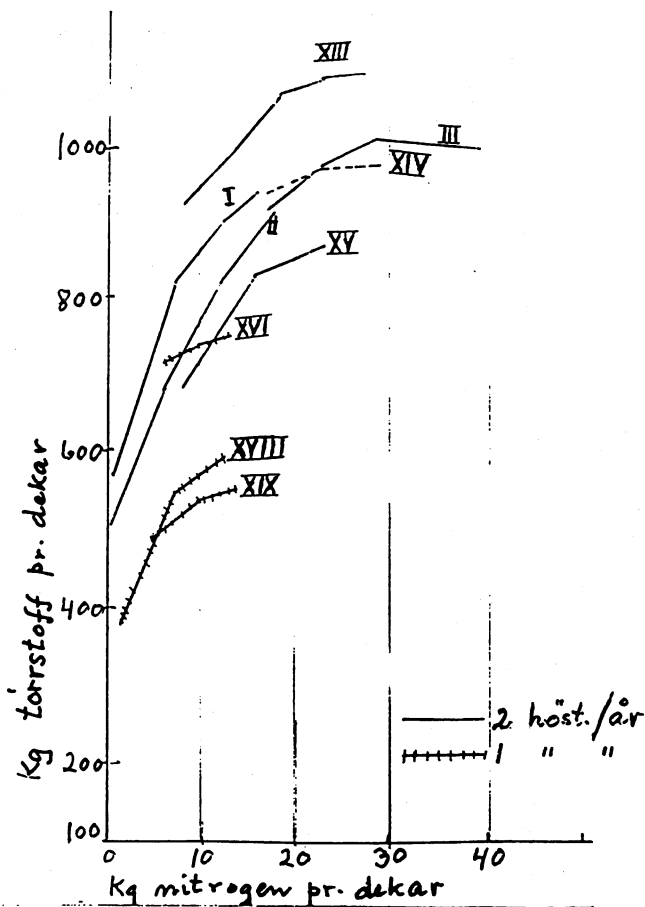
I områder med ekstra leng veksttid og/eller ved særlig intensiv høsting kan avlingsutslaget fortsette til et svært høgt N-nivå. I et to-årig forsøk i engsvingel på Særheim fant en således avlingsøkning helt opp til 40 kg N, særlig når det ble høstet 5 ganger (figur 5). På Apelsvoll var det avlingsøkning for økning for øket N-tilførsel opp til 37 kg pr. dekar ved 4-5 høstinger av timotei-eng.

Foruten lengden av *veksttida* og *høsteintensiten* er en lang rekke faktorer som bestemmer virkningen av N-tilførsel på avlinga:

Botanisk sammensetning. . Virkningen av *kløverinnhold* er vist ovenfor. Ingebrigtsen (1959) fant at avlingsøkningen for å tilføre 12,6 kg N gikk ned med 2.8 kg høy pr dekar pr. prosentenhets økning i kløverinnholdet.

Ulike grasarter har forskjellig evne til å utnytte store N-mengder. Således vil f. eks. bladfaks vanligvis gi mer igjen for sterk N-gjødsling enn timotei. Også mer 'intensive' arter, som f.eks. engsvingel og hundegras kan utnytte N bedre enn timotei, i hvert fall ved optimal høsteintensitet for disse artene. Dette går fram av figur 5, som også viser samspillet mellom grasart og høstetall mht. utnytting av nitrogen. Virkningen av høsteintensiteten på N-behovet for maksimal vekst varierer altså mellom grasartene og er altså avhengig av artsammensetningen av grasbestanden.

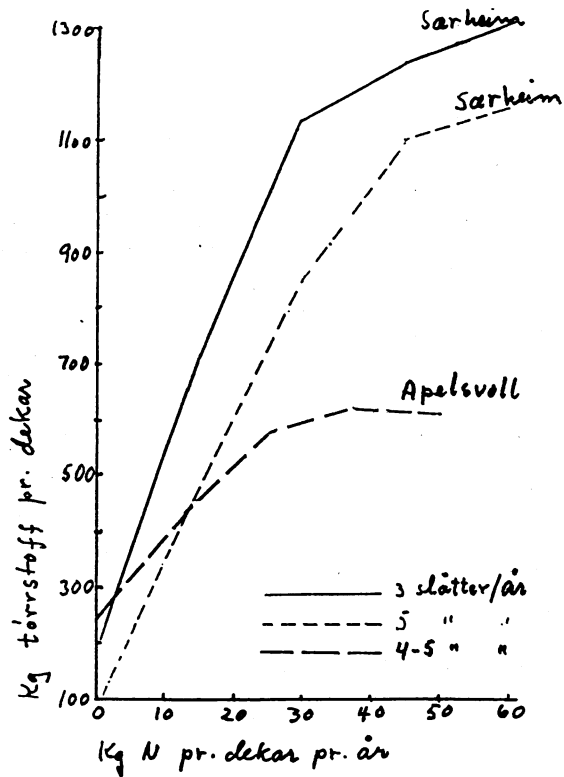
Alderen på plantestanden er viktig. At utslaget for N-tilførsel og optimal mengde går ned med med årene (figur 1 og 2) skyldes at engplantenes konstitusjon og dermed overvintrings-



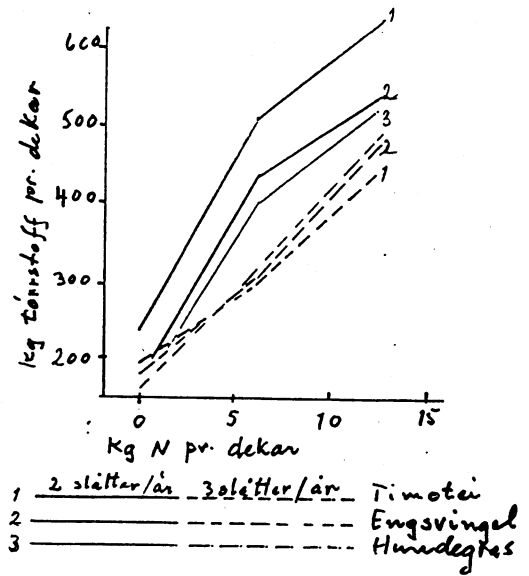
TØRRSTOFFAVLING VED STIGENDE NITROGENMENGDE TIL ENG SOM ER SLÅTT 3 GÅNGER PR. SESEONG.

Figur 3. Virkning av stigende N-gjødsling på avling av tørrstoff i slåtteeng i forskjellige undersøkelser.

Nr.	Kilde	Forsøkssted/område	Felt-tall	Varighet av hvert felt
I	Tveitnes (1967)	Vestlandet	7	3 år
II	Hernes (1958)	Hedmark, Oppland	44	2 "
III	Håland (1974 a)	Vestlandet, Vest-Agder	37	2-3 år
IV	Grønnerød (1971)	Sør-Østlandet	8	3 "
V	Grønnerød (1970a)	"	3	3 "
VI	Skaare (1972)	Hedmark, Oppland	8	3 "
VII	Stabbetorp (1974)	Øsaker	1	3 "
VIII	Ørud (upubl.)	Hellerud	1	3 "
IX	Uhlen (1972)	Sør-Østlandet	12	3 "
X	Bærug (1975)	Sør-Østlandet	24	2-3 "
XI	Pestalozzi (1974c)	Særheim	1	2 "
XII	Uverud (1967)	Apelsvoll	1	3 "
XIII	Tranmæl (1973 b)	Trøndelag	10	3 "
XIV	Tranmæl (1972)	"	21	2-3 "
XV	Foss (1971)	"	31	2-3 "
XVI	Valberg & Bø (1972)	Nord-Norge	8	1-4 "
XVII	Volden (upubl.)	Nordland	8	3 "
XVIII	Volden (1974)	"	39	2 "
XIX	Andersen & Schjelderup (1973)	Troms, Finnmark	95	1 "



Figur 4. Virkning av N-mengde på tørrstoffavlinga ved varierende høstefrekvens.



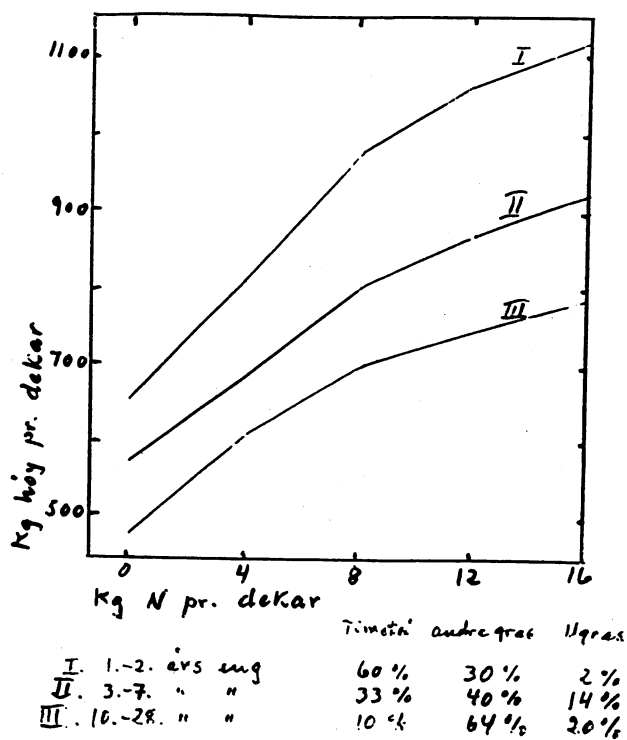
Figur 5. Stigende N-mengder til forskjellige grasarter ved ulik høstefrekvens.

evne og varighet blir redusert ved sterk N-gjødsling. Når enga blir eldre skjer ellers ofte innvandring av naturlig forekommende gras, som har mindre evne til å utnytte N enn timotei, engsvingel og andre dyrka arter. Naturlig eng og eldre eng gir derfor mindre igjen for N-tilførsel enn timoteieng. Dette går f. eks. fram av resultatene fra en forsøksserie på Vestlandet med 1.-2. års eng (61 prosent timotei, 29 prosent andre gras) 3.-7. års eng (hhv. 33 og 40 prosent) og 10.-28. års (10 og 64 prosent) eng som er vist i figur 6.

