

Pl. kultur

INSTITUTT FOR PLANTEKULTUR  
Norges Landbrukshøgskole,  
1432 ÅS-NLH.

ENG - OG BEITEDYR KING PK 3

HØSTING OG GJØDSLING AV ENG

En oversikt over resultater av engforsøk i  
Norge og andre skandinaviske land.

Av

Ole Hans Baadshaug

Kurs: PK 3

Ås-NLH, desember 1975

Innhold

	<u>Side</u>
Forord	
I. Høstetid .....	1
A. Tida for første slått .....	1
1. Virkning på avling og forkvalitet .....	1
2. Virkning på plantebestanden .....	10
B. Andre slått (håslått) .....	13
II. Antall høstinger i sesongen .....	16
A. Virkning på avling og forkvalitet .....	16
B. Virkning på plantebestanden .....	24
III. Stubbehøgd .....	27
A. Virkning på avlingsnivået .....	27
B. Virkning på plantebestanden .....	30
1. Gjenvekst, voksemåte og konstitusjon .....	30
2. Botanisk sammensetning .....	33
C. Virkning på forkvaliteten .....	35
IV. Nitrogengjødsling .....	36
A. Virkning på avlingsnivået .....	36
1. Botanisk sammensetning .....	39
2. Høstetid og antall høstinger .....	43
3. Tilførsel av fosfor og kalium .....	46
4. Vanntilgang .....	47
5. Jordbunnsfaktorer .....	47
B. Virkning på plantebestanden .....	49
1. Plantenes konstitusjon .....	49
2. Botanisk sammensetning av enga .....	54
C. Virkning på forkvaliteten .....	59
1. Tørrstoffinnhold .....	59
2. Protein-innhold .....	62
3. Trevleinnhold .....	77
4. Sukkerinnhold.....	77
5. Mineralinnhold .....	79
6. Fordøyeligheten av foret .....	83

V. Fosforgjødsling.....	86
A. Virkning på avlingsnivået.....	86
B. Virkning på plantebestanden.....	91
C. Virkning på forkvaliteten.....	93
VI. Kaliumgjødning.....	95
A. Virkning på avlingsnivået.....	95
B. Virkning på plantebestanden.....	102
C. Virkning på forkvaliteten.....	103
VII. Kalking.....	109
A. Virkning på avlingsnivået.....	109
B. Virkning på plantebestanden.....	113
C. Virkning på forkvaliteten.....	115
VIII. Beiting av eng.....	116
IX. Litteratur.....	118

F O R O R D

Dette kompendiet hører til kurslitteraturen i PK 3, og er en videreføring av en foreløpig og mer ufullstendig oversikt som har vært brukt før.

Kompendiet er laget i samråd med professor dr. Birger Opsahl.

Ås-NLH, desember 1975.

Ole Hans Baadshaug

I. HØSTETID OG ANTALL HØSTINGER

A. Tida for første slått

1. Virkning på avling og forkvalitet.

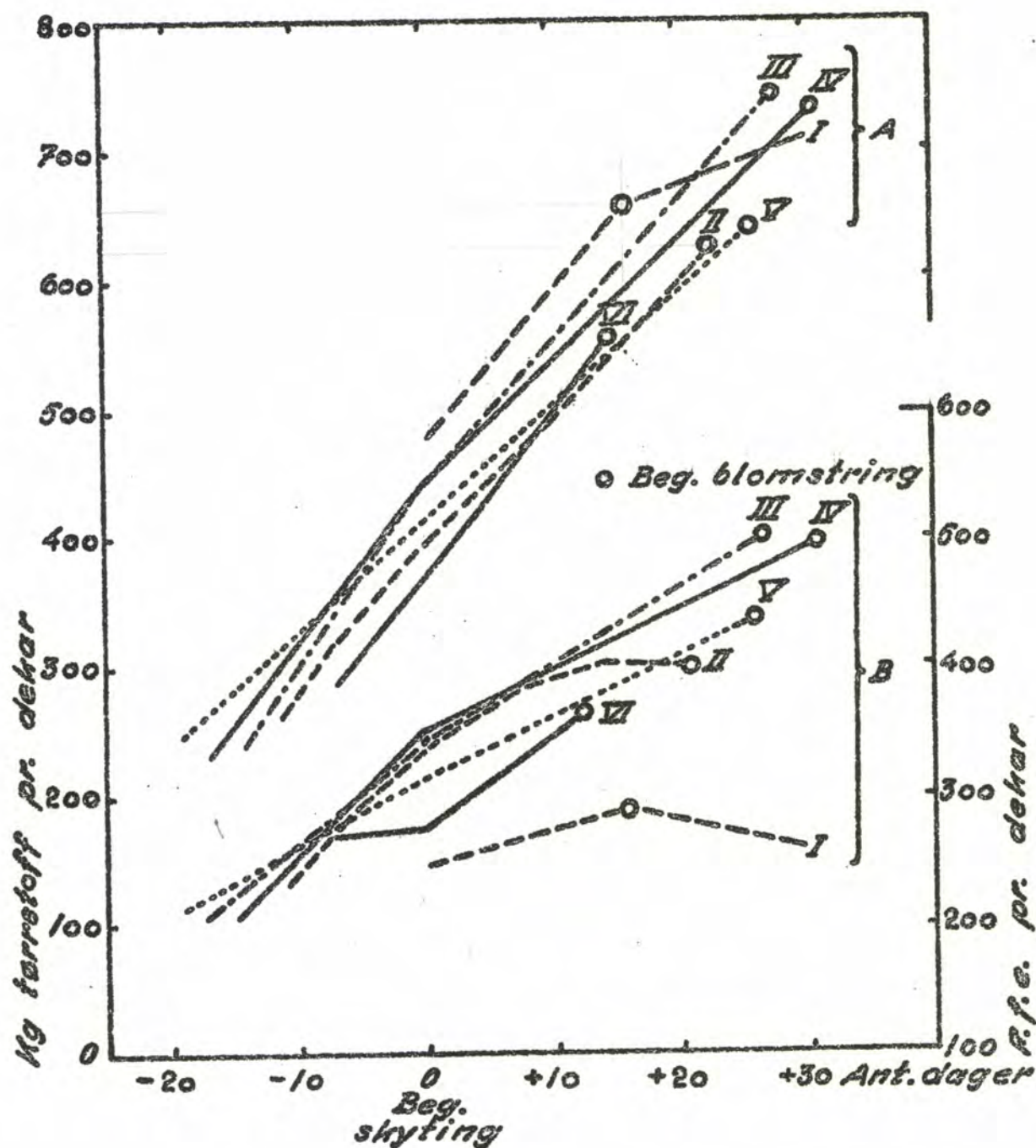
Virkingen av høstetida på avlingen ved første slått går fram av figur 1, som viser resultater fra forsøk på forskjellige steder i Norge. Avlingen av tørrstoff økte sterkt og temmelig jevnt med utsatt høstetid fram til begynnende blomstring av timotei. Etter denne tid ble tilveksten sterkt redusert (Linland 1932, Vik 1936, 1955, Fjærvoll 1938). På grunn av nedgang i energi-innholdet i foret var økningen i avling av fetningsforenheter med utsatt høstetid betydelig mindre enn økningen i tørrstoffavling. I enkelte av forsøkene var det til og med nedgang i forenhetsavling fra ca. 14 dager etter begynnende skyting av timotei.

Høstetida virker sterkt inn på forkvaliteten. Innholdet av trevler øker, mens protein-innhold, fordøyelighet og forenhetsverdi går ned med utsetting av første slått. Figur 2 viser resultater fra undersøkelser av protein- og trevleinnhold i timotei høstet til forskjellig tid. Endringene i innhold var sterkest tidlig i veksttida, før begynnende skyting, og avtok fram mot begynnende blomstring. Homb (1952) fant at dette særlig gjaldt økningen i trevleinnhold, mens nedgangen i protein-innhold var mer linjær med tida. Resultatene tyder ellers på at endringen i innhold av protein og trevler var minst like hurtig i Nord-Norge som i Sør-Norge i tida før begynnende skyting. Etter begynnende skyting var imidlertid endringen minst i de nord-norske forsøkene.

En har hittil betraktet kvalitetsendringene pr. dag i veksttida. I tabell 1 er endringene sett i sammenheng med utviklingsstadiet hos timotei.

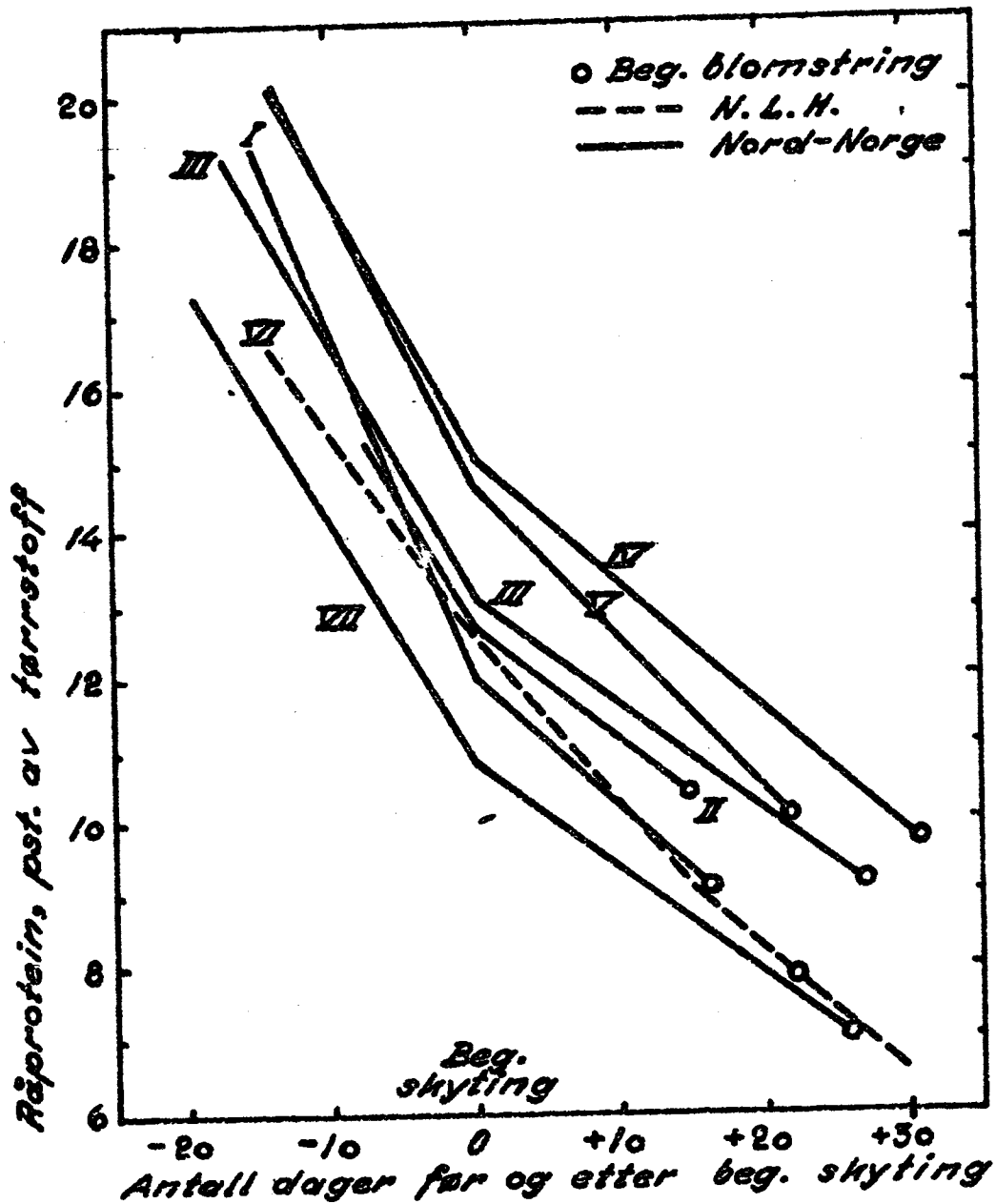
Tabell 1. Innhold av råprotein og trevler hos timotei ved begynnende skyting (a) og endringen fram til begynnende blomstring (b).