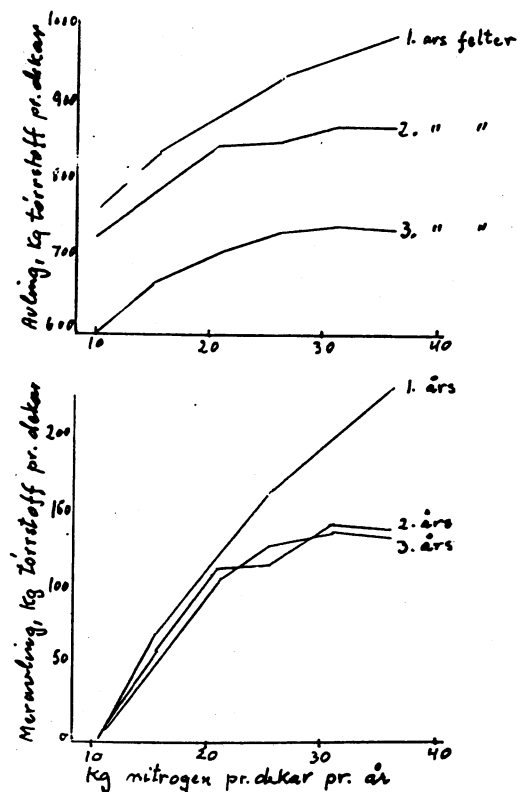
Maksimal utnytting av nitrogenet er avhengig av at vekstforholdene ellers er gunstige. Foruten vanntilgangen er det viktig med god tilførsel av andre næringsstoffer, særlig av fosfor og kalium, og at pH er tilstrekkelig høg. Samspillet mellom disse faktorene og nitrogen, f.eks. at utslaget for N-gjødsling er større ved god fosfortilgang eller optimal pH enn når fosfor- og kalktilstanden er mindre god, er vist i mange forsøk.

B. Virkning på plantebestanden

Gjenvækst, voksemåte, konstitusjon. Tilført i moderate mengder vil nitrogenet ha positiv langtidseffekt på plantenes konstitusjon og varighet ved å stimulere generell vekstkraft, rotutvikling og reserveoppbygging. Sterk N-gjødsling har imidlertid negativ effekt ved å presse fram vegetativ vekst, skudd- og bladdanning, på bekostning av rotutvikling og reservelagring i stengelbasis, stoloner og rhizomer. Redusert eller negativ effekt av sterk N-gjødsling ut gjennom forsøksårene, som det finnes mange eksempler på (figur 1 og 2), er et resultat av dette. På Sør-Østlandet fant Uhlen (1972) således avlingsøkning første forsøksåret opp til 36 kg N pr dekar, men bare til 20 kg N andre og tredje året. Samme tendens ble påvist bl.a. i forsøk på Jæren (Håland 1974a, Pestalozzi 1974c) og i Nordland (Volden 1970).



Figur 6. Utslag av N-gjødsel til eng av ulik alder (Tveitnes 1967).

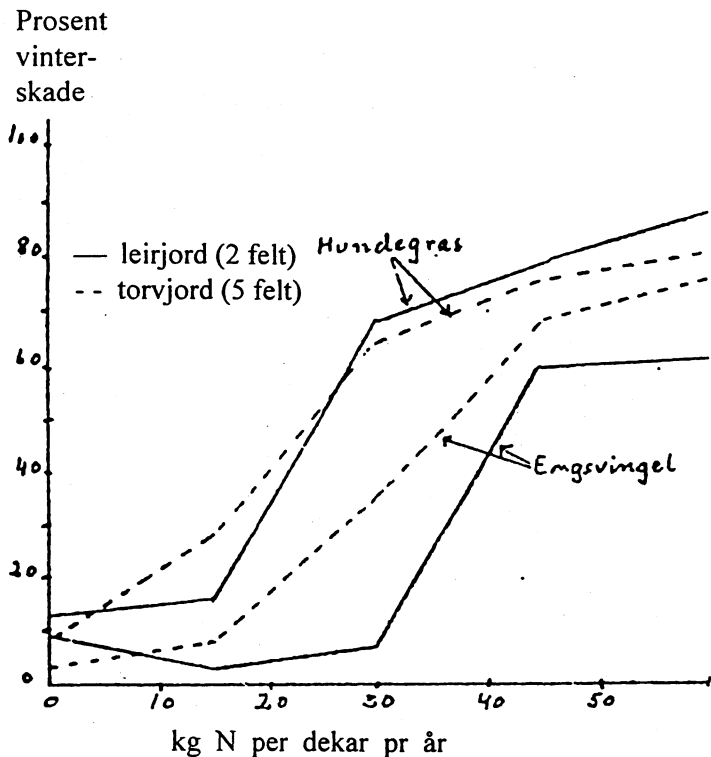


Figur 7. Stigende N-mengder, avling og merutvinning i 3 forsøksår på Sør-Østlandet (Uhlen 1972)

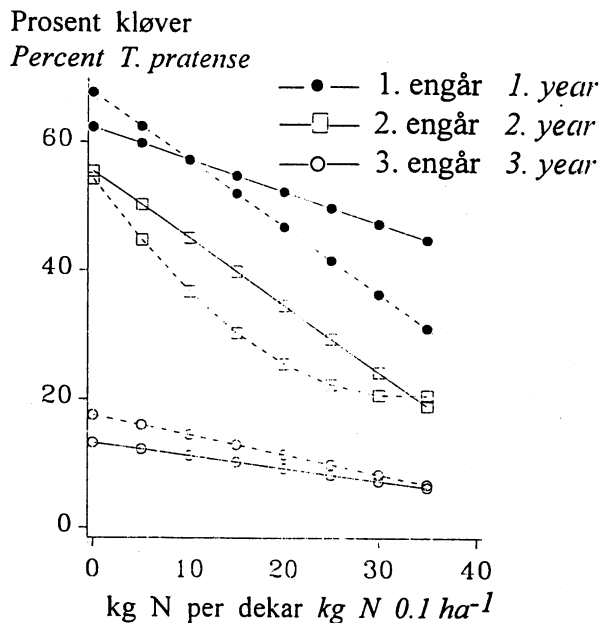
Negativ *ettervirkning* av sterk N-gjødsling er klart påvist i forsøk der dette er spesielt undersøkt ved at alle forsøksledd er gjødslet likt med sikte på avlingsbestemmelse året etter forsøksavslutning (Håland, Pestalozzi l.c.).

Overvintring. Den negative virkningen på plantebestanden av sterk N-gjødsling kan bli særlig tydelig ved sein tilførsel om høsten og når det er vanskelig *overvintring*. At sterk N-gjødsling kan svekke overvintringsevnen er vist bl.a. i forsøk med italiensk raigras på Jæren (Austvoll 1974) og i engsvingel og hundegras i Finland (figur 8, Huokuna 1971). Det virker særlig uheldig med sterk gjødsling seint i sesongen, og mye av skaden kan unngås ved å utelate eller redusere gjødslinga til siste slått.

Botanisk sammensetning. N-gjødsling vil forskyve forholdet mellom gras og kløver i ei blandingseng i favør av graset. Effekten er sterkest ved sein høsting. I forsøk med kløverrik eng (>50 pst. kløver) i Hedmark og Oppland ble kløverinnholdet redusert til det halve eller mindre ved økning av N-mengden fra 0 til 15 (Hernes 1958). Det ble her høstet relativt seint, og bare to ganger pr. år. Ved tidligere og flere gangers høsting, som favoriserer kløveren i forhold til gras, vil virkningen av N-gjødsling bli mindre. Dette går fram av figur 9 som gjelder forsøk der det ble høstet 3 ganger pr. år.



Figur 8. Virkningen av N-gjødsling på overvintringen av gras (Huokuna 1971)



Figur 9. Prosent kløver i blandingseng av timotei, engsvingel og rødkløver, bedømt første (—) og andre (---) slått. Middel for 6 forsøk. Baadshaug et al. (1996).

Resultatene i figur 2 kan reise spørsmålet om helt å utelate nitrogengjødslinga til første års eng med mye kløver. Det er imidlertid viktig å gi noe nitrogen til første års eng. Ellers vil kløveren presse graset for mye tilbake, slik at det er mangelfullt bestand av gras til å ta over mot slutten av andre engår og i tredje engår, da kløveren er gått ut mer eller mindre fullstendig.

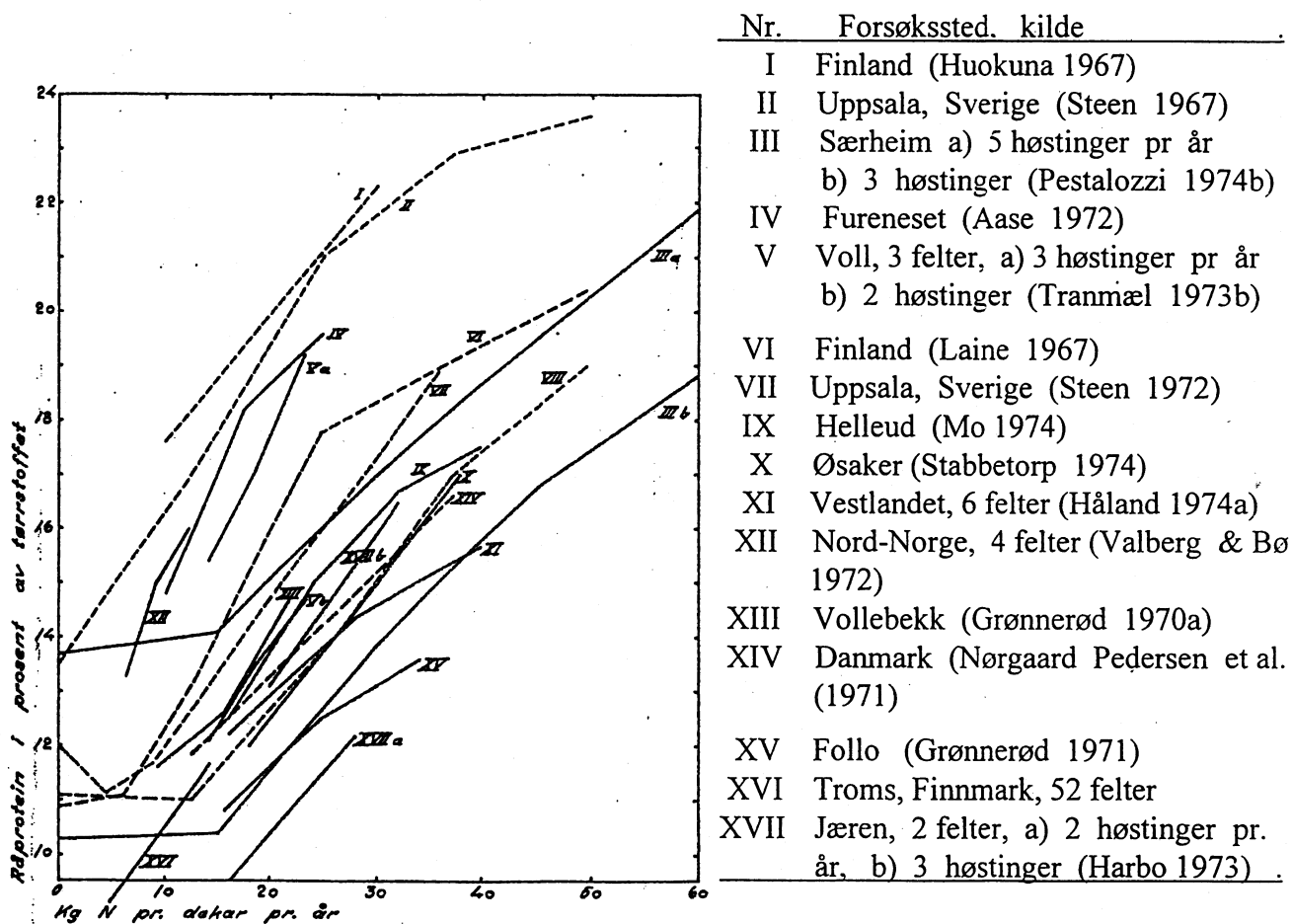
C. Virkning på førkvaliteten

N-gjødsling vil påvirke førkvaliteten på mange måter, bl.a. ved å endre utviklingsrytmen, siden den stofflige sammensetningen varierer med utviklingsstadiet. Mer og mindre i sammenheng med dette påvirkes voksemåten og dermed fordelingen av tilveksten på ulike plantedeler som kan være høyst forskjellige i kjemisk sammensetning og kvalitet. I tillegg kommer en mer direkte virkning av N-gjødsling på kjemisk innhold av de enkelte plantedeler. Foruten virkningen på den enkelte planteart vil N-gjødsling påvirke mengdeforholdet mellom artene i enga, og forskjellen i kvalitet mellom artene kan være betydelig.

1. *Tørstoffinnholdet* i avlinga avtar med økende N-tilførsel. Forsøk med grasarter i reinbestand og blandinger i Sverige og Danmark viste en nedgang i tørstoffinnhold med 5-6 prosent-enheter ved økning i N-tilførsel fra 0 til 40 kg pr. dekar. I norske forsøk gikk tørstoffinnholdet ned 0,5 til 2,0 prosent-enheter etter økning av årlig N-mengde fra 10 til 20 kg pr dekar. Videre økning til 30 kg N førte til ytterligere 0,5 til 1,0 prosent-enheter nedgang. Denne N-virkningen kan være betydelig mindre i gras/kløvereng enn i rein graseng, hvis N-tilførselen fører til redusert andel av kløver som har lågere tørstoffinnhold enn gras, går ned.

Tørrestoffinnholdet i graset er av betydning ved ensilering, bl.a. for næringstapet i pressaft. I forsøk på Fureneset og Særheim var økningen i mengde pressaft ved ensilering med 27-48 prosent etter økning fra moderat (8 kg N pr dekar pr. slått) til sterk gjødsling (13,5 ell. 16 kg N pr. dekar). Noe av denne økningen i pressaft-mengde skyldtes trolig at 'sterk' gjødsling omfattet øket K-tilførsel, som også setter ned tørrestoff-innholdet i graset. Innenfor aktuelle nivåer for N-tilførsel i Norge betyr denne virkningen på tørrestoffinnholdet lite i forhold til andre faktorer som utviklingstrinn og værforhold før og under høsting.

2. *Råprotein.* Når N-tilgangen i enga er låg i forhold til behovet vil en liten ekstra tilførsel ofte bare føre til beskjeden økning av proteinprosenten i gras-tørrestoffet. Dette kan forklares som en 'uttynningseffekt' som skyldes at små ekstra N-mengder øker veksten omlag proposjonalt med økningen i N-forsyningen, slik at prosentisk innhold holdes konstant. Ellers vil økt N-tilførsel føre til temmelig jevn stigning i protein-innhold, ofte opp til en betydelig høyere N-mengde enn den som gir maksimal avling, slik det går fram av figur 10.



Figur 10. Innhold av råprotein i gras ved stigende N-tilførsel ifølge resultater fra forsøk i Norge (—) og i andre nordiske land (-----).

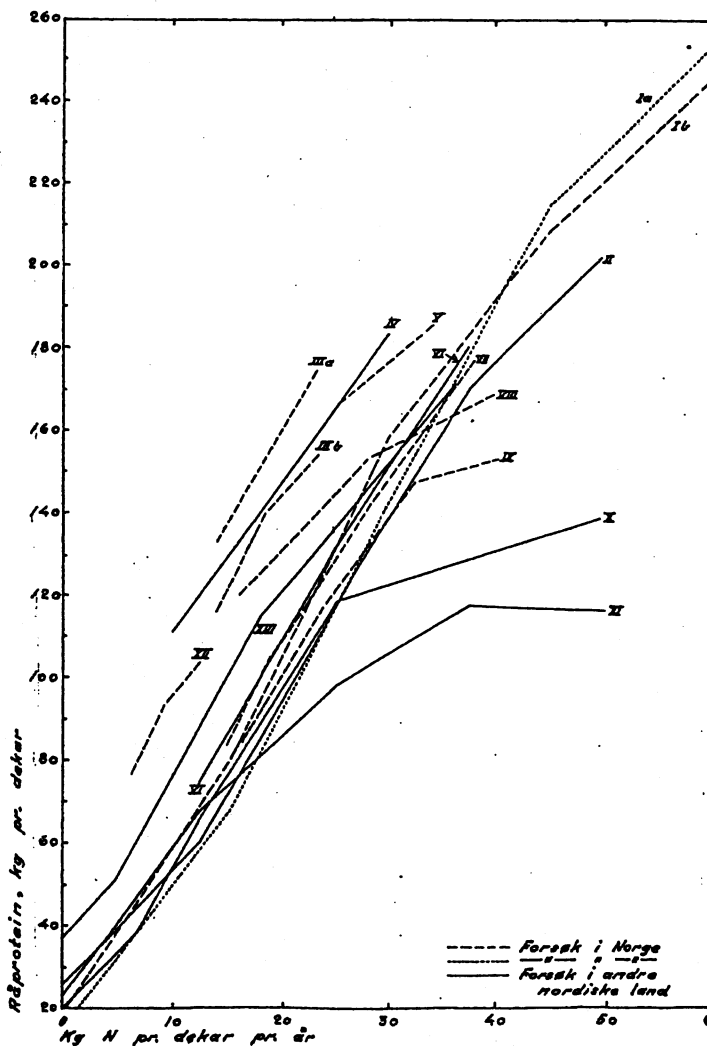
I disse forsøkene økte innholdet av råprotein med fra 1.1 til 3.8 prosentenheter når årlig N-mengde ble økt fra 10 til 20 kg N pr. da. Ytterligere økn. til 30 kg N gav i mange tilfeller nesten like stort utslag, 1.5 til 2.7 prosentenheter. Det var imidlertid oftest en tydelig utflating av kurvene ved N-mengder over 25-30 kg, men reduksjonen i utslag på dette N-nivået var

betydelig mindre enn tilfellet var for tørrstoffavlingen (figur 1-4).