Kilde	Forsøkssted	Prosent av tørrstoff			
		Råprotein		Trevler	
		a	b	a	b
Homb 1953	NLH	12,6	-4,7	28,2	+5,1
Valberg 1972 & Bø	Tjøtta, Nordland	10,9	-3,8	30,6	+2,8
	Vågønes, Nordland	15,1	-5,3	30,9	+3,9
	Holt, Tromsø	13,1	-3,9	29,9	+4,9
Østgård 1962	Finnmark	12,7	-2,3	29,4	+2,7
	Holt, Tromsø	14,7	-4,6	31,1	+2,8
	Pasvik	12,0	-2,6	33,0	+0,7



I NLH (Vik 1955)	IV Vågønes (Nordl.)
II NLH (Homb 1953)	V Tjøtta "
III Holt (Tromsø)	VI Finnmark

Figur 1. Virkning av høstetid på avling av tørrstoff (A) og forenheter (B) ved første slått i timotei/kløvereng på NLH, og i timoteieng i Nord-Norge. Etter data fra Homb (1953), Vik (1955) og Valberg & Bø (1972).



- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| I Svanvik, Pasvik   | V Holt, Tromsø       |
| II Finnmark         | VI NLH               |
| III Holt, Tromsø    | VII Tjøtta, Nordland |
| IV Vågnes, Nordland |                      |

Figur 2. Innhold av råprotein i timotei ved forskjellige høstetider fram til blomstring. Data etter Homb (1953) Østgård (1962), og Valberg & Bø (1972).

Det var ingen klare forskjeller mellom forsøkene på NLH og lengre nord i landet når det gjelder nedgang i proteininnhold fra begynnende skyting til begynnende blomstring, men de to undersøkelsene i Finnmark viser en sterk tendens til mindre nedgang lengst nord i landet. Økningen i trevleinnhold fra skyting til blomstring var jevnt over mindre og til dels betydelig mindre i Nord-Norge enn i forsøket på NLH.

Forskjeller mellom Sør- og Nord-Norge i nedsatt forkvalitet med utsatt høsting kan virke rimelige, fordi en her betrakter endringene pr. dag. Den lågere temperatur i veksttida under nord-norske forhold skulle tilsi en langsommere utvikling av graset enn i Sør-Norge. Dette synes imidlertid ikke å være tilfellet, siden tida fra begynnende skyting til begynnende blomstring var 15-16 dager kortere i Finnmark enn på de andre forsøksstedene der tidsforskjellen var 22-31 dager. Det er mulig at virkningen av relativt låg temperatur blir mer enn oppveid av særlig lang dag i Nord-Norge.

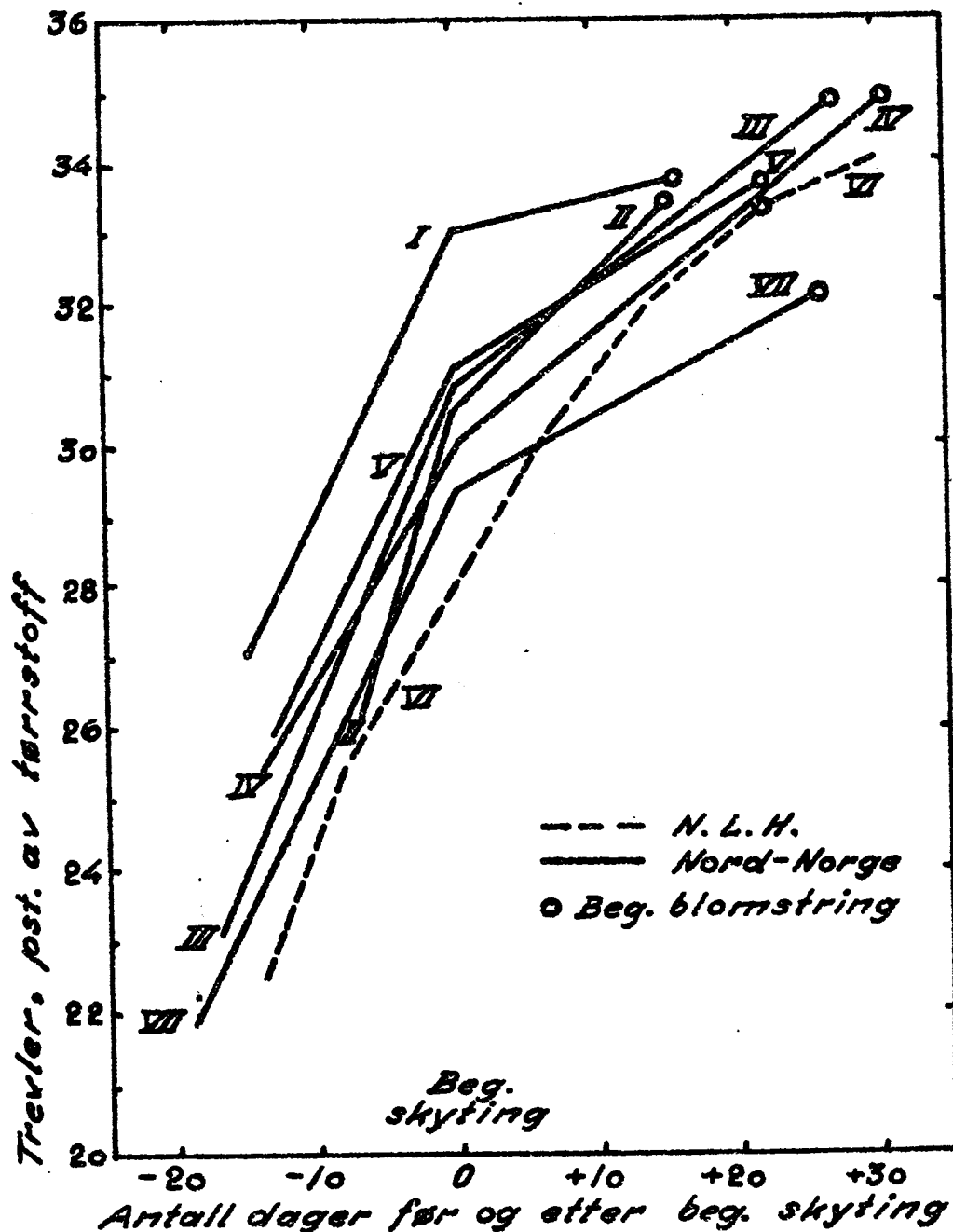
Ved vurdering av resultatene som er referert, må en også ta i betraktning forskjellene i vekstrytme mellom sorter av timotei. Det er kjent at veksthastigheten hos nord-norsk timotei avtar utover i sesongen sammenliknet med sorter fra Sør-Norge (Foss 1968).

Homb (1952) fant at endringen i protein- og trevleinnhold med utsatt slåttetid jevnt over var noe større for rødkløver enn for timotei. Mens innholdet av råprotein i timotei avtok med 1,6 prosentenheter pr. uke i perioden fra to uker før begynnende skyting til en uke etter begynnende blomstring, var nedgangen for rødkløver 2,1 prosentenheter pr. uke i denne perioden. Hos rødkløver var det en noe nær rettlinjet økning i trevleinnholdet med utsettelse av slåtten, i motsetning til hos timotei der økningen avtok gradvis (figur 3).

Fordøyeligheten av foret går ned med utsatt slåttetid (Homb 1952, Valberg & Bø 1972). Dette gjelder for det organiske stoffet totalt og for de enkelte stoffgrupper.

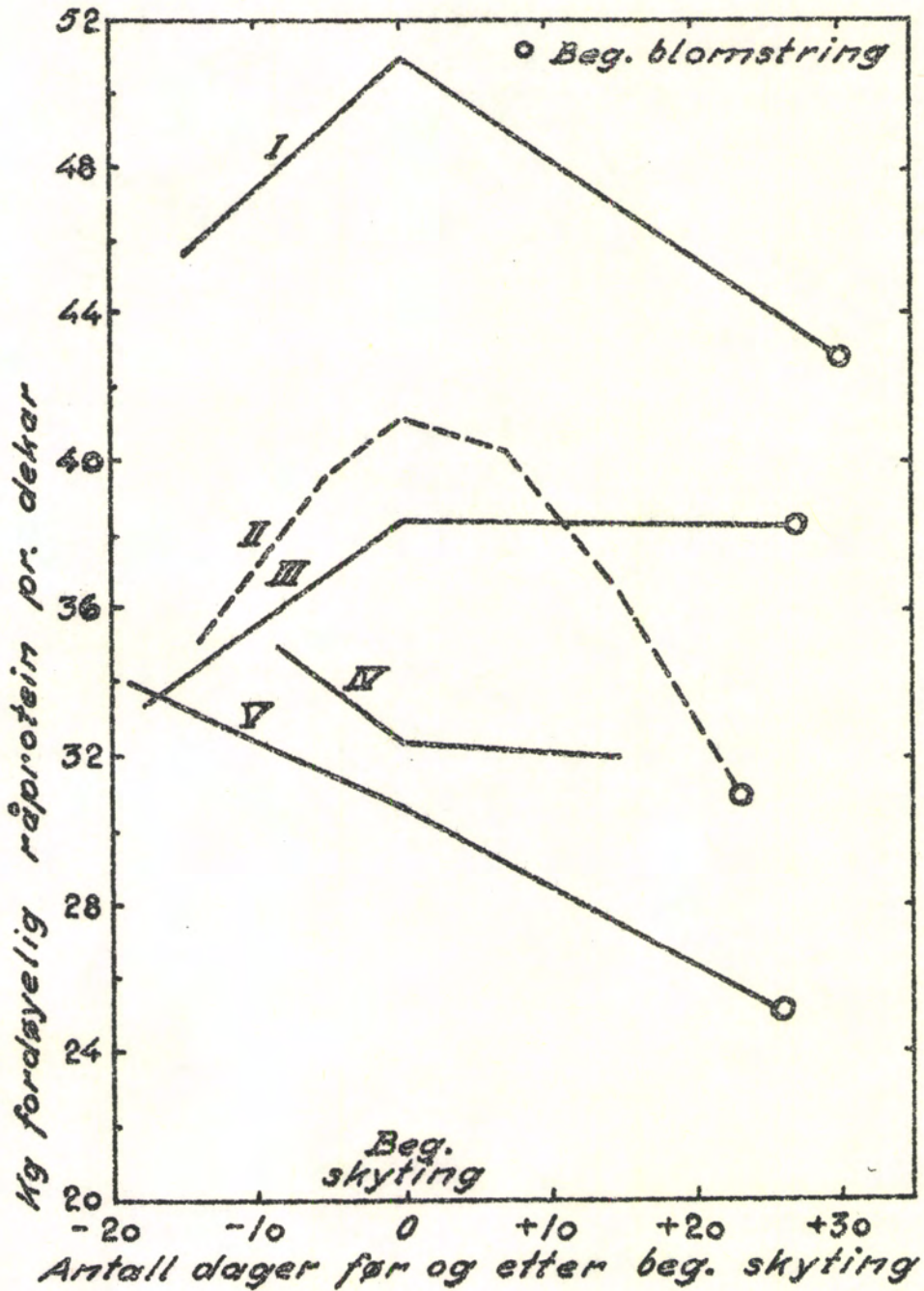
Virkningen av høstetida på innholdet og fordøyeligheten av råprotein innebærer at avlingskurven for fordøyelig råprotein får et vesentlig annet forløp enn kurven for tørrstoffavling som er vist i figur 1. Resultater fra forsøk der avlingen av fordøyelig råprotein ved forskjellig høstetid er undersøkt, går fram av figur 4. I timotei/kløver-





- |     |                   |     |                  |
|-----|-------------------|-----|------------------|
| I   | Svanvik, Pasvik   | V   | Holt, Tromsø     |
| II  | Finnmark          | VI  | NLH              |
| III | Holt, Tromsø      | VII | Tjøtta, Nordland |
| IV  | Vågånes, Nordland |     |                  |

Figur 3. Innhold av trevler i timotei ved forskjellige høstetider fram til begynnende blomstring. Data etter Homb (1953), Østgård (1962), og Valberg & Bø (1972).



- |          |             |
|----------|-------------|
| I Vågnes | IV Finnmark |
| II NLH   | V Tjøtta    |
| III Holt |             |

Figur 4. Avling av råprotein ved første slått ved forskjellig tidspunkt for høsting. Etter data fra Homb (1953) og Valberg & Bø (1972).