Proteinprosenten hos gras endrer seg med utviklingsstadiet slik at innholdet i høsta avling går ned med utsatt høsting. Også utslaget for økende N-tilførsel gå ned ved seinere høsting slik resultatene fra forsøk på Voll (Tranmæl 1973 b) viser. I gjennomsnitt for tre toårige forsøk var prosent råprotein i prosent av tørrstoffet:

	kg N pr dekar om våren		
Slått ved:	4,7	9,3	14,0
Begynnende skyting av timotei (17.6)	14,0	17,1	20,7
14 dager seinere (1.7)	10,6	12,6	14,0

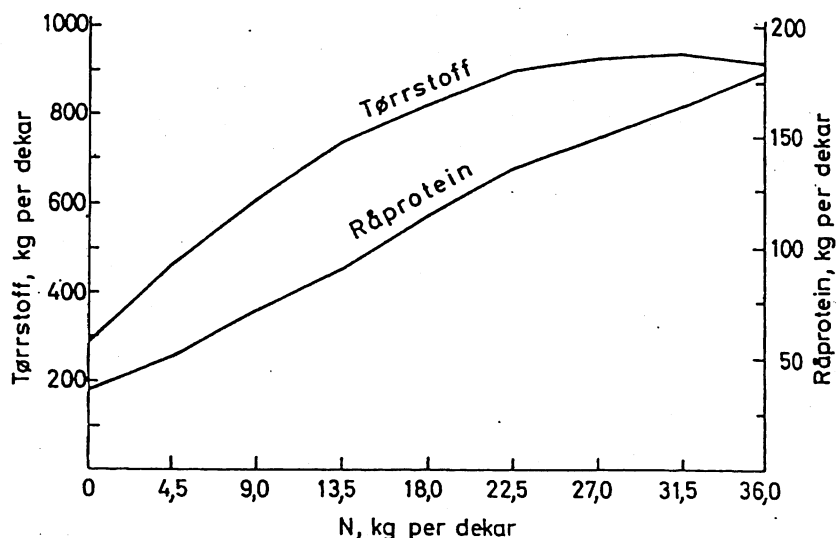
Virkingen på proteininnholdet innebærer større økning i *proteinavling* enn i tørrstoffavling ved stigende N-mengde. Dette går fram av figur 11, som viser resultater fra nordiske forsøk. I noen tilfeller var det en klar utflating av kurvene ved N-mengder på 25-30 kg pr dekar, mens det i andre tilfeller var nesten jevn stigning helt opp til høyeste N-tilførsel, dvs. opp til 50 - 60 kg pr dekar pr. år (Christensen 1967, Pestalozzi 1974b).



Figur 11. Virkning av N-gjødsling på avling av råprotein i graseng

Nr.	Forsøkssted.	kilde
I	Særheim a) 5 høstinger pr år b) 3 høstinger	(Pestalozzi 1974b)
II	Danmark	(Christensen 1967)
III	Voll, 3 felter, a) 3 høstinger pr år b) 2 høstinger	(Tranmæl 1973b)
IV	Finland	(Huokuna 1967)
V	Sør-Østlandet, 5 felter	(Grønnerød 1974)
VI	Danmark	(Møller 1967)
VII	Øsaker	(Stabbetorp 1974)
VIII	Vestlandet, 6 felter	(Håland 1974a)
IX	Helleud	(Ørud, unpubl.)
X	Finland	(Laine 1967)
XI	Uppsala, Sverige	(Steen 1967)
XII	Nord-Norge, 4 felter	(Valberg & Bø 1972)
XIII	Uppsala, Sverige	(Steen 1972)

Foholdet mellom avlingsutslag og utslag i proteinavling ved økende N-tilførsel illustreres ved resultatene fra et svensk forsøk som er vist i figur 12. Mens 22-23 kg N pr dekar var tilstrekkelig til å gi tilnærmet maksimal tørrstoffavling, økte proteinavlingen nesten liniært med N-tilførselen opp til største mengde, 36 kg pr. dekar.

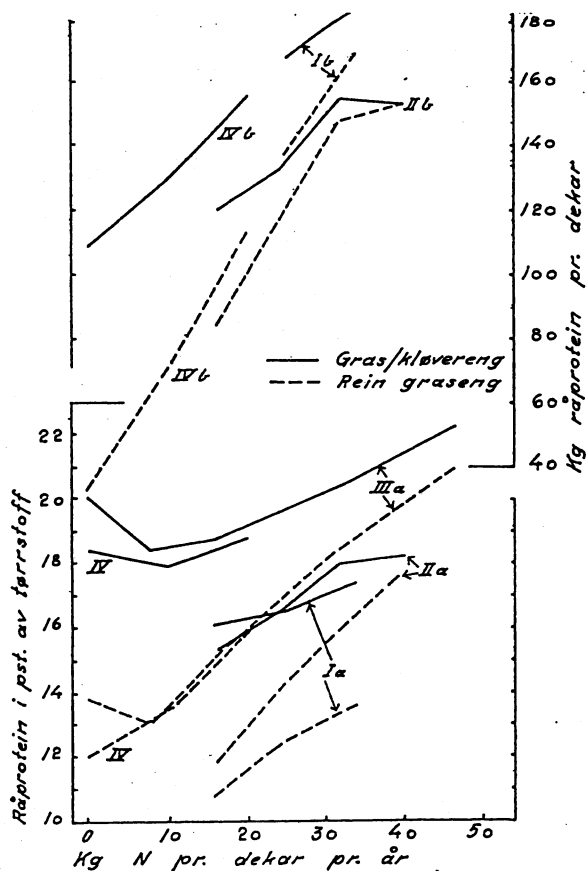


Figur 12. Tørrstoffavling og råproteinavling ved stigende N-tilførsel til timoteieng (Steen 1972).

Det vil være mindre utslag for N-tilførsel på proteininnholdet i *gras/klovereng* enn i rein graseng. Innholdet i kløver-komponenten påvirkes påvirket oftest lite av N-tilførselen. Hvis N-gjødsling fører til sterk nedgang i *kløverprosenten*, kan proteininnholdet i sams avling gå ned. Dette var tilfellet i en forsøksserie på Sør-Østlandet med N-gjødsling til kløverrik eng (Ingebrigtsen 1959). Men avlingseffekten var her så stor at proteinavlingen økte med N-tilførselen, selv om proteinprosenten gikk ned:

	Kg N pr. dekar		
	0	4,2	12,6
Prosent kløver	49	33	19
Kg høy pr. dekar	769	912	1123
Prosent råprotein	10,1	9,0	8,1
Kg protein pr. dekar	78	82	90

I disse forsøketene var det sein høsting og to høstinger pr år. Ved tidligere høsting og tre høstinger vil N-gjødsling presse kløveren mindre tilbake, slik at både proteinprosent og proteinavling i *gras/klovereng* vil øke med stigende N-mengder, men effekten blir mindre enn i rein graseng. Figur 13 viser resultater fra 3 forsøk med N-gjødsling til eng med og uten kløver. Resultatene viser bl.a. at det kan være betydelig virkning av kløver på proteininnholdet i avlinga, selv ved så høy N-tilførsel som 34 kg pr dekar pr år (Grønnerød 1971, 1974a)



Figur 13. Virkning av N-gjødsling på proteinprosent (a) og proteinavling (b) for eng med og uten rødkløver.

- I. Sør-Østlandet, spredte felter (Grønnerød 1971, 1974a)
- II. Hellerud (Ørud upubl.)
- III Danmark spredte felter (Dam Kofoed & Søndergaard Klausen 1969)
- IV Finland (Raininko 1968)

Råprotein-innholdet i grovføret beregnes som totalt N-innhold (etter Kjeldahl-analyse) multiplisert med faktoren 6.25. Råprotein vil derfor foruten reinprotein omfatte andre N-holdige stoffer, som nitrat, ammonium, amider og frie aminosyrer. Andelen reinprotein i råprotein vil normalt være omkring 70 prosent, men dette vil variere noe, bl. a. går andelen ned ved sterk N-gjødsling. Reinprotein-innholdet vil altå øke relativt noe mindre med stigende N-gjødsling enn råprotein-innholdet.

3. Trevleinnhold.

Virkingen av N-gjødsling på trevleinnholdet er oftest svak, og utslaget kan være varierende, avhengig av bl.a. virkingen på fenologisk utvikling. Hvis N-tilførsel stimulerer vegetativ vekst med skudd- og bladdanning, vil trevleinnholdet gå ned. Hvis særlig stråstrekking stimuleres kan virkingen bli motsatt. I noen norske forsøk er det påvist en svak økning i trevleinnhold ved stigende N-gjødsling. I andre tilfeller har det imidlertid ikke vært noen virkning, eller svakt utslag i motsatt retning. Forsøk i andre nordiske land har også gitt varierende resultater.

4. Sukkerinnhold.

Innholdet av sukker i graset avtar med stigende N-tilførsel. Dette gjelder særlig ved lågt eller moderat N-nivå, mens økning av N-gjødslinga fra moderat til sterk har noe mindre effekt på sukkerinnholdet. (figur 14).

Reduksjonen i sukkerinnhold kunne tenkes å ha betydning for gjæringspossessene ved silolegging og således påvirke *silokvaliteten*. Det er blitt påvist redusert fôropptak og tilvekst hos kastrater som fikk surfôr av gras fra sterkt gjødsla eng (16 kg N pr dekar om våren) enn hos dyr som fikk surfôr fra moderat gjødsla eng (8 kg N) eng (Matre og Pestalozzi 1974). Men en rekke andre undersøkelser av andre undersøkelser tyder på at gjødsla av enga har liten virkning på surfôrskvalitet, fôropptak eller produksjon.

5. Mineralinnhold.

Innholdet av mineraler påvirkes lite av N-gjødsling, når en ser bort fra virkningen på botanisk sammensetning av blandingseng med kløver eller andre belgvekster. Her vil en reduksjon i kløverprosent etter N-gjødsling føre til nedsatt mineralinnhold i samlet avling fordi belgvekstene har langt høyere innhold, særlig av Ca og Mg, enn gras. I noen tilfeller kan en registre en viss nedgang i innhold av enkelte mineraler etter tilførsel av små N-mengder når N-tilgangen ellers er dårlig. Dette kan betraktes som en 'uttynnings-effekt' som en følge av at gjødsla har ført til sterk vekstøkning.