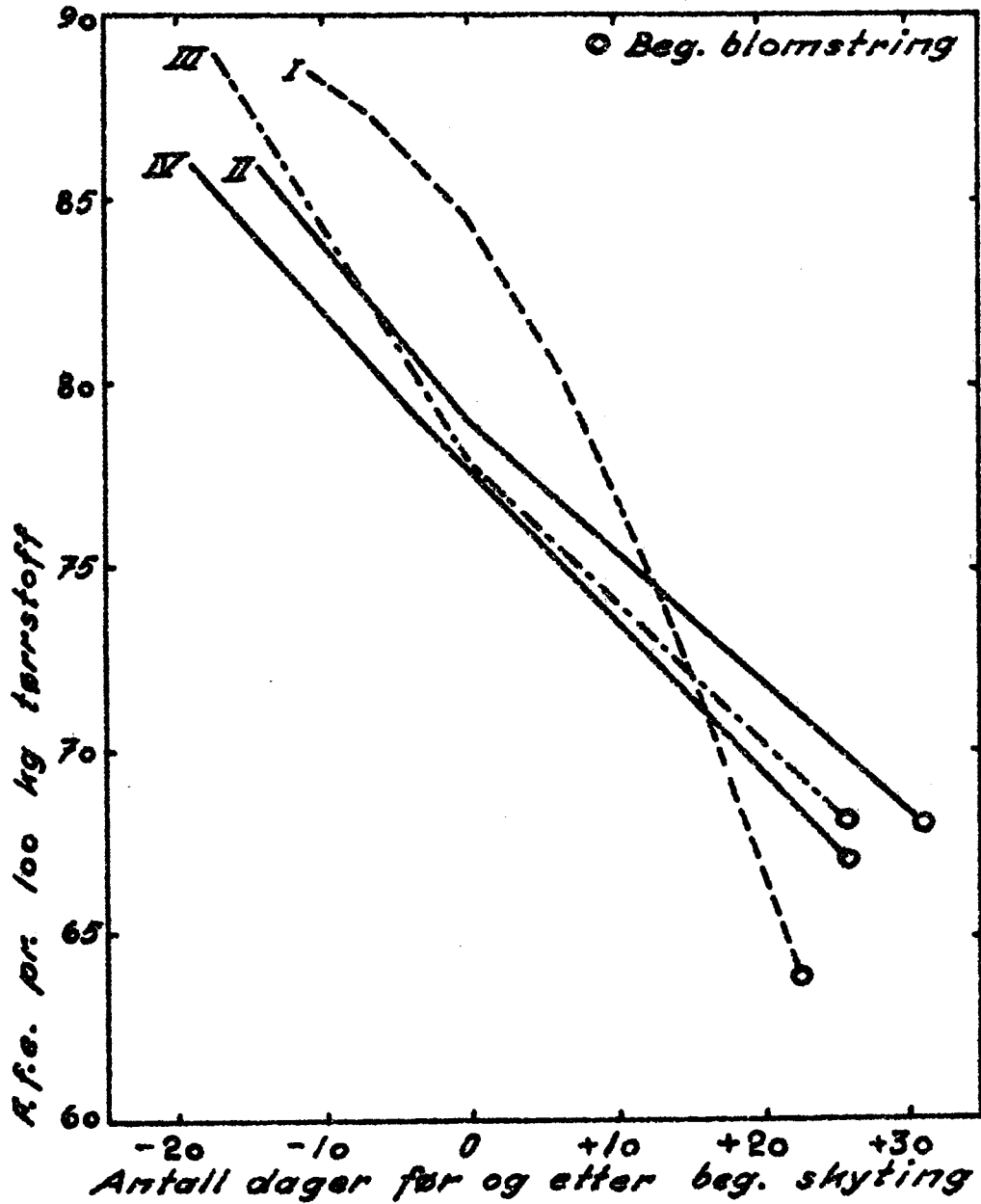
eng på NLH var det økning i protein-avlingen fram til begynnende skyting. Etter denne tid var det et gradvis hurtigere fall i protein-avling fram til begynnende blomstring. I Nord-Norge var det dels økning, dels nedgang i tida før begynnende skyting. Fram til begynnende blomstring var det der i alle tilfelle nedgang i protein-avling, men jevnt over var utslaget betydelig mindre enn i forsøket på NLH.

Økning i trevleinnhold og nedgang i fordøyelighet innebarer en kraftig reduksjon i forets energi-innhold med utsatt slåttetid. Dette går fram av figur 5. I forsøket på NLH var det et stadig raskere fall i forenhetsverdien i tiden fra 14 dager før begynnende skyting av timotei og fram til begynnende blomstring. I Nord-Norge var det også sterk nedgang, men endringen i perioden fra begynnende skyting til begynnende blomstring var betydelig mindre enn på NLH.

Utslaget av høstetida på størrelse og kvalitet av avlingen ved første slått vil i noen grad oppveies av utslag i motsatt retning ved andre og eventuelt tredje slått. En forutsetter da at gjenveksten blir høstet på en bestemt tid. Høstetida vil derfor bety mindre for total årsavling og kvaliteten av denne enn for avling og kvalitet ved første slått. Dette gjelder særlig for områder med lang veksttid. I høgtliggende strøk i Sør-Norge og i Nord-Norge vil det i langt mindre grad bli en slik utjevning.

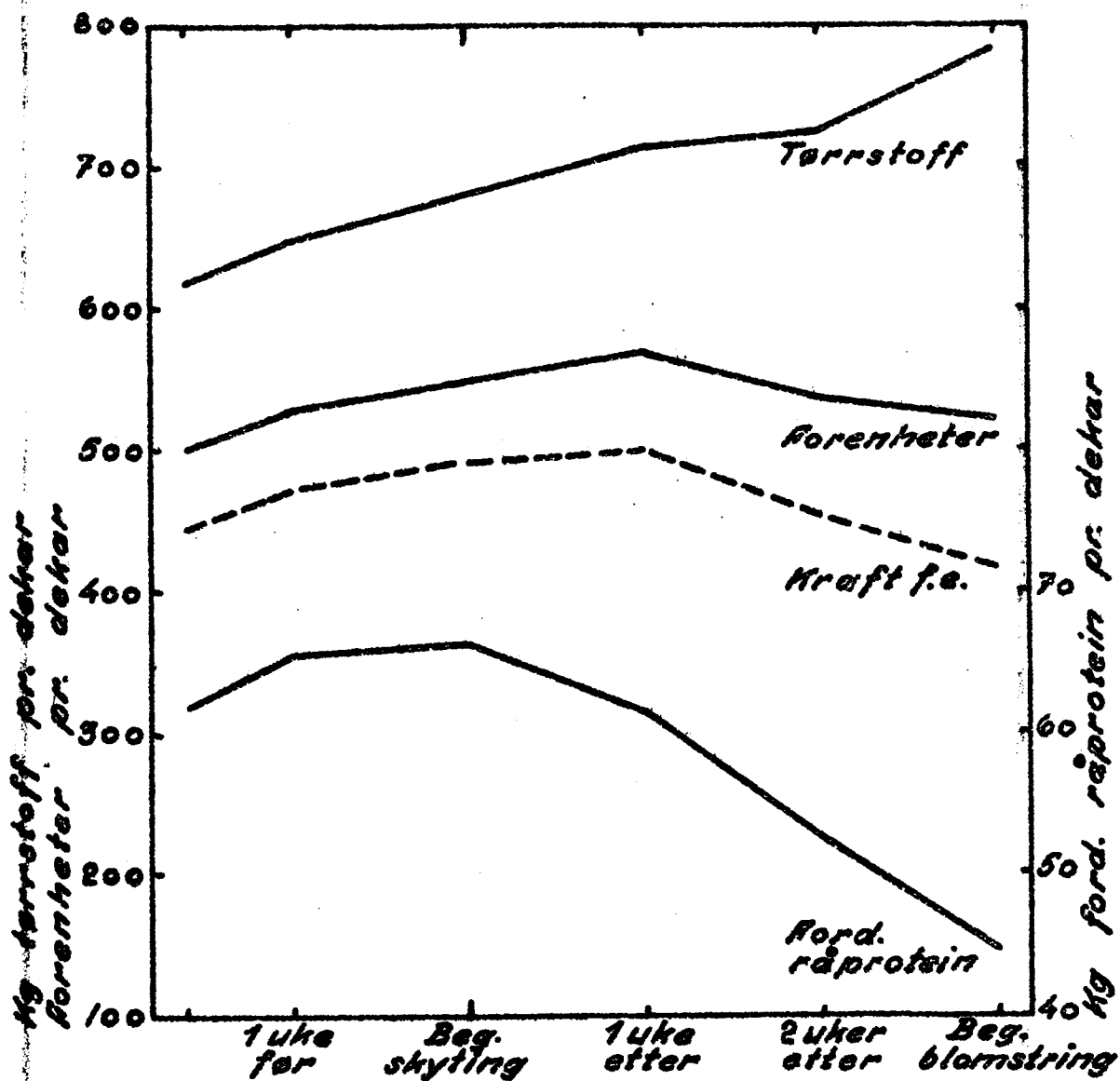
Figur 6 viser årsavling av tørrstoff, forenheter og fordøyelig råprotein i sum for 2 (3) høstinger i året ved forskjellig tid for første slått i timotei/kløver-eng. Figuren bygger på Hombs (1953) forsøk, men resultatene gjelder trolig generelt for lågereliggende strøk på Østlandet og andre områder med om lag samme veksttid og klimaforhold. Tørrstoffavlingen øker temmelig jevnt med utsatt første slått fram til begynnende blomstring av timotei. Reduksjonen i avling ved tidlig første slått er altså ikke fullt ut oppveid ved større gjenvekst. Andre forsøk i Sør-Norge har vist at det er ubetydelig økning av total tørrstoffavling ved å utsette første slått til etter begynnende blomstring (Linland 1932, Vik 1936, 1955).

Nedgangen i kvalitet med utsatt første slått medfører at kurvene for avling av forenheter og fordøyelig råprotein får et annet forløp enn kurven for tørrstoffavling. Avlingen av forenheter når maksimum ved første slått ca. en uke etter begynnende skyting og avtar når høstetida blir ytterligere utsatt. Maksimal avling av fordøyelig



I NLH                      III Holt  
II Vågnes                  IV Tjøtta

Figur 5. Virkning av høstetid på forenhetsverdien av første avling fra timotei/kløvereng på NLH, og fra timoteieng i Nord-Norge. Etter data fra Homb (1953) og Valberg & Bø (1972).



Utviklingstrinn hos timotei

Figur 6. Totalavling pr. dekar ved 2(3) høstinger av tørrestoff, forenheter, kraft f.e. og fordøyelig råprotein ved forskjellige tider for første slått.

råprotein oppnås når en slår ved begynnende skyting av timotei eller litt før. Når en tar både størrelse og kvalitet av avlingen i betraktning, skulle optimal tid for første slått i timotei/kløvereng være i tidsrommet fra begynnende skyting og ca. en uke framover.

I områder med kort veksttid, i Nord-Norge og i fjelltraktene i Sør-Norge, er det optimale tidspunktet for første slått betydelig seinere. I disse områdene vil tapet i tørrstoffavling ved tidlig første slått i langt mindre grad oppveies av en bedre gjenvækst enn tilfellet er i lågere strøk i Sør-Norge. Det er også av betydning i denne sammenheng at nedgangen i kvalitet når slåtten blir utsatt, er noe mindre i Nord-Norge enn i Sør-Norge (figur 2,3,4,5). Disse forholdene blir belyst nærmere i tabell 2 som viser årsavling pr. dekar etter første slått ved begynnende skyting av timotei (a) og utslaget når slåtten ble utsatt til begynnende blomstring (b). På NLH var det timotei/kløver-eng og i Nord-Norge rein timoteieng.

Tabell 2. Avling av tørrstoff, fetningsforenheter og råprotein pr. dekar ved begynnende skyting av timotei (a) og endring ved å utsette første slått til begynnende blomstring (b).

Kilde	Forsøkssted	Kg tørrstoff		Fetningsforenheter		Kg ford. råprotein	
		a	b	a	b	a	b
Homb (1953)	NLH	685	+107	553	-33	65,6	-21,7
Valberg og Bø (1972)	Tjøtta, Nordland	523	+189	427	+62	42,0	- 9,1
	Vågønes "	665	+197	512	+93	75,2	- 8,1
	Holt, Tromsø	625	+176	483	+71	57,8	-10,4
	Finnmark	523	+189	388	+106	48,7	+ 3,5
Østgård(1962)	Holt, Tromsø	737	+192	420	+ 45	58,2	- 9,4
	Pasvik	698	+162	393	+ 43	47,0	-10,0

Utsettelse av første høsting fra begynnende skyting til begynnende blomstring førte til større økning i total årsavling av tørrstoff og mindre nedgang i protein-avling i de nord-norske forsøkene enn på NLH. I Nord-Norge var det betydelig økning i avling av forenheter ved utsettelse av høstetida, mens det var nedgang på NLH.