6. Fôrverdi

Etter det nye systemet for formiddelevurdering, som ble innført i 1993, angis proteinverdien av fôret som *proteinbalansen i vomma* i g pr. kg fôrtørstoff, PBV, istedenfor råprotein som ble brukt tidligere. PBV er imidlertid tilnærmet en retlinjet funksjon av råproteininnholdet, slik at for ferskt gras og høy er:

$$\text{PBV, g/kg tørrstoff} = -156,1 + 11,3 \times \text{prosent råprotein av tørrstoff}$$

Proteinbalansen er således positiv når råproteininnholdet er over 13,8 prosent av tørrstoffet og negativ ved lavere innhold. Sammenhengen er om lag den samme for surfôr, men her er 'kritisk' råproteininnhold 12,8 prosent istedenfor 13,8 prosent. Disse sammenhengene innebærer at virkningene av N-gjødsling på PBV vil være de samme som virkningene på råproteininnholdet som er omtalt ovenfor.

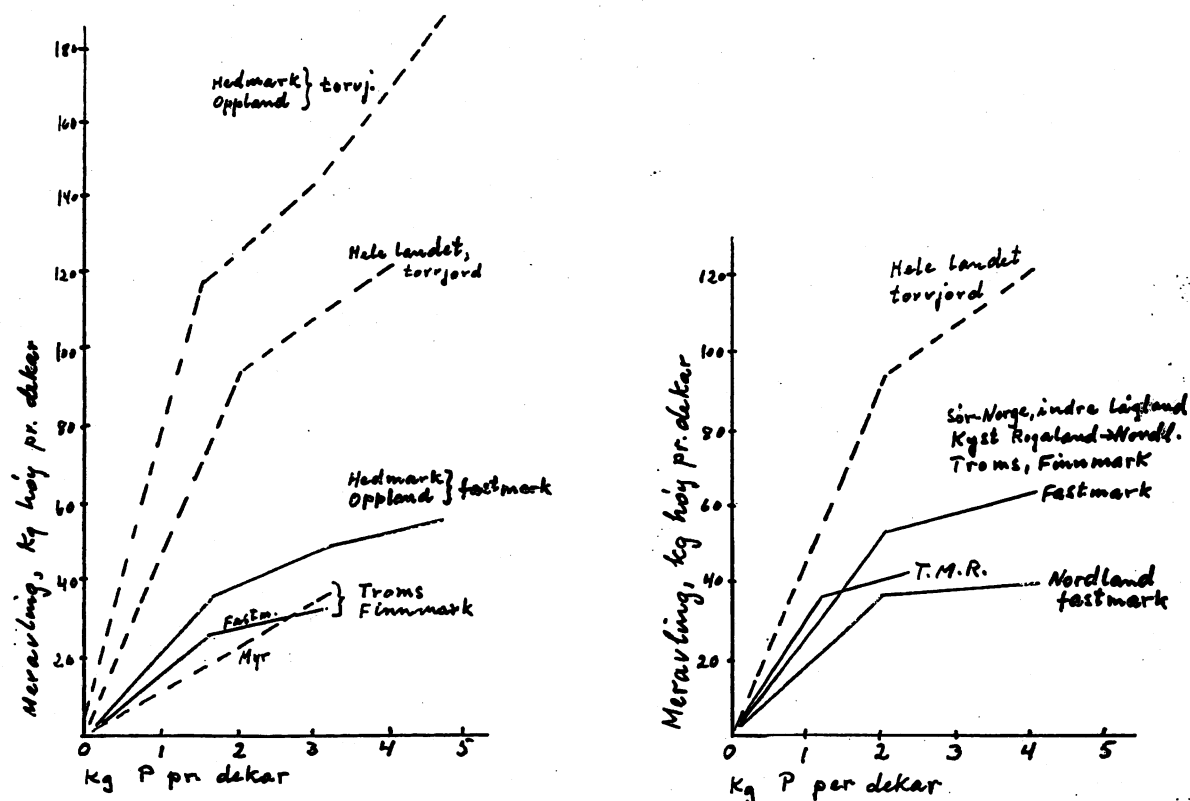
Ett annet viktig mål for proteinverdien er mengde *aminosyrer absorbert i tarmen*, AAT, som også angis i g pr. kg tørrstoff. AAT-verdien av graset påvirkes lite av N-gjødsling (Skjevdal 1990). Dette henger sammen med at det meste av AAT i grovfôret kommer fra mikrobeprotein, fordi størstedelen av proteinet brytes ned i vomma. Men mengden av mikrobeprotein avhenger av energitilgangen til mikrobene som i hovedsaken er fordøyelige karbohydrater. Virkningen av N-gjødsling skulle da helst bli negativ, fordi den fører til reduksjon i innholdet av sukker (vassløselige karbohydrater) i graset (se ovenfor).

N-gjødsling synes å ha liten virkning på *fordøyeligheten* av tørrstoff eller organisk stoff i gras. I et par forsøk ble det funnet negativ effekt av sterk N-gjødsling (Pestalozzi og Matre 1972, Hovde 1974), men i de fleste tilfeller har det ikke vært påviselige utslag hverken i gras (f. eks. Pestalozzi 1974) eller surfôr (Saue 1972, Mo og Saue 1974). Heller ikke når det gjelder *fôropptak* eller *energiinnhold* i gras og surfôr kan påvise klare virkninger av N-gjødsling ut fra eksisterende forsøksresultater.

II. Fosforgjødsling.

A. Virkning på avlinga

Figur 14 viser avlingsresultater fra forsøk med fosforgjødsling til eng i forskjellige deler av landet. De fleste feltene ble anlagt i første eller andre års eng, og varigheten av forsøkene var fra ett til tre år. Antall felt i hver serie varierte fra 15 til 140.



Figur 14. Fosforgjødsling til slåtteeng og meravling i ulike landsdeler:

- | | |
|--|--|
| I. Hedmark og Oppland (Hernes 1969) | III. Trøndelag og Møre og Romsdal (Foss 1971) |
| II. a. Sør-Norge, indre lågereliggende områder | IV. Trøms og Finnmark (Andersen og Schjelderup 1973) |
| b. - « - « - høgereliggende - « - | V. Nordland (Volden 1974) |
| c. Kystsonen Rogaland-Nordland | |
| d. Trøms og Finnmark | |
| e. Hele landet (Sorteberg 1956) | |

Det var relativt store utslag for tilføring av 2 kg pr dekar i alle forsøkene, mens videre økning hadde jevnt over liten effekt. Sammenliknet med *fastmark* var det på *myr* både større utslag for minste mengde og for økning ut over minste mengde (Sorteberg 1956, Hernes 1969). På myrfeltene i Hedmark og Oppland var det således sterk økning helt opp største mengde, 4.8 kg P pr. dekar (Hernes l.c.). Den positive effekten av moderat fosforgjødsling vil normalt øke fra år til år, som en naturlig følge av at eng som ikke tilføres etterhvert utarmes på plantetilgjengelig fosfor i jorda.

Innholdet av lettløselig fosfor i jorda, angitt som P-AL, er en indikator på jordas innhold av plante-tilgjengelig fosfor og behovet for fosfortilførsel. I forsøkene ovenfor var det klar sammenheng mellom P-AL og utslag for fosforgjødsling. På felter med låg eller middels P-AL (<5) var det betydelige utslag, men avtakende virkning med stigende P-AL på omkring 5. Ved P-AL høyere enn 5 var det små utslag. Innholdet av lettløselig fosfor i jorda forklarer imidlertid bare en relativt liten del av gjødseffekten, idet beregnet korrelasjon mellom P-AL og utslag for fosforgjødsling oftest er relativt låg. På leirjordfelter i lågere distrikter i Sør-

Norge (Sorteberg 1956) og i en serie på fasmark i Akershus og Østfold (Uhlen 1957) var korrelasjonskoeffisienten for utslag for fosforgjødsling mht P-AL, $r^2 = 0,7$, dvs. at halparten av variasjonen i fosfor-effekt kunne forklares ut fra forskjeller i lett-løselig fosfor i jorda. I størstedelen av foreliggende forsøksmaterialet (figur 14) er imidlertid korrelasjonen betydelig lågere.

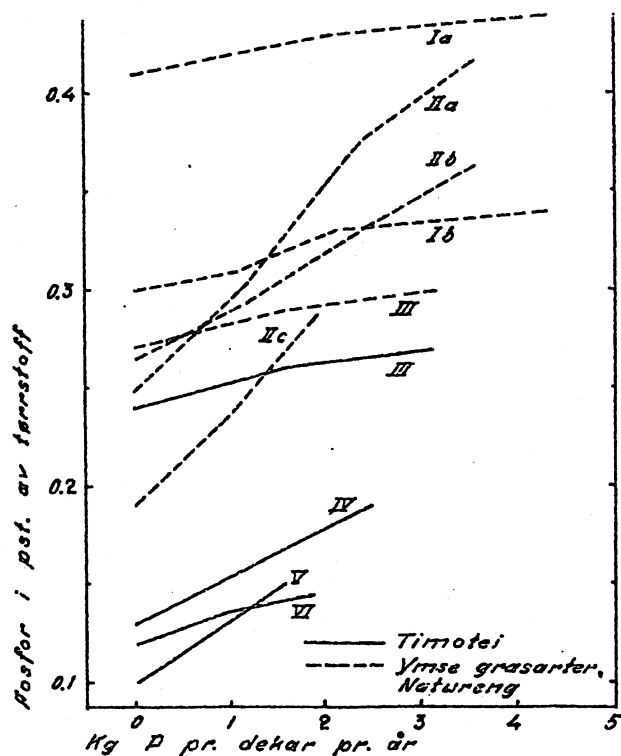
Det forhold at tilført fosfor i eng må tilføres på overflata og derfor bindes og konsentreres i det øvre sjiktet i jorda, gjør det aktuelt med såkalt forrådgjødsling med fosfor, dvs. å tilføre den nødvendige mengde fosfor for hele engperioden i gjenleggsåret. På denne måten kan en få arbeidet fosforet nedover til en viss dybde, der mengden av aktivt absorberende røtter er større enn i det øverste sjiktet, som dessuten er utsatt for uttørking, slik at fosforet blir tyngre tilgjengelig. Forsøk som er utført i treårig eng, tyder imidlertid ikke på noen fordel avlingsmessig av å tilføre en viss totalmengde fosfor ved gjenlegget, i forhold til å fordele denne mengden på årlige tilførsler (Retvedt 1949). På jord i dårlig fosfor- og kalktilstand kan forrådgjødsling tvert imot føre til at en større del av fosforet bindes i tungt løselig form enn ved årlig tilførsel, som derfor vil være å foretrekke (Uhlen 1957, Vikeland 1961).

B. Virkning på plantebestanden

Fosforgjødsling har vanligvis liten virkning på botanisk sammensetning av plantebestanden i blandingseng når jorda er i noenlunde god fosfortilstand. På jord i relativt dårlig fosfortilstand og i områder med vanskelige overvintringsforhold er god fosforgjødsling en viktig faktor for å sikre en varig bestand både av timotei og andre enggrasarter.

C. Virkning på fôrkvaliteten

Av de ulike kvalitetsegenskapene hos enggraset er det først og fremst fosforinnholdet som påvirkes av fosforgjødsling. I alle forsøk der dette er undersøkt (figur 15) var det stor variasjon både i P-nivået generelt og utslaget for tilførsel, som varierte fra nesten ikke noe utslag til 0.05 prosentenheter pr kg tilført P. Størst utslag fant Mosland (1962) på Tjøtta med økning av prosentisk innhold fra 0,25 til 0,42, dvs. med 70 prosent, etter økning i tilførsel fra 0 til 3.6 kg P pr. deklar. Minst utslag var det på Apelsvoll (Lein 1961), der innholdet var



Figur 15. Virkning av fosforgjødsling på fosforinnholdet i grasavlingen:

- Ia. Apelsvoll, ulike grasarter, forsøk I (Lein 1960)
- Ib. - « - - « - forsøk II - « -
- IIa. Tjøtta, gj.sn. for 5 år (Mosland 1962)
- IIb. Apelsvoll - « - « « - « -
- IIc. Apelsvoll - « - 8 « - « -
- III. Troms og Finnmark (Andersen og Schjelderup 1973)
- IV. Østfold og Akershus, 5 felter (Uhlen 1957)
- V. Troms og Finnmark, 5 felter (Vikeland 1961)
- VI. Sør-Østlandet, 11 felter (Retvedt 1949)

0.41 og 0.44 prosent ved hhv. 0 og 4,6 kg P pr dekar, dvs. en relativ økning på mindre enn 10 prosent. I det først nevnte tilfellet var virkningen på P-innholdet av betydning fôringsmessig, jfr. tabell 2. En slik effekt kan være spesielt viktig tidlig i veksttida fordi innholdet hos ungt gras da ofte er lågere enn i gjenveksten pga. langsom frigjøring av organisk fosfor i jorda ved låg temperatur (Lunnan, 1996).

Tabell 2. Krav til mineralkonsentrasjon i prosent av tørrstoff for normal grasvekst og i fôret til mjølkeku, ungdyr og sau.

Mineral	Plantevekst	Mjølkeku	Ungdyr	Sau
P	0,20-0,25	0,30-0,40	0,30	0,30-0,40
Ca	0,30-0,35	0,34-0,50	0,38-0,60	0,30-0,55
Mg	0,10-0,12	0,17-0,35	0,13	0,10-0,15
K	1,8-2,0	0,8	0,8	0,7

Virkingen av P-tilførsel på innholdet i graset er avhengig av jordbunnsforhold og fosfortilstand, i Finnmark fant en således større økning i fosforinnholdet på myr enn på fastmark. Virkingen er også avhengig av utviklingsstadiet, slik at det er relativt størst hos ungt gras, og større i andre slått enn i første slått (Uhlen 1957).

Virkingen av P-gjødsling på innholdet i avlingen synes å være noenlunde den samme hos ulike arter av gras og engbelgvekster, slik at denne virkingen vil være uavhengig av botanisk sammensetning av plantebestanden.

De øvrige av de viktigste kvalitetsegenskapene av eng-avlinga, dvs. fordøyelighet og innhold av energi, protein, trevler, sukker, Ca, Mg og K, synes ikke å bli påvirket i nevneverdig grad av fosforgjødsling.

III. Kaliumgjødsling.

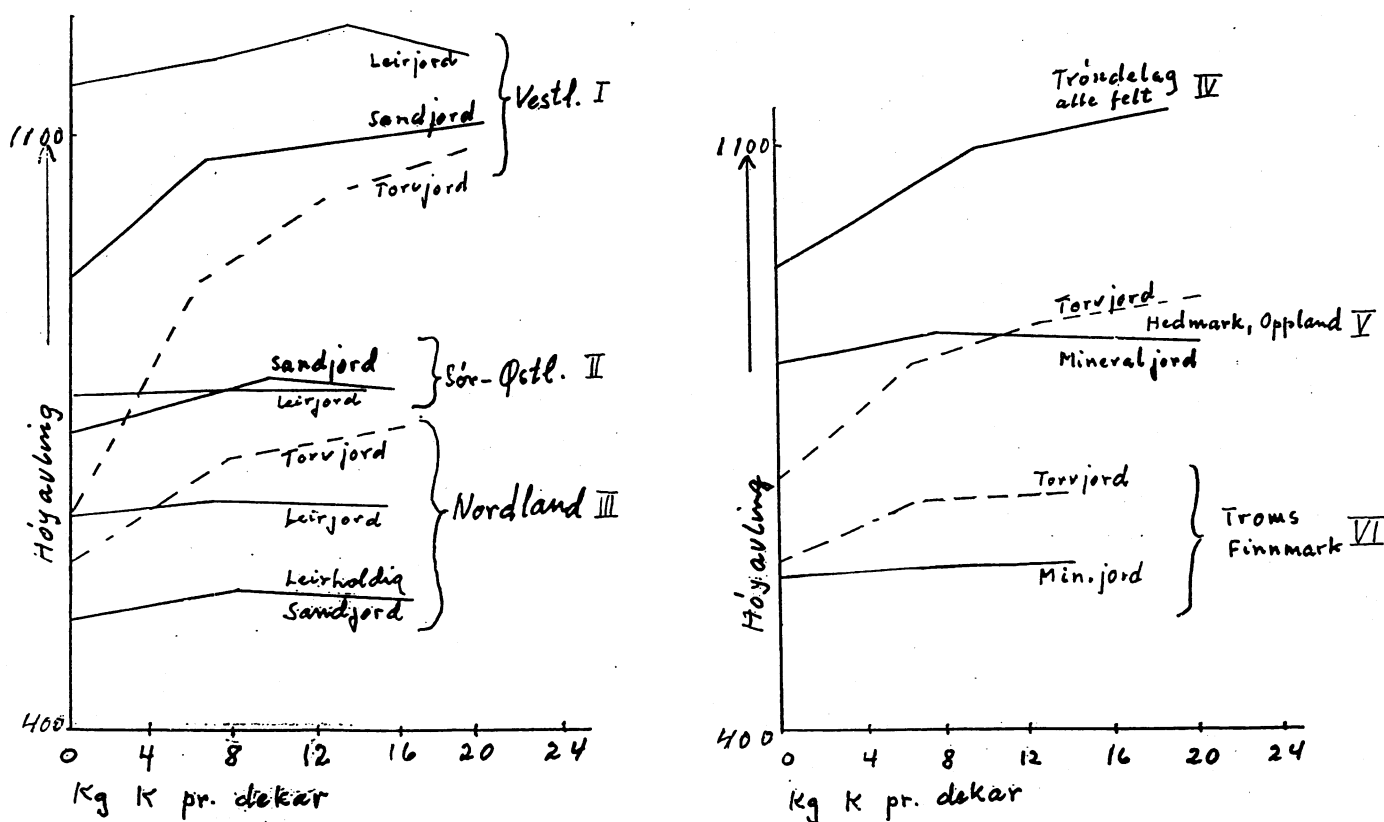
Kalium er det av mineralelementene som finnes i størst konsentrasjon i plantene. Noen viktige plantefysiologiske forhold ved ved opptak og funksjon:

- Aktivt opptak
- Høgest innhold i unge blad, innholdet avtar med alderen
- Opptrer i joneform
- Viktig for å holde oppe osmotisk potensial og for plantenes vannhusholdning
- Viktig for åpning og lukking av spalteåpningene
- God K-tilførsel gir mindre transpirasjon fra plantene og mindre vannforbruk pr kg produsert tørrstoff
- K nødvendig for:
 - * Proteinsyntesen
 - * Danning av stivelse
 - * Fotosyntesen: Transport av assimilater
- God K-tilførsel ⇒ Bedre frosttoleranse
- K-mangel ⇒
 - * Svakere støttevev → legde
 - * Mindre frosttoleranse
 - * Symptomer - visning, brunfarging, bladrand-nekrose
 - korn og gras: avbleking av bladspisser
- Sterk K-gjødsling ⇒
 - * Redusert opptak av andre katjoner: Ca og Mg NB!
 - * Luksusopptak, uøkonomisk

A. Virkning på avlinga

Figur 16 viser resultater fra serier av forsøk i ulike landsdeler med stigende K-mengder, de fleste anlagt i første eller andre års timotei- eller timotei/kløvereng. Behovet for K-gjødsling og utslaget for tilførsel er større på *myr* enn på *fastmark*, og større på sandjord og annen leirfattig fastmark enn på leirholdig og leirrik jord. Med unntak for forsøkene på leirjord på Sør-Østlandet (Ødelien 1944, Uhlen 1970) og i Nordland (Volden 1974), var det større eller mindre avlingsøkning for K-tilførsel opp til ca. 10 kg pr. dekar pr. år, mens utslaget videre øket tilførsel var varierende.