## 2. Virkning på plantebestanden.

En rekke forsøk har vist at tidlig første slått virker negativt på varigheten av timotei. Prosent timotei i plantebestanden i slutten av forsøksperioden for forsøk i timoteieng med forskjellig tid for første

slått går fram av figur 7. Andre slått ble tatt til samme tid for alle forsøksledd. En ser at timoteien holdt seg betydelig bedre når første slått ble tatt omkring begynnende blomstring eller seinere, sammenliknet med slått omkring begynnende skyting eller tidligere. Særlig stort utslag fant Østgård (1962) i et forsøk på Holt i Tromsø. Også andre forsøk enn de som er referert i figuren, har vist at tidlig første slått virker negativt på timotei-bestanden (Vik 1936, Løvø 1938, Schjelderup 1970). Dette skyldes bl.a. at tidlig høsting reduserer timoteiens konkurransevne overfor andre grasarter og ugras. I blandingseng vil tidlig høsting også favorisere rødkløver i konkurransen med timotei (Vik 1936, Løvø 1938).

Tidlig høsting reduserer også overvintringsevnen hos timotei. Dette ble vist i høstetidsforsøk i timoteieng på Vågønes (Hansen 1946). Det 5. forsøksåret ble feltet sterkt skadet av "isbrann". Omfanget av skadene, bedømt i prosent av plantebestanden om våren, var størst på ruter som var høstet tidlig de fire foregående år:

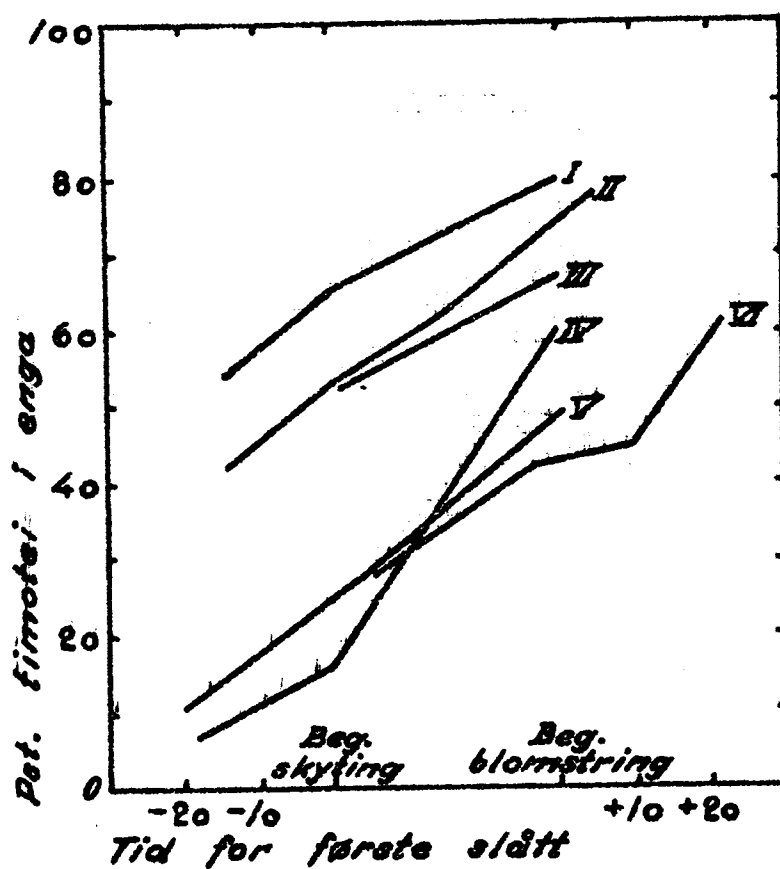
	30.	13.	24.	6.	11.
Dato for første slått	juni	juli	juli	aug.	aug.
Prosent skade	84	83	39	30	31

Ettervirkningen av varierende tidspunkt for første slått på avlingen det følgende år, som resultat av endring i plantebestand, er lite undersøkt direkte. Dette henger sammen med at en i de fleste høstetidsforsøk har beholdt de forskjellige høstledd gjennom hele forsøksperioden. I et ~~Alm~~ forsøk i timoteieng på Vågønes ble første slått tatt ved begynnende skyting (a) eller ved begynnende blomstring (b) gjennom fire år (Larsen 1972). Andre høsting ble foretatt til samme tid for begge ledd. Det femte året ble begge ledd høstet samtidig også ved første slått med følgende resultat:

Høstetid i fire år	a	b
Kg høy pr. dekar i 5. år	957	1058

Årsaken til ettervirkningen var trolig både at tidlig første slått førte til sterkere uttynning av timoteibestanden (figur 7) og svekket plantene mer enn sein første slått.

Tilsvarende negativ virkning av tidlig første slått på avlingen det følgende år ble også påvist av Løvø (1938) i timotei/kløvereng på Voll (Sør-Trøndelag), og av Valberg & Bø (1972) i timoteieng på Holt (Tromsø).



- I Holt, 3.-5. forsøksår (Valberg & Bø 1972)
- II Berset, 5. forsøksår (Olsen 1973)
- III Vågønes, 4. forsøksår (Larsen 1972)
- IV Holt, 5.-6. forsøksår (Østgård 1952)
- V Svanvik, Pasvik, 3. forsøksår (Østgård 1962)
- VI Vågønes, 6. forsøksår (Hansen 1946).

Figur 7. Virkning av tidspunkt for 1. slått på varigheten av timotei. Prosent timotei ved slutten av forsøksperioden.



B. Andre slått (håslått).

Tabell 3 gir en oversikt over forsøk der en har sammenliknet virkningen av å la gjenveksten etter første slått visne ned om høsten (a) og å ta andre slått (b). Med unntak for forsøkene til Valberg & Bø (1972) og den ene forsøksserien til Hernes (1972) ble det ikke gitt overgjødning etter første slått, som ble tatt ved vanlig tid for høyslått, dvs. fram mot begynnende blomstring.

I alle tilfellene førte høsting av gjenveksten til redusert avling ved første slått året etter. Utslaget varierte fra 18 til 174 kg høy pr. dekar og år. Bortsett fra forsøket på Tjøtta (Valberg & Bø 1972) og på Holt (Vikeland 1954), der gjenveksten var svært liten, var avlingen i andre slått mer enn stor nok til å oppveie dette avlingstapet i første slått, slik at total avling var størst når gjenveksten ble høstet.

I forsøket til Vik (1955) var den negative ettervirkningen av høsting av gjenveksten om lag den samme enten første slått ble tatt ved begynnende skyting av timotei (21/6) eller ved begynnende blomstring (7/7). Gjenveksten var naturlig nok størst ved tidligste første slått. Det positive utslaget i totalavling ved å høste to ganger var derfor størst ved tidlig første slått. I dette forsøket var det en tendens til større negativ ettervirkning etter middels tidlig andre slått enn etter tidlig og sein andre slått, men forskjellen var liten. I forsøket til Sjøseth (1964) var det klart minst negativ virkning på første slått det følgende år etter tidligste høsting av gjenveksten. Det var her en tendens til at sein høsting av gjenveksten hadde noe mindre negativ ettervirkning enn middels sein håslått. I begge undersøkelsene økte avlingen i andre slått jevnt med utsatt høstetid, slik at total avling ble størst ved seineste håslått.

Tendensen i retning av mindre negativ ettervirkning etter tidlig og sein håslått enn etter middels sein håslått har også vist seg i andre undersøkelser. I forsøk i Troms og Finnmark var det noe mindre avling ved første slått etter håslått 5. september enn etter håslått 20. august eller 20. september (Østgård 1962). I forsøk på Tjøtta fikk en betydelig større avling ved første slått etter sein håslått, ca. 15. oktober enn etter normal håslått, ca. 15. september. Forskjellen var 105 kg høy pr. dekar i gjennomsnitt for forskjellige engtyper (Bø 1970). I et finsk forsøk med forskjellige tider for håslått i engsvingel-eng ble skuddtetthet og avling året etter registrert (Huokuna 1971):

Dato for håslått	5/9	15/9	25/9	5/10
Antall skudd pr. 30 cm rad	212	104	218	323
Avling, kg høy pr. dekar	153	94	142	221

Også i dette tilfellet hadde middels tidlig håslått, 15. september, negativ ettervirkning sammenliknet med tidligere og seinere slått.

Resultatene fra forsøkene på Løken i tabell 3 viser ellers at ulike engtyper reagerer noe forskjellig på håslått. Olsen (1969) fant at håslåtten hadde mindre negativ ettervirkning og gav større positivt utslag i totalavlingen i eng med engsvingel, timotei og engkvein enn i rein timotei/kløvereng. Tilsvarende forskjeller i virkning av håslått fant Hernes (1972) mellom engsvingel og timotei dyrket i reinbestand. Det var noe større negativ ettervirkning av håslått på avling i første slått hos hundegras og bladfaks enn hos timotei. Disse artene gav imidlertid forholdsvis stor håavling, slik at forskjellen i utslag sammenliknet med timotei ble helt eller delvis oppveid i den totale avlingen.

I den ene forsøksserien på Nord-Østlandet (Hernes l.c.) ble det gitt 4 kg N som overgjødning etter første høsting både til ledd a og ledd b. Det var derfor betydelig større håavling og større positivt utslag i totalavling for ledd b enn i den andre forsøksserien, der det ikke ble gitt overgjødning. I forsøkene til Valberg & Bø (1972) ble det overgjødning med nitrogen etter første slått på ledd b, men vårgjødslinga ble redusert tilsvarende, slik at total årlig nitrogenmengde var den samme som for ledd a.

I nesten alle forsøk hadde håslått negativ virkning på varigheten av timotei, men det var stor variasjon i utslaget. Mest uheldig virkning var det i forsøket på Mæresmyra (Lende-Njaa 1921). På ett av feltene var det på ledd a og b etter tur 65 og 15 prosent timotei i enga siste forsøksåret.

Et forsøk på Holt viste at virkningen på timoteiens varighet kan være avhengig av tida for håslåtten (Østgård 1962):

Dato for håslått	20/8	5/9	15/9
Prosent timotei 6. forsøksåret	49	26	22

Tabell 3. Forsøk med virkning av håslått på avling i 1. slått det påfølgende år, og på totalavling. a. Ikke håslått. b. Håslått  
 1) 4.-6. år. 2) Overryddeling etter 1. slått. 3) Engsvingel/timotei/engkvein/kløver.

Kilde	Forsøkssted	Antall felter	Varighet av hvert felt, år	Engbestand	Tidspunkt for		Avling og evlingsutslag, kg høy pr. dekar		Prosent isådd gras		
					1.sl.	2.sl.	a	b	1.+2.sl.	siste forsøksår	
										a	b
Lønde-Njaa (1921)	Meresmyra	2	7	Tim./engrapp	-	30/9	583	-42	+132	41	9
Vik (1936)	NLE	2	4	Tim./kløver	-	-	771	-69	+53	96	85
Vikeland (1954)	Holt, Tromsø	1	4	Timotei	-	-	705	-70	-44	72	55
Vik (1955)	NLE	9	4	Tim./kløver	21/6	-	562	-95	+130	90	86
"	"	9	4	"	7/7	-	742	-90	+63	92	87
"	"	9	4	"	-	31/8	552	-88	+82	91	86
"	"	9	4	"	-	23/9	-	-104	+88	-	87
"	"	9	4	"	-	12/10	-	-86	+206	-	87
Sjøseth (1964)	Sør-Østlandet	3	2	Tim./kløver	-	15/8	845	-34	+260	-	-
"	"	3	2	"	-	5/9	-	-141	+273	-	-
"	"	3	2	"	-	25/9	-	-126	+324	-	-
Olsen (1969)	Løken, Ø.Slidle	1	5	Tim./kløver	-	-	697	-53	+169	86	74
"	"	1	6	Tim./kløver	-	-	672	-86	+105	79	49
"	"	1	6	Allsidig 3)	-	-	670	-40	+141	92	91
Hernes (1972)	Løken, Ø.Slidle	3	6	Timotei	13/7	5/9	676	-79	+50	91 <sup>1)</sup>	88 <sup>1)</sup>
"	"	3	6	Hundegras	-	-	646	-104	+55	99 <sup>1)</sup>	99 <sup>1)</sup>
"	"	3	6	Bladfaks	-	-	802	-131	+25	99 <sup>1)</sup>	99 <sup>1)</sup>
"	"	3	6	Engsvingel	-	-	567	-52	+75	95 <sup>1)</sup>	97 <sup>1)</sup>
"	Fjellbygdene	19	2-6	-	17/7	9/9	748	-65	+71	87	86
"	Nord-Østlandet	11	2-6	-	17/7	9/9	812	-78	+177 <sup>2)</sup>	84	81
Valberg & Bø (1972)	Tjøtta	1	4	Timotei	22/7	1/9	715	-73	-1 <sup>2)</sup>	83	77
"	Vågenes, Bodø	4	2	"	27/7	3/9	774	-41	+88 <sup>2)</sup>	70	61
"	Holt, Tromsø	2	3-5	"	6/8	30/8	758	-18	+43 <sup>3)</sup>	74	80

3. Antall høstinger i sesongen.

a. Virkning på avling og forkvalitet.