På *leirjord* var det liten og til dels negativ effekt av mengder over ca. 10 kg. På *sandjord* var utslaget varierende og tyder på større K-behov i kyststrøkene i Sør-Norge, der det var avlingsutslag opp til 20 kg K (Lyngstad og Einevoll 1967), enn i indre deler av Sør-Norge og i Nord-Norge der det var lite eller negativt utslag for mengder over 10 kg K or. dekar. (Fig x2 x3, Pestalozzi og Retvedt 1959). Forsøkene i Trøndelag omfatter i hovedsak felter på sandjord i kyststrøkene (8 av 10), og det var klart positivt utslag av å øke K-mengden fra 9 til 18 kg pr dekar (Tranmæl 1972). Resltatene fra felter på *torvjord* tyder på en optimal K-mengde på ca. 20 kg pr. dekar for eng på myr i Sør-Norge (Vigerust 1963, Lyngstad og Einevoll 1967, Hernes 1969).

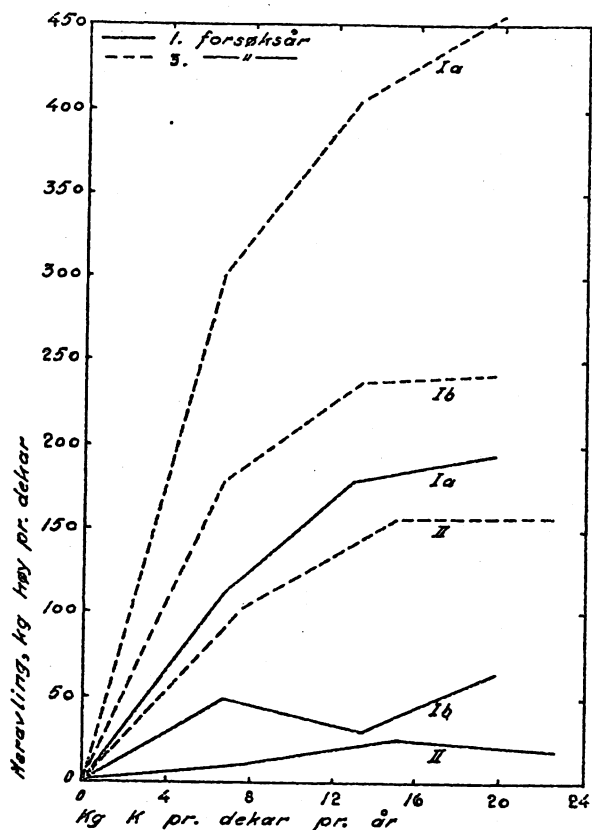


Figur 16. Kaliumgjødsling og høyavling på forskjellige jordarter i ulike landsdeler

- I: Hordaland, Sogn og Fjordane (Lyngstad og Einevoll 1967)
- II: Sør-Østlandet (Uhlen 1970)
- III: Nordland (Volden 1974)
- IV: Trøndelag (Tranmæl 1972)
- V: Hedmark, Oppland (Hernes 1969)
- VI: Troms og Finnmark (Andersen og Schjelderup 1973)

De fleste feltene ble anlagt på jord i vanlig omløp og med middels eller god kaliumtilstand. Reserven av lettløselig kalium i jorda vil da være tilstrekkelig til en noenlunde normal

grasavling uten tilførsel i første forsøksår, slik at eventuell effekt av manglende tilførsel vil vises fullt ut etter en toårig eller lengre forsøksperiode. Særlig på sandjord og torvjord trengs mer langvarige forsøk for å bestemme kaliumbehov og effekt av tilførsel. Figur 17 viser resultater for første og tredje år fra to forsøksserier med K-gjødsel.



Figur 17. Virkning av stigende kaliumtilførsel på meravling i 1. og 3 engår i to forsøksserier:

- Ia: Vestlandet, sandjord (Lyngstad og Einevoll 1967)
- Ib: Vestlandet, torvjord (Lyngstad og Einevoll 1967)
- II: Sør-Østlandet (Bærug 1975)

Ut gjennom forsøksperioden økte altså avlingsutslaget sterkt, og det skjedde en forskyvning i retning av optimal kaliummengde. Liknende forhold ble funnet i de fleste kaliumforsøkene som er referert foran. De fleste forsøkene varte i minst tre år som skulle være tilstrekkelig langvarige til å gi grunnlag for en noenlunde riktig sammenlikning av seriene og vurdering av optimal K-gjødsling. Ett unntak er forsøkene i Troms og Finnmark som var ettårige. Behovet for K-tilførsel er derfor her trolig noe større enn det figur 16 gir inntrykk av.

Normal kan hele den årlige K-mengden med fordel tilføres på én gang, om våren. I mange kyststrøk, der det er stor sommernedbør og en viss fare for utvasking i veksttida, kan det være aktuelt å dele K-gjødsla slik at en del blir tilført etter første slått. I forsøk på torvjord i Sogn og Fordane er det funnet en viss positiv avlingseffekt av delt K-gjødsling, når tilførselen var høy, 20 kg pr dekar pr. år. (Vigerust 1963, Pestalozzi 1967). Ved moderat K-tilførsel og på fastmark var det ingen effekt. På Sør- og Vestlandet er det også på morenejord (Håland 1974) funnet en svak positiv virkning av delt K-gjødsling, og likedan på sandjord i kyststrøkene i Trøndelag (Tranmæl 1972).

Også for kalium kan resultater fra kjemisk analyse av jorda gi viktige holdepunkter for å bedømme behovet for tilførsel. Både lettløselig kalium, angitt som K-AL og syreløselig kalium, K-HNO₃ er aktuelle mål for kaliumtilstanden. Korrelasjonen mellom innhold av lettløselig kalium og målt utslag for K-gjødsling har imidlertid i de fleste forsøk vært relativt låg, særlig på leirjord og leirholdig jord. I et materiale fra forsøk på leirholdig jord i innlandet av Sør-Norge (Østlandet og Trøndelag) fant Sorteberg en r²-verdi på 0.61 for korrelasjonen mellom lettløselig K og utslag for K-tilførsel. Dette innebærer en 'forklarings-

grad' på 37 prosent, dvs. at ca. 37 prosent av variasjonen i K-effekten kunne forklares ut fra variasjonen i mengde lettløselig kalium i jorda. Ved også å ta innholdet av syreløselig kalium i betraktning kan grunnlaget for å bedømme behovet for tilførsel forbedres noe. For det nevnte data materialet fant en økning av r^2 -verdien til 0.73 ved multippel korrelasjon, dvs. en økning av forklaringsgraden til 50 prosent, når også K-HNO₃ ble tatt med. Syreløselig kalium regnes særlig som et mål for 'kaliumreserven, dvs. mengden kalium som kan være tilgjengelig på noe lengre sikt.

B. Virkning på plantebestanden

God tilgang på kalium er nødvendig bl.a. for å sikre overvintringen og således bidra til å holde oppe timoteien i engbestanden og hindre innvandring av andre grasarter og ugras. Moderat K-mangel virker neppe særlig på den botaniske sammensetningen i grasmark, men ved sterk mangel kan timoteien bli ekstra skadelidende, som vist forsøk på myr på Vestlandet (Lyngstad og Einevoll 1967) der en registrerte botanisk sammensetning i 4. forsøksår:

kg K pr dekar	Prosent av plantebestanden		
	Timotei	Andre gras	Ugras
0	15	72	13
6	44	53	3
20	48	48	3

Engbelgvekstene har noe større kaliumbehov enn grasartene. God kaliumgjødsling er derfor nødvendig for å sikre høgt innhold og maksimal varighet av kløveren i blandingseng.

C. Virkning på fôrkvaliteten

K-gjødsling fører til en viss reduksjon av *tørrstoffinnholdet* i graset. Tilførsel av 10 kg K pr dekar pr år kan redusere tørrstoffinnholdet i graset med fra 0,5 til 1,5 prosentenheter, mens videre økning til 20 kg K pr. dekar kan redusere tørrstoff-innholdet med ytterligere ca. 0,5 -1 prosent (Mosland 1962, Hernes 1969, Håland 1974).

Den viktigste effekten av kaliumtilførsel på fôrkvaliteten gjelder mineralinnhold og -sammensetning. *Kaliuminnholdet* i graset øker sterkt ved kaliumgjødsling. Norske forsøk (figur 18) viser sterkt varierende K-nivå, og tilnærmet linjær økning i innhold med stigende tilførsel opp til over 20 kg K pr dekar. Høvelig nivå for normal vekst er 2.0 -2.5 prosent i tørrstoffet hos ungt gras, noe lågere ved normal eller sein høstetid. Det kan altså foregå et betydelig luksusopptak ved sterk K-gjødsling. I de refererte forsøkene var økningen i innhold for 10 kg tilført K pr. dekar var fra 0.5 -1.0 prosentenheter og økningen var nesten like sterk for videre økning av tilførselen.

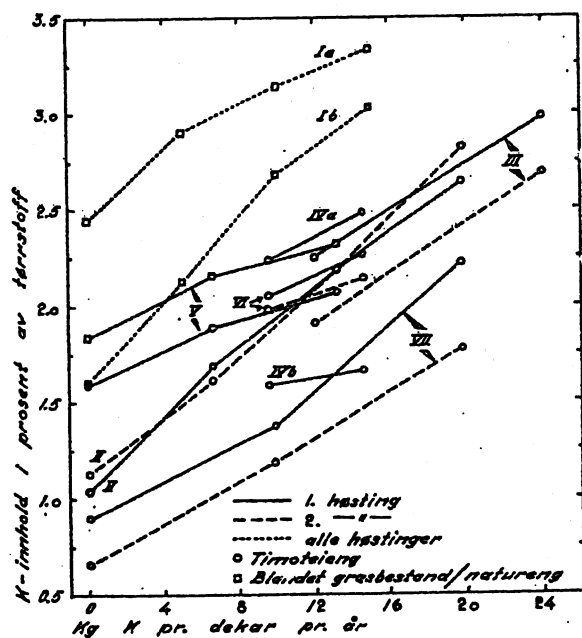
Det kan være rimelig å anta at virkningen av K-tilførsel på K-innholdet avtar fra første til andre og eventuelle seinere høstinger, når K-tilførselen er foretatt om våren. Dette vil imidlertid avhenge av utviklingsstadium ved høsting, fordi virkningen er størst i ungt gras og avtar med utsatt høsting.

Utarming av jorda på kalium ved svak eller manglende tilførsel, som viser seg i en forsterket avlingseffekt fra år til år (figur 17) kan også sees av resultater fra K-analyse av plantemateriale. Tabellen nedenfor fra forsøk på Østlandet med 0 og 15 kg K pr dekar (Bærug 1977) og fra Jæren og Aust-Agder med 12 og 24 kg pr dekar (Håland 1974). gjelder kalium i prosent av tørrstoffet:

	kg kalium pr. dekar			
	0	15	12	24
1. engår	2,79	3,16	2,42	2,72
2. engår	2,34	3,03	2,34	2,94
3. engår	1,89	2,81	2,15	2,93

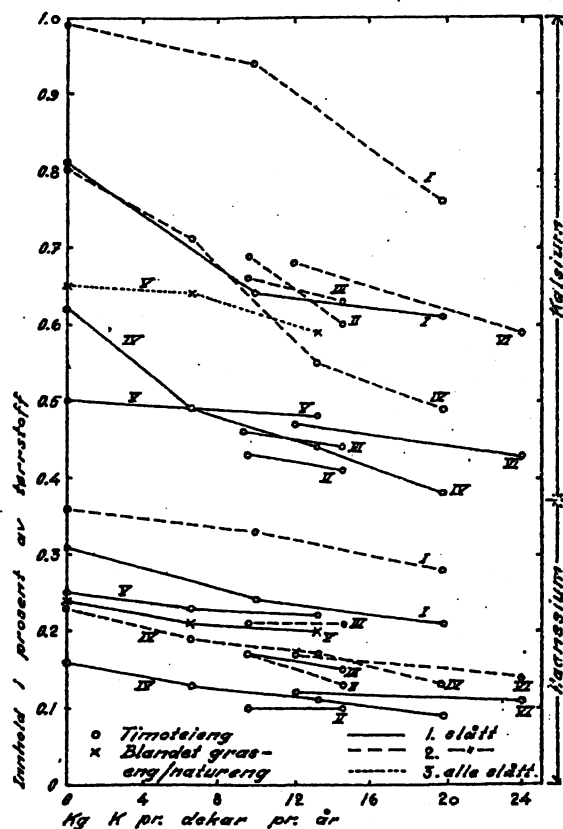
Ved N-tilførsel i overkant av behovet (24 kg pr. dekar) luksusopptaket øke fra år til år.

Kalsium- og magnesiuminnholdet i gras kan variere sterkt, først og fremst avhengig av kalk- og magnesiumtilstanden i jorda og av plantenes utviklingstrinn. Innholdet av begge stoffer går ned stigende kaliumtilførsel (figur 19). Kalsiuminnholdet, som normalt kan ligge mellom 0.4 og 0,7 prosent av tørrstoffet, gikk ned med fra 0.02 til 0.15 prosentenheter etter tilføring av 10 kg K pr dekar. Videre økning til 20 kg K gav en nedgang på 0.01 - 0.11 prosentenheter. For innholdet av magnesium, som normalt utgjør kanskje 0,12-0.20 prosent av grastørrstoffet, var virkningen absolutt sett betydelig mindre. Virkningen er imidlertid av betydning fôringsmessig, fordi et magnesiuminnhold som ikke er høyere enn nødvendig for å dekke behovet til normal grasvekst er for lågt til å dekke dyras behov (jfr. tabell 2). Endringen i *mineralbalansen* som kaliumgjødsling innebærer, økning av kaliuminnholdet og reduksjon i kalsium- og magnesiuminnhold, kan være uheldig for dyrehelsen. Dette gjelder særlig beitegras der innholdet av og mengdeforholdet mellom de tre stoffene er av betydning for forekomsten av graskrampe eller grastetani hos beitedyr. Undersøkelser i Nederland (Kemp og t'Hart 1957) tyder på at tetanifrekvensen øker sterkt når mengdeforholdet



Figur 18. Virkning av kaliumgjødsling på kaliuminnholdet hos gras

- Ia. Apelsvoll (Mosland 1962)
- Ib. Tjøtta - « -
- II. Hordaland, Sogn og Fjordane (Lyngstad og Einevoll 1967)
- III. - « - - « - (Håland 1974)
- IVa. NLH, Ås Tidl. slått (Ødelien og Hvidsten 1957)
- IVb. - « - Sein - « - - « -
- V. Troms og Finnm. (Andersen og Schjelderup 1973)
- VI. Hele landet (Pestalozzi og Retvedt 1959)
- VII. Sogn og Fordane (Vigerust 1963)



Figur 19. Virkning av kaliumgjødsling på kalsium- og magnesiuminnholdet hos gras

- I. Sogn og Fordane (Vigerust 1963)
- II. NLH, Ås (Ødelien og Hvidsten 1957)
- III. Sør-Norge (Pestalozzi og Retvedt 1959)
- IV. Hordaland, S. og Fj. (Lyngstad og Einevoll 1967)
- V. Vestlandet (Håland 1974)

K/(Ca + Mg), regnet som ekvivalenter, blir høyere 2,2. I middel for 6 forsøksfelter på Sør- og Vestlandet (Håland 1974) var denne kvotienten:

	K/(Ca + Mg)	
	Første slått	Andre slått
12 kg K pr. dekar	1,73	1,02
24 - « -	2,50	1,67

Resultatene ovenfor gjelder virkningen på innholdet ved første slått etter K-tilførsel om våren. Ved andre og eventuelle seinere slåtter vil effekten være betydelig mindre.

IV. Gjødsmengder, praktisk tilråding

I ei god årsavling av gras, 800 kg pr. dekar, kan en fjerne 15-20 kg N, 1,5 - 2,0 kg P og 15-20 kg K pr. dekar fra engarealet. Dessuten vil det skje et betydelig tap av nitrogen, i noen grad også av kalium ved utvasking, særlig i nedbørrike strøk. Noe av det plante-tilgjengelige P-innholdet er utsatt for binding i ikke tilgjengelig form. Det er på langt nær alltid nødvendig å ta sikte på å erstatte hele tapet av næringsstoffer, selv på lang sikt. På myr vil det frigjøres betydelig mengde nitrogen i tilgjengelig form, avhengig av torvkvalitet, omdanningsgrad og klima. Det samme gjelder i noe mindre grad for moldrik og moldholdig mineraljord. Belgvekstenes evne til å fikserer nitrogen innebærer en betydelig reduksjon av behovet for N-tilførsel til eng med kløver eller lusern sammenliknet med rein grasmark. For fosfor må en på lang sikt regne med å tilføre noe mer enn det som tapes i avling og ved erosjon for å holde oppe fosfortilstanden på grunn av bindingen av fosfor i jorda. Behovet for kalium vil variere etter jordarten, særlig etter leirinnholdet, fra svært lågt eller ikke noe behov på K-rik leirjord, til full dekning av plantenes behov på torvjord, sandjord og annen mineraljord med lågt leirinnhold.

Nedenfor gjengis til slutt et par eksempler på gjødsel-tilråding, angitt i kg næringsstoff pr. dekar pr. år.

For eng til høyslått (Jetne 1987: Gras og grasdyrking):

	Kløverrik eng		Kløverfattig ung eng		N	K
	Første engår	Andre engår	N	K		
Leirjord	0-4	0-3	4-8	4-6	9-11	4-8
Sandjord	0-5	5-7	4-8	5-8	9-14	8-15
Moldjord	0	5-7	2-4	4-8	6-10	8-15
Myrjord	0-4	15-20	4-8	15-20	5-12	10-20

Fosformengde, alle jordarter i middels fosfortilstand: 3-4 kg pr. dekar pr år

Gjødslingsnormer for eng og beite (Norsk Hydro):

Eng:	N	P	K
<i>Flatbygder, Østlandet og Trøndelag</i>			
2 høstinger pr. år	18-24	2-4	10-16
3 - « -	22-30	2-5	12-20
<i>Fjellbygder og Nord-Norge</i>			
1 høsting pr. år	10-14	2-4	8-14
2 høstinger pr. år	16-22	2-5	10-16
<i>Kyst- og fjordbygder</i>			
2 høstinger pr. år	10-24	2-4	14-20
3 - « -	22-30	2-5	16-22
Beite:			
2 avbeitinger pr. år	12-16	2-4	8-12
3 - « -	16-22	2-4	10-16