Framskyting av tidspunktet for første slått gjør det ofte aktuelt å øke antall høstinger i sesongen. I lågere strøk i Sør-Norge der det tidligere, ved konservering av gras som høy, var mest vanlig med to høstinger i sesongen, tar en nå gjerne tre, og første slått faller ved begynnende skyting av timotei. I områder med kortere veksttid, i fjelltraktene i Sør-Norge og i deler av Nord-Norge, er det ofte aktuelt med to høstinger i stedet for en, som var det vanlige tidligere. Tabell 4 gir en oversikt over forsøk i Sør-Norge der en har sammenliknet to (a) og tre (b) høstinger av slåttee- og forsøk i Nord-Norge og på Berset seter i Valdres (1000 m o.h.) med en (c) og to (d) høstinger. Utslaget i avling for forskjellig antall høstinger varierte sterkt, bl.a. avhengig av høstetid og plantebestand. Med unntak for forsøket på Mæresmyra (Celius 1969) ble det gitt en ekstra overgjødsling med N etter andre høsting av ledd (b). På Sør- og Vestlandet (Harbo 1973, Hovde 1974a) ble det gjødslet ekstra både med N,P og K. Likevel var tørrstoffavlingen i nesten alle tilfellene mindre ved tre høstinger enn ved to. Det var særlig stort utslag på Fureneset (Myhr 1971 a). Dette må bl.a. sees i sammenheng med at første slåtten på ledd (a) ble foretatt relativt seint, 1. juli, og med stor avstand i tid, 19 dager, i forhold til ledd (b). I forsøkene på Østlandet, der avlingsforskjellene var betydelig mindre, ble ledd (a) høstet tidligere og med mindre avstand i tid sammenliknet med ledd (b). Resultatene fra Løken (Hernes 1972) illustrerer klart betydningen av tida for første høsting ved slike sammenlikninger. Når ledd (a) ble høstet tidlig, ble avlingen mindre enn for ledd (b). Ved seinere høsting, omkring normal tid for høyslått i dette området, gav ledd (a) størst avling. Det går ellers fram at engsvingel tåler tre høstinger bedre enn timotei. Det negative utslaget i avling sammenliknet med to høstinger var i alle tilfelle mindre når engsvingel utgjorde en vesentlig del av plantebestanden enn når timotei var eneste grasart.

Også næringstilgangen er av betydning i denne sammenheng. Dette ble vist i forsøkene til Hovde (1974 a), som også omfattet stigende mengder tre-sidig gjødsling. Resultatene for svakeste og sterkeste gjødsling går fram av oppstillingen nedenfor, som viser avling ved to høstinger (a) og avlingsutslag ved tre høstinger (b) i kg tørrstoff pr. dekar.

Kg pr. dekar pr. år			Vestlandet		Agder, Rogaland	
N	P	K	a	b	a	b
20	4	19	1018	-171	1146	-117
32	6	30	1080	-143	1213	- 57

Nedgangen i tørrstoffavling ved tre høstinger i sesongen blir i større eller mindre grad oppveid av bedring i forkvaliteten. På grunn av manglende kvalitetsundersøkelser gir forsøkene imidlertid ikke grunnlag for noen fullstendig vurdering av utbyttet ved to kontra tre høstinger i sesongen. For feltet i engsvingel-eng på Sør-Østlandet (Grønnerød 1968) ble reduksjonen i tørrstoffavling ved tre høstinger uten tvil oppveid av øket energi-innhold i foret, slik at avlingen av forenheter var like stor som ved to høstinger. Om dette også gjelder for timotei/kløver-eng er mer uvisst. I forsøket på Fureneset (Myhr 1971 a) var økningen i forets energi-innhold på langt nær nok til å oppveie reduksjonen i avling ved tre høstinger. På Mæresmyra og på timotei/kløver-eng i det første forsøket på Voll (Tranmæl 1973 a) var det trolig også minst forenhetsavling ved tre høstinger. På timotei/engsvingel/kløver-eng i dette forsøket og i de andre forsøkene i Trøndelag (Tranmæl 1973 b) ble reduksjonen i tørrstoffavling sannsynligvis oppveid av økningen i forenhetskonsentrasjon ved tre høstinger. Dette gjelder også de nyere forsøkene på Sør- og Vestlandet, i hvert fall forsøkene til Hovde (1974 a) i Agder og Rogaland.

I alle forsøkene der protein-innholdet i graset ble undersøkt, var det størst avling av fordøyelig råprotein ved tre høstinger. Dette skyldtes dels det høyere protein-innholdet i ungt gras enn i eldre gras, og dels den noe sterkere N-gjødsling ved tre høstinger.

Ved sammenlikning av en og to høstinger i sesongen i områder med kortere veksttid var resultatene svært varierende. Valberg & Bø (1972) viste at i Nord-Norge vil valget av høstetid avgjøre om høsting av timoteieng to ganger i sesongen kan konkurrere avlingsmessig med en høsting til "vanlig" tid for høyslått (ved begynnende blomstring). Det var negativ utslag i avling både av tørrstoff og forenheter for to høstinger når første høsting ble foretatt ved begynnende skyting eller tidligere. I disse forsøkene var det en del gjenvekst etter slått ved begynnende blomstring av timotei, og best avlingsresultat ble oppnådd ved første høsting på dette stadiet og seinere høsting av gjenveksten. Avlingen av råprotein var i alle tilfelle størst ved to høstinger.

Tabell 4. Resultater av forsøk med forskjellig antall høstinger av eng.

Kilde	Forsøkssted	Antall felt	Antall år	Forsøksperiode	Engbestand	Utviklingsstadium v.l. høsting	Høstedata		Kg tørrstoff		Avling og avlingsutslag pr. dekar	
							a	b	a	b	a	b
Grønnerød (1968)	NLH	1	3	1965-67	Timotei/kløver	-	24/6-30/8	9/6-21/7-15/9	946	-149	105	+ 23
"	Askim	1	3	1965-67	Engsv.m. 15% tim.	-	"	"	784	- 20	110	+ 23
"	NLH	1	3	1966-68	Timotei/kløver	-	22/6-21/8	7/6-23/7-16/9	918	-175	120	+ 5
"	"	1	3	"	Tim./engsv./kløver	-	"	"	914	- 75		
Myhr (1971a)	Fureneset	1	1	"	Timotei/kløver	Beg. skyt.	1/7-1/9	12/6-27/7-20/9	1400	-440	120	+ 5
"	"	1	1	"	Tim./engsv./kløver	"	"	"	1380	-380		
"	"	1	1	"	Timotei/raigras	"	"	"	1370	-390		
Cellius (1969)	Møresmyra	1	2	1966-67	Timotei	7.dg.f. beg. bl.	8/7-8/9	15/6-1/8-8/9	1089	-294	-100	+ 5
Hernes (1972)	Løken	1	1	"	Timotei	"	17/7-6/9	12/6-2/8-15/8	870	-123		
"	"	1	1	"	"	"	20/6-6/9	"	719	+ 28		
Tranmæl (1973a)	Voll	1	3	"	Timotei/kløver	"	1/7-25/8	16/6-2/8-2/10	1025	-228		
"	"	1	1	"	Tim./engsv./kløver	"	"	"	1047	-118		
"	Trøndelag	21	1-3	1968-72	Timotei eller Timotei/engsv.	14.dg. e. beg. skyt.	5/7-3/9	18/6-9/8-30/9	1035	-120		
"	Voll	3	2	1970-72	"	"	1/7-25/8	17/6-4/8-4/10	1013	-119	137	+ 17
Harbo (1973)	Jaren	2	2	1971-72	Timotei/engsv./raig.	"	26/6-31/8	12/6-1/8-29/9	1383	-143	151	+ 32
Hovde (1974a)	Vestlandet	21	1-3	1971-74	Tim./engsv./markrapp	"	30/6-27/8	15/6-1/8-23/9	1063	-163	133 <sup>2)</sup>	+ 13 <sup>2)</sup>
"	Agder, Rog.	10	1-3	"	"	"	"	"	1186	- 80	153 <sup>3)</sup>	+ 32 <sup>3)</sup>

Kilde	Forsøkssted	Antall felt	Antall år	Forsøksperiode	Engbestand	Utviklingsstadium v.l. høsting	Høstedata		Kg tørrstoff		Avling og avlingsutslag pr. dekar	
							a	b	a	b	a	b
Valberg & Bø (1972)	Nord-Norge	9	1-4	1958-65	Timotei	Beg.bl.	c	d	742	-192	72	+ 10
"	"	9	1-4	"	"	Beg. skyt.	"	"	-122	-25	+ 15	
"	"	9	1-4	"	"	Beg. bl.	"	"	+ 47	+ 55	+ 11	
Østgård (1970)	Holt, Tromsø	1	1	1965	Timotei l. engår	Beg. skyt.	3/8	19/7-8/9	740	-120		
"	"	1	1	1969	Natureng 5. forsøksår	"	8/8	3/7-29/9	630	+100		
"	"	1	5	1965-69	"	"	30/7	12/7-10/8	674	- 23		
Rapp (1972)	Pasvik	1	4	1968-71	Rappeng	"	ca. 1/8	2-15/7-15-30/8	472	+161		
Hernes (1972)	Berset 1)	1	6	1961-66	Timotei	"	14/8	15/7-4/9	717	-278		
"	Ø. Slidre 1)	1	1	"	Timotei/engkvein	"	"	"	696	-208		
"	"	1	1	"	Engsvingel	"	"	"	603	-146		
"	"	1	6	1964-69	Timotei	"	"	"	627	-122		
"	"	1	6	"	Engrapp	"	"	"	484	- 1		

1) 1000 m.o.h. 2) Gj.sn. 3 felter 3) Gj.sn. 9 felter

I forsøk på Holt (Østgård 1970) var det stort negativt utslag for to høstinger første forsøksåret. Det siste (5.) året var det nesten like stort utslag i motsatt retning. Første året var det nesten rein timotei. Timoteien gikk etter hvert ut, og siste året var den botaniske sammensetningen om lag som i natureng med engrapp som hovedgrasart. Denne endringen var hovedårsaken til forskjellig avlingsutslag. Også i forsøk i Pasvik gav natureng med overveiende rapparter betydelig større avling ved to høstinger enn ved en høsting (Rapp 1972).

I forsøkene på Berset, 1000 m.o.h., var det store negative utslag i tørrstoffavling for to høstinger sammenliknet med en høsting. Dette gjaldt særlig for timotei, men også for timotei/engkvein og engsvingel var utslaget så stort at det neppe ble oppveid av den bedre forkvaliteten ved to høstinger. Andre forsøk på Berset, som også omfattet forskjellige tider for første slått, bekreftet at to høstinger i sesongen ikke er aktuelt for timotei-eng i denne høyden (Olsen 1973). For at det skal bli noen gjenvekst å høste i det hele tatt, må første slått foretas svært tidlig, før begynnende skyting. Foruten å redusere avlingen sterkt kan dette virke negativt på timoteiens varighet (jfr. figur 7).

Liksom i Nord-Norge viste det seg også på Berset (Hernes 1972) at engrapp tåler to høstinger i sesongen langt bedre enn timotei, og gav her om lag samme avling av tørrstoff som ved en høsting. Når en tar forkvaliteten i betraktning, var det utvilsomt et betydelig positivt utslag for to høstinger. Avlingsnivået lå imidlertid lågt, sammenliknet med timotei som ble høstet en gang.

Det vil i mange tilfelle være aktuelt å høste grasmark mer enn tre ganger i sesongen. Dette gjelder for vanlige beiter, ved null-beiting, ved dyrking av gras for kunstig tørking og ved forskjellige kombinasjoner av slått og beite.

I forsøk med forskjellig antall høstinger for beite på Apelsvoll ble resultatet i gjennomsnitt for 6 forsøksår (Strande 1952):

	Antall høstinger pr. år		
	4	6	10
Kg tørrstoff pr. dekar	595	501	355
" Råprotein " "	95	98	86

Tørrstoffavlingen gikk ned ved hyppigere høsting, mens avlingen av råprotein var litt større ved 6 enn ved 4 høstinger pr. år. Det ble her gjødslet svakt og med de samme mengder til alle ledd: 9,3 kg N, 2,4 kg P og 6,6 kg K pr. dekar pr. år. Nedgangen i tørrstoffavling ved flere høstinger kan reduseres ved sterk gjødsling, særlig med nitrogen. Grasets behov for nitrogen og evnen til å utnytte store mengder, øker med antall høstinger. Dette forholdet er illustrert i figur 8 som bygger på et forsøk i Danmark (Nørgaard Pedersen et al. 1971).

Norske undersøkelser har gitt liknende resultater. På Særheim prøvde en tre eller fem høstinger pr. år i kombinasjon med stigende N-mengder til rein engsvingeleng (Pestalozzi 1974). Avling av tørrstoff i kg pr. dekar og i relative tall var i middel for to år:

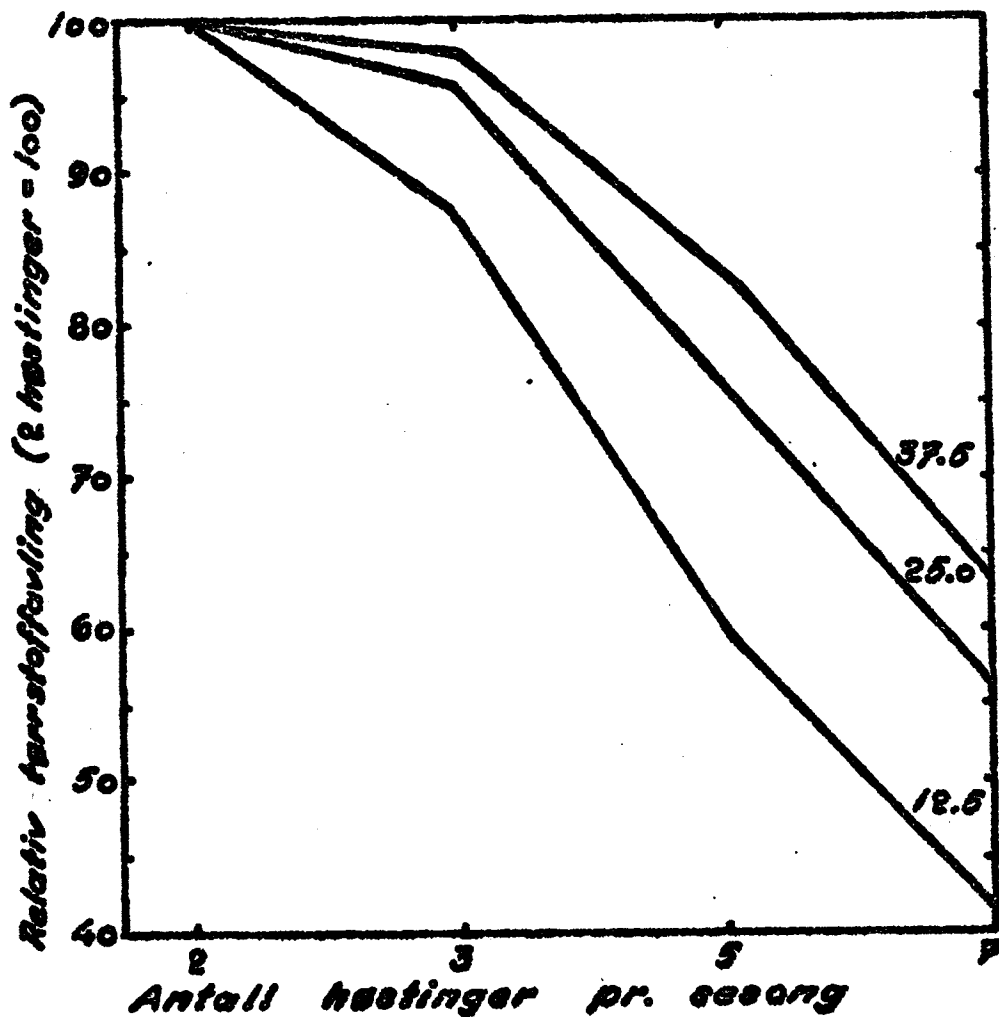
Kg N pr. dekar	3 høstinger	5 høstinger
15	735 (100)	478 (65)
30	1144 (100)	843 (74)
45	1245 (100)	1102 (89)

Resultatene fra forsøkene til Hovde (1974 a) som er referert foran, kan delvis henge sammen med økning i behovet også for P og K med stigende antall høstinger.

I tabell 5 er gjengitt resultater fra norske forsøk med sterk N-gjødsling og opp til fire eller fem høstinger i sesongen. Til tross for høsting så ofte, lå avlingsnivået jevnt over svært høgt. Ved slik driftsmåte gir engsvingel og hundegras eller blandinger med disse artene større avling enn rein timotei eller timotei og kløver i blanding. På Sør- og Vestlandet vil dette også gjelde for raigras.

Resultatene fra forsøket på Særheim med stigende N-mengder helt opp til 60 kg pr. dekar til engsvingeleng viser et svært høgt avlingsnivå. Den sterke gjødslinga gikk imidlertid ut over engsvingelbestanden, slik at utslaget for stigende N-mengder var betydelig mindre enn det første (Pestalozzi 1974 c). Raustein (1972) fant bare svak nedgang i avlingen ved å øke antall høstinger i sesongen fra tre til fire. Videre økning til fem høstinger førte til en svak stigning i avlingen. Dette noe overraskende resultat henger dels sammen med at det ble gitt N-tilskudd etter hver høsting, unntatt etter den siste, slik at årlig N-mengde økte med antall høstinger. Dessuten omfattet de to første høsteleddene (tre og fire høstinger) henholdsvis to og tre ganger beiting, som kan ha ført til skade på plantebestanden og redusert vekst,





**Figur 8.** Virkning av høstetall på avling av tørrstoff i gras ved 12,5, 25 og 37,5 kg N pr. dekar. Gjennomsnitt for to forsøksår og fire grasarter i reinbestand. Data etter Nørgaard Pedersen et. al. (1971).

Tabell 5. Forsøk med sterk N-gjødsling og 3-5 høstinger av forskjellige typer engbestander.

T = timotei eller timotei/kløver, E = Engsvingel, H = Hundegras, R = Raigras, B = bladfaks.

Kilde	Sted	Antall		Kg N pr. dekar	Avling, Kg tørrestoff pr. dekar pr. år										
		Felt år	Forsøks- høstinger pr. år		T	E	T+E	H	H+R	T+R	R	B			
Uverud (1967)	Apelsvoll	1	3	37	617	699	-	818	-	-	-	-	-	-	593
Myhr (upubl.)	Fureneset	3	3	32	808	920	932	-	-	-	841	-	-	-	-
Raustein (1972)	Sarheim	2	4	28	933	-	997	1105	1147	1085	-	-	-	-	-
		2	4	34	840	-	946	1019	1077	1066	-	-	-	-	-
		2	4	44	946	-	1016	1092	1152	1149	-	-	-	-	-
Pestalozzi (1973)	Sarheim	1	2	28	890	1150	-	1170	-	-	-	-	1150	-	-
		1	2	34	760	1010	-	1140	-	-	-	-	1130	-	-
		1	2	40	760	930	-	1170	-	-	-	-	1150	-	-
Pestalozzi (1974)	Sarheim	1	2	60	-	1308	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1	2	60	-	1161	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1	3	18-28-38	1052	1014	-	1209	-	-	-	-	-	-	984
Stabbetorp (1974)	Øsaker	1	3	18-28-38	846	856	-	964	-	-	-	-	-	-	788
		1	3	18-28-38	846	856	-	964	-	-	-	-	-	-	788

- 1) Siloslått + 2 ganger beiting
- 2) " + 3 " "
- 3) 5 ganger slått på beitestadjet

mens det siste leddet (fem høstinger) ble høstet bare ved slått.

I et seinere forsøk på Særheim, der det bare ble høstet ved slått, var det nedgang i tørrstoffavlingen med stigende antall høstinger for timotei, engsvingel og hundegras, men ikke for raigras (Pestalozzi 1973). Også i dette tilfellet ble det gitt ekstra N-tilskudd til leddene ved fire og fem høstinger. Når den totale årlige N-mengden var den samme, gikk avlingen ned med stigende høstetall for alle arter (Pestalozzi 1974 c, Stabbetorp 1974).

Det foreligger ikke tilstrekkelig data for forkvalitet til en fullstendig vurdering av avlingen i disse forsøkene. Undersøkelsen av kjemisk innhold og fordøyelighet av avlingen fra forsøket på Apelsvoll viste at det gikk med 1,2 kg tørrstoff til en fetningsforenhet (Uverud 1967). Dette innebærer et energi-utbytte på 500-700 f.f.e. pr. dekar. Undersøkelser på Fureneset viste samme forenhetskonsentrasjon, slik at avlingen kom opp i 700-750 f.f.e. pr. dekar (Myhr unpubl.). På Øsaker lå avlingen av forenheter trolig på om lag samme nivå, på Særheim jevnt over enda noe høyere.

På Apelsvoll og på Fureneset kom en opp i råproteinavlinger på 140-150 kg pr. dekar. Resultater fra de andre forsøkene er gitt i tabell 6.

Tabell 6. Kg råprotein pr. dekar ved flere høstinger i sesongen av eng med forskjellig botanisk sammensetning.

	Antall høstinger pr. år		
	3	4	5
Raustein(1972) Gj.sn. 6 grasblandinger	144	182	229
Pestalozzi (1973) Timotei	147		167
1973 Engsvingel	185		210
Raigras	175		230
Hundegras	187		239
Pestalozzi (1974c) Engsvingel	246		254
1974 c			
Stabbetorp (1974) Gj.sn. 6 grasarter	140	141	
1974 og blandinger			

Stigningen i proteinavling med økende høstetall i de to første forsøkene skyldtes i hovedsaken øket N-gjødsling. Resultatene fra de to siste tyder på at råproteinavlingen påvirkes lite om en høster oftere enn tre ganger når den årlige N-mengden er den samme. Resultatene til Pestalozzi (1973) viser at det særlig er hos hundegras og raigras, i

mindre grad hos engsvingel og timotei, at en kan øke avlingen av råprotein ved hyppig høsting og sterk N-gjødsling. I et forsøk i Danmark ble det utført omfattende undersøkelser av avling og kvalitet av gras ved varierende antall høstinger og N-gjødsling til fire grasarter i reinbestand (Nørgaard Pedersen et al. 1971). Noen resultater for timotei i gjennomsnitt for to forsøksår er gjengitt i figur 9. Når det ble tilført 37,5 kg N pr. dekar pr. år, var tørrstoffavlingen om lag den samme ved to og ved tre høstinger i sesongen, mens det var nedgang ved ytterligere økning av høstetallet. Kurvene for avling av forenheter og fordøyelig protein hadde et noe annet forløp, og det beste utbyttet totalt sett ble oppnådd ved fem høstinger i sesongen. Reduksjon i nitrogen gjødsling ga bedre resultat for færre høstinger. Resultatene viser indirekte den sterke økningen i for- kvalitet med stigende høstetall. Noen viktige kvalitetsegenskaper ved sterkeste nitrogen gjødsling går fram av tabell 7.

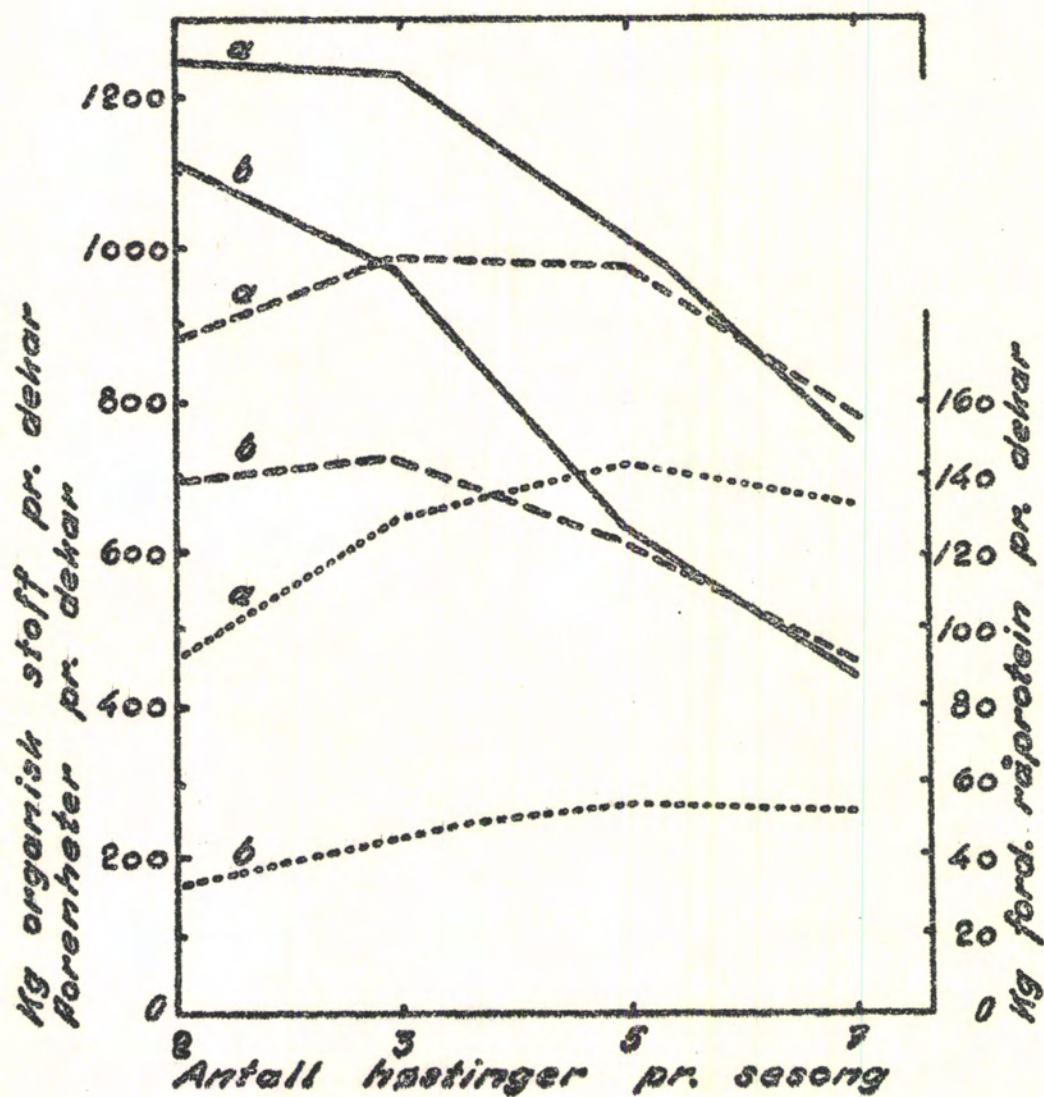
Tabell 7. Innhold av fordøyelig råprotein og trevler i prosent av tørrstoffet, samt fordøyelighet og konsentrasjon av tørrstoffet ved forskjellig antall høstinger av timotei.

	Antall høstinger pr. år			
	2	3	5	7
Fordøyelig råprotein	5,8	8,0	10,2	14,3
Trevler	31,9	27,2	23,4	21,5
Fordøyelighet, organisk stoff	61	69	75	78
F.e. pr. 100 kg tørrstoff	66	77	90	94

b. Virkning på plantebestanden.

Antall høstinger virket inn på plantebestanden i de fleste av de forsøkene i Sør-Norge som er referert i tabell 4. På Fureneset gikk det meste av timoteien ut i løpet av forsøksstida når det ble høstet tre ganger i sesongen (Myhr 1971a). Tabell 8 viser resultater av botaniske analyser fra en del av de andre forsøkene. I alle tilfelle førte økning av høstetallet til at timoteien ble mindre varig. I det første forsøket til Grønnerød (1968) og på to felter på Jæren ble det foretatt telling av timoteiskudd om våren tredje engåret (Honne 1968, Harbo 1973). Antall skudd pr. m<sup>2</sup> var:

	NLH	Jæren
2 høstinger i året	620	1270
2 " " "	371	690



— organisk stoff      a: 37,5 kg N pr. dekar  
- - - forenheter      b: 12,5 " " " "  
..... ford. råprotein

Figur 9. Avling av organisk stoff, forenheter og fordøyelig råprotein ved forskjellige antall høstinger hos timotei (Nørgaard Pedersen et. al. 1971).

Uttynninga av timoteien skyldes dels at tidspunktet for første slått blir skjøvet fram når en høster tre ganger (jfr. figur 7). I tillegg kommer så virkningen av to ekstra høstinger.

Det går fram av tabell 8 at engsvingel tåler tre høstinger bedre enn timotei. I de forsøkene der de to artene ble dyrket i blanding, økte engsvingelens andel av bestanden i nesten like stor grad som timoteien gikk tilbake ved tre høstinger. Men også hos engsvingel vil økning av antall høstinger føre til nedsatt vekstkraft på lengre sikt, om enn i mindre grad enn hos timotei. Grønnerød (1972) høstet begge ledd samtidig og to ganger det fjerde året (ettervirkningsåret). Tørrstoffavling i kg pr. dekar i ettervirkningsåret var:

Antall høstinger pr. år i 1.-3. forsøksår	2	3
Avling i fjerde år: timotei	624	-169
" " ": timotei/engsvingel	652	-123

På Sør- og Vestlandet klarte også raigras og markrapp seg noe bedre enn timotei når høstetallet pr. år ble økt fra to til tre (Hovde 1974a).

Rødkløver har forholdsvis stor evne til å tåle tre høstinger i sesongen, særlig sammenliknet med timotei. Men også overfor engsvingel synes rødkløverens konkurranseevne å være noe bedre enn ved to høstinger. Dette går fram av følgende tall (Grønnerød 1972):

	Prosent kløver i tredje forsøksår	
	2 høstinger	3 høstinger
Timotei/rødkløver	8	21
Timotei/engsvingel/rødkløver	4	11

Ved tre høstinger ble det gitt en ekstra overgjødsling med nitrogen, slik at den totale årlige mengden kom opp i 22,7 kg pr. dekar, mot 16,5 kg pr. dekar ved to høstinger. Ved samme N-gjødsling ville det positive utslaget for tre høstinger i kløverinnholdet rimeligvis vært enda større.

Også i Finland har en vist at rødkløver konkurrerte bedre med timotei, engsvingel og hundegras ved tre enn ved to høstinger i året (Raininko 1968). Ytterligere økning av høstetallet virket imidlertid ikke på mengdeforholdet mellom gras og kløver i enga.

Tabell 8. Botanisk sammensetning av eng ved to (a) og tre (b) høstinger i året.

Kilde	Sted/område	Engtype	Felt-tall	Forsøks-år	Prosent av plantebestanden					
					Timotei		Engsvingel		Kløver	
					a	b	a	b	a	b
Grønnerød (1968)	Vollebekk	Timotei/kløver	1	3.	64	-23	-	-	3	+47
" (1972)	"	"	1	3.-4.	82	-42	-	-	9	+28
" ?	"	Timotei/engsv./kløver	1	3.-4.	72	-63	22	+55	6	+7
" (1974)	"	Timotei/engsvingel	1	3.	55	-51	40	+53	-	-
Callus (1969)	Maresmyra	Timotei	1	4.	88	-20	-	-	4	+3
Frammel (1973a)	Voll	Timotei/engsvingel	5	1.-3.	21	-10	70	+12	0	+1
Hovde (1974a)	Vestlandet	Timotei/engsv./raigr.	11	2.	61	-30	12	+16	4	+5
"	Agder-Rogaland	"	5	2.	46	-18	25	+10	-	-
Barbo (1973)	Sørheim	Timotei/engsv./raigr.	1	3.	27	-11	32	+3	4	-3
"	Seim, Hå	"	1	3.	35	-25	10	+15	0	+5

Virkningen av høsting på vekstkraften hos timoteiplanter er blitt undersøkt av Sjøseth (1971) i karforsøk. Etter en vekstsesong med forskjellig antall høstinger ble over- og underjordiske plantedeler veid og analysert. Resultatet er vist i tabell 9.

Tabell 9. Tørrstoffavling og innhold av løselige karbohydrater i prosent av tørrstoff ved forskjellig antall høstinger hos timotei.

		Antall høstinger		
		2	4	6
Stengel-	Tørrvekt, gram pr. kar	36,3	21,2	16,4
basis	Prosent løselige karbohydrater	22,3	20,3	11,6
Røtter	Tørrvekt, gram pr. kar	22,6	15,1	12,6
"	Prosent løselige karbohydrater	13,4	11,4	5,6

Utviklingen av røttene og mengden av reserve-stoffer i form av løselige karbohydrater ble redusert med økende høstetall.

### III. STUBBEHØGD

#### A. Virkning på avlingsnivået

Tabell 10 gir en oversikt over norske forsøk med forskjellig stubbehøgd ved høsting av slåtte-eng. I et ett-årig forsøk i timotei/kløvereng på Særheim (Opsahl 1965) ble det brukt ulike stubbehøgder (3 cm, 5-10 cm og 15 cm) bare ved første slått og samme stubbehøgde (8 cm) ved andre og tredje slått. Nedgangen i avling på grunn av høy stubbing i første slått ble mer enn oppveid av avlingsøkningen i de seinere slåttene.

I to ett-årige forsøk i eng med beitegras-arter på Jaren ble det stubbet til tre forskjellige høgder ved første høsting, 5 cm, 10 cm og 15 cm (Håland 1965). Ved andre og tredje høsting ble brukt ens stubbehøgd for alle ledd. Meravlingen og gjenveksten ved høy stubbing var ikke stor nok til å oppveie nedgangen i avling med økende stubbehøgd ved første høsting i dette tilfellet.

I et tre årig forsøk på Vollebekk ble det noe mindre avling ved 10 cm enn ved 5 cm stubbehøgd i timotei/kløver-eng som ble høstet to ganger i sesongen (Grønnerød 1968). Ved tre høstinger i sesongen var det også i middel et negativt utslag av øket stubbehøgd på avlingen. Men låg



stubbing i kombinasjon med tre høstinger førte til sterk uttynning av timoteien, og virkningen var særlig utpreget i 3. engår. Også i forsøk med engsvingel var det redusert avling ved stubbehøgdene 10 cm og særlig 15 cm sammenliknet med 5 cm, både ved to og ved tre ganger høsting.

I to to-årige forsøk i timotei-eng på Vågønes fikk en best avlingsresultat ved 5 cm stubbehøgd (Valberg 1968). Både lågere (3 cm) og høgere stubbing (7,5 cm, 10 cm og 15 cm) gav negativt utslag. Dette gjaldt enten det ved andre slått ble brukt ens stubbehøgd (3 cm) for alle ledd (felt I) eller de samme stubbehøgder som ved første høsting (felt II).

På Mæresmyra fikk en størst total avling i timoteieng ved minste stubbehøgd, 3-4 cm (Celius 1969). Nedgangen i avling med høgere stubbing var større når det ble slått to ganger i sesongen, første gang en uke før blomstring (høgslått) enn når det ble slått to-tre ganger, første gang ved begynnende skyting (siloslått).

Det 5-årige forsøket på Holt (Østgård 1970) ble anlagt i rein timoteieng. Denne endret etter hvert karakter i retning av natureng med engrapp som viktigste grasart. Høg stubb gav størst avling når første slått ble tatt tidlig (plantehøgd 30 cm). Utsetting av slåttene i 10 dager, til begynnende skyting, gav en svak fordel for låg stubbing. Når en høstet bare en gang, ved begynnende blomstring, var det sterk nedgang i avling med økende stubbehøgd. Det ble her brukt ens stubbehøgd ved andre slått, 5 cm, og avlingsreduksjonen i første slått på grunn av høg stubbing ble derfor mer eller mindre oppveid av andreslåttene for ledd som ble høstet to ganger.

I Pasvik fikk en noe større avling ved 10 cm enn ved 5 cm stubbehøgde i rapp-eng. Ytterligere økning av stubbehøyden til 15 cm førte til betydelig avlingsnedgang (Rapp 1972).

I en serie tre-årige forsøk med forskjellige grasblandinger på Sør-Østlandet ble det klart nedsatt avling ved å øke stubbehøgden fra 6 til 12 cm (Grønnerød 1971). Resultatene tyder på at engsvingel og bladfaks tåler låg stubbing bedre enn timotei og hundegras. Et to-årig forsøk på Særheim viste om lag de samme forskjeller mellom artene (Øyen 1973). Engsvingel og bladfaks, og dessuten raigras tålte låg stubbing best og gav størst avling ved 5 cm stubb. Timotei og hundegras gav størst avling ved 10 cm stubb. Det ble her brukt låg stubbing 5 cm, for begge ledd ved tredje høsting i sesongen. Dette er trolig årsaken til at høg stubbing jevnt over sto bedre avlingsmessig enn i forsøkene på Sør-Østlandet.



Tabell 10 viser flere eksempler på at høg stubbing hevder seg bedre avlingsmessig ved siloslått og 3 høstinger i sesongen enn ved høyslått (Grønnerød 1968, Celius 1970, Østgård 1970). Samspillet mellom stubbehøgd og høstetid/høstetall viste seg også i et forsøk på NLH der timotei ble dyrket i kar og høstet 3, 5, og 7 ganger i løpet av en vekstsesong (Sjøseth 1971). Resultatet er vist i tabell 11.

Tabell 11. Tørrstoffavling i gram pr. kar ved forskjellige kombinasjoner av høstetall og stubbehøgder.

Antall høstinger	Stubbehøgd, cm			
	1	3	6	9
3	101	+ 1	- 9	-17
5	47	+15	+14	+18
7	35	+22	+31	+24

Ved 3 høstinger i sesongen gav de to lågeste stubbehøydene størst avling. Hyppigere høsting endret forholdet til fordel for noe høgere stubbing.

#### B. Virkning på plantebestanden.

##### 1. Gjenvekst, voksemåte og konstitusjon hos plantene.

Høsting fører i de fleste tilfelle til reduksjon av røttens vekst og til mobilisering av tilgjengelige reserver for nydanning av assimilasjonsapparatet. Denne virkningen av høsting blir mer omfattende og langvarig dess større del av bladmassen som blir fjernet. Stubbehøgden vil derfor ha betydning både for plantenes regenerering etter høsting og deres vekstkraft på lengre sikt.

Undersøkelser over betydningen av å bruke høg eller låg stubbing i første slått for gjenveksten etter høsting, har gitt noe varierende resultater. Sjøseth (1971) fant i karforsøk med timotei at avlingen av gjenvekst økte med høgere stubb opp til 6 cm, men gikk ned ved 9 cm, Avlingen i gram tørrstoff pr. kar a 6 planter i gjennomsnitt for andre og tredje høsting var:

Stubbhøgde, cm			
1	3	6	9
2,6	3,4	5,0	4,4

Skjelvåg (1971) undersøkte gjenveksten hos timotei dyrket som enkeltplanter i felt. Avlingen ved andre høsting var større ved 10 cm enn ved 3 cm stubb. I forsøk i timotei-eng på Jæren (Opsahl 1965, Håland 1965), på Vågønes (Valberg 1968) og på Holt (Østgård 1970) fant en stigende avling av gjenvekst med økende stubb. I disse forsøkene ble det brukt forskjellig stubbhøgde bare ved første slått, og ens , kort stubb ved seinere slått. Dette førte til at en fikk med en del gammel stubb i gjenvekst-avlingen.

Grønnerød (1968) fant liten forskjell i avlingen ved andre og tredje slått av timotei/kløver-eng og engsvingel-eng enten stubbhøgden var 5 cm eller 10 cm. På Mæresmyra (Cellius 1969) og på Vågønes (Valberg 1968) var det avtakende avling ved andre og tredje slått med økende stubbhøgde i første slått i timotei-eng.

Gjenveksten vil øke i større eller mindre grad med økende stubb, i hvert fall innen visse grenser. Om dette skal slå ut i stigende avling, er avhengig av stubbhøgden ved høsting av gjenveksten og fordelingen av gjenveksten over og under stubbnivå.

Foruten størrelsen av gjenveksten vil også voksemåten påvirkes av stubbhøgden. Opsahl (1965) fant i markforsøk at låg stubbing førte til øket skuddannelse hos timotei. Antall skudd pr. plante 14 dager etter første slått var:

Stubbhøgde, cm		
3	5-10	15
11	10	9

På den andre siden viste karforsøk med timotei en økning i antall skudd med økende stubb opp til 6 cm (Sjøseth 1971). Antall skudd pr. plante ved tredje høsting var i dette forsøket:

Stubbhøgde, cm			
1	3	6	9
10	11	16	15

Forsøk av Skjelvåg (1972) tyder på at høstetiden kan være avgjørende for virkningen av stubbhøgden på framvekst av skudd hos timotei. Antall skudd pr. plante i gjenveksten etter forskjellig høstetid i enkeltplanter var:

	Høstetid		
	31. mai	15. juni	1. juli
3 cm stubb	82	43	79
10 " "	90	42	57

Ved tidlig høsting, når den mest intense stengel-strekkingen pågår, vil en del skudd ha vekstpunktet i det aktuelle nivå for stubbing. Ved låg stubbing fjerner en vekstpunktet på en del skudd som ville blitt spart ved høg stubbing. Antall skudd som overlever og dermed kan fortsette veksten etter høsting, vil derfor bli størst ved høg stubb. Ved seinere høsting, når stengelstrekkingen er fullført, vil alle eller de fleste skudd få vekstpunktet fjernet uavhengig av stubbhøgden. Gjenveksten er da avhengig av nye skudd, som ifølge resultatene til Opsahl (1965) og Skjelvåg (1972) dannes i størst antall ved låg stubbing.

I timotei-eng på Mæresmyra fant Celius (1969) at plantene var høgere ved andre og til dels ved tredje slått når det var stubbet høgt i første slått. Dette gjaldt gjenveksten etter tidlig første slått, men ikke etter sein første slått. Også her ligger forklaringen på utslaget i vekstpunktene nivå i forhold til de aktuelle stubbhøgdene (3-4 cm, 8 cm, 12-15 cm). Ved tidlig høsting og høg stubbing fikk en del skudd beholde vekstpunktet intakt slik at strekningsveksten kunne fortsette umiddelbart etter høsting. Dette var i mindre grad tilfellet ved låg stubbing, og ny strekningsvekst var her i større grad avhengig av nydannelse av skudd. Etter sein slått var strekningsveksten avhengig av nye skudd ved alle stubbhøgder.

Celius (l.c.) undersøkte også virkningen av stubbehøgden på rotutviklingen. Om våren i fjerde forsøksåret ble mengden av røtter ned til 10 cm dybde bestemt, og resultatet var:

	Stubbhøgde, cm		
	3-4	8	12-15
Tørrstoff i røtter, kg pr. dekar	492	576	663

Sjøseth (1971) brukte forskjellig stubbhøgde ved høsting av timoteiplanter som ble dyrket i kar gjennom en vekstsesong. Resultater fra undersøkelser av plantene om høsten går fram av tabell 12.

Tabell 12. Virkning av varierende stubbhøgd på tørrstoffproduksjon og innhold av løselige karbohydrater i røtter og stengelbasis hos timotei.

	Stubbhøgd, cm			
	1	3	6	9
<u>I røtter</u>				
Tørrstoff, gram pr. kar	5,5	6,3	8,5	8,6
Løselige karbohydrater, prosent av tørrstoff	9,0	10,3	10,3	11,0
<u>I stengelbasis</u>				
Tørrstoff, gram pr. kar	15,4	23,0	28,8	31,4
Løselige karbohydrater, prosent av tørrstoff	14,2	17,6	19,6	20,6

Låg stubbing førte til nedsatt vekst hos røttene og til redusert innhold av reserve-karbohydrater. Virkningen på stengelbasis er trolig enda viktigere, med tanke på plantenes vekstkraft. Her var det en meget sterk reduksjon både i mengde og karbohydrat-innhold med avtakende stubbhøgd.

Den negative virkningen av låg stubbing på plantenes vekstkraft går også fram av avlingsresultatene for hvert enkelt år i en lengre forsøksperiode. På Mæresmyra var avling og avlingsutslag i kg tørrstoff pr. dekar for de enkelte år (Celius 1969):

	Stubbhøgd, cm		
	3-4	8	12-15
1. år	1102	- 205	- 311
2. år	983	- 22	- 207
3. år	990	- 66	- 184
4. år	877	- 47	- 148

Det var hele tiden negativt avlingsutslag for høg stubbing. Utslaget avtok imidlertid ut gjennom forsøksperioden, fordi låg stubbing førte til en gradvis svekking av timotei-plantene.

## 2. Botanisk sammensetning

Virkningen av stubbhøgden på plantenes livskraft er forskjellig for forskjellige arter av engvekster, og dette kan påvirke den botaniske sammensetningen av enga. I flere tilfeller er det funnet nedgang i timotei-

innholdet som følge av låg stubbing. Tabell 13 viser prosent timotei i enga i forskjellige forsøk.

Tabell 13. Virkning av varierende stubbhøgde på timoteiinnholdet i forskjellige engar. Prosent timotei.

	Antall høstinger pr. år	Registrert i	Stubbhøgde, cm				
			3-4	5	8	10	12-15
Grønnerød (1968)	2	3. år		66		70	
" "	3	"		41		73	
Celius (1969)	2	4. år	88		88		89
" "	2-3	"	68		79		83
Østgård (1970)	1	4. år	30	33			45
" "	2	"	20	25			30
Øyen (1973)	3	1.-3. år		32			55

På Vollebekk (Grønnerød 1968) og på Mæresmyra (Celius 1969) gjorde virkningen av stubbhøgden seg gjeldende ved tre høstinger pr. år og bare i liten grad ved to høstinger pr. år. På Holt (Østgård 1970) var tendensen om lag den samme ved begge driftsformer. På Vollebekk var det en økning i ugrasinnholdet parallelt med nedgangen i timotei ved låg stubbing. På Mæresmyra og på Holt var det også innvandring av andre grasarter. På Særheim (Øyen 1973) økte kløverinnholdet når det ble stubbet lågt.

Også hundegras er ømfintlig for låg stubbing, og slik behandling kan føre til uttynning i bestanden (Torpen 1969, Grønnerød 1971). Engsvingel og bladfaks blir mindre påvirket (Grønnerød 1968). Låg stubbing øker rød-kløverens evne til å konkurrere med grasartene. Dette går fram av tabell 14.

Tabell 14. Prosent kløver i enga ved forskjellige stubbhøgder.

Kilde	Gras	Stubbhøgde, cm		
		2	5	10
Honne (1968)	Timotei		47	35
Øyen (1973)	Timotei	53	68	45
	Engsvingel	54	41	29
	Raigras	34	37	22
	Hundegras	6	9	5
	Bladfaks	33	30	21

Honne (l.c.) bestemte kløverinnholdet ved 2. slått i det andre forsøksåret, mens Øyen (l.c.) utførte skjønnsmessig analyse ved hver høsting gjennom en to-årig forsøksperiode. Reduksjon i stubbhøgden fra 10 cm til 5 cm førte til økning i kløverprosenten i alle tilfellene, mens ytterligere reduksjon til 2 cm stubbhøgde hadde mer varierende virkning.

En forsøksserie på Sør-Østlandet viste at innblanding av kløver i forskjellige gras-blandinger hadde noe større positiv virkning på avlingen ved låg (6cm) enn ved høg (12 cm) stubbing (Grønnerød 1971). Også dette resultatet tyder på at rødkløver har forholdsvis stor evne til å tåle låg stubbing.

### C. Virkning på forkvaliteten.

På Særheim ble det utført kjemiske analyser og in-vitro bestemmelse av fordøyelighet av avlingen ved 10 cm stubbhøgde og av stubben mellom 5 og 10 cm (Øyen 1973). Resultater for fire grasarter er satt opp i tabell 15

Tabell 15. Innhold av råprotein og trevler i prosent av tørrstoffet og in-vitro fordøyelighet hos fire grasarter.

	Råprotein		Trevler		Fordøyelighet	
	Stubbhøgde, cm					
	>10	5-10	>10	5-10	>10	5-10
Timotei	15,5	12,3	30,1	32,3	74,4	71,5
Engsvingel	15,8	13,0	33,9	34,0	73,5	69,2
Hundegras	14,9	11,4	32,5	32,5	69,7	69,8
Bladfaks	17,4	10,3	32,2	35,3	71,3	66,9

Innholdet av råprotein var klart mindre i stubben enn i toppdelen hos alle artene. Trevleinnholdet var størst i stubben hos de to strågrasene, timotei og bladfaks, mens det ikke var noen forskjell mellom topp og stubb hos bladgrasene engsvingel og hundegras. Fordøyeligheten in vitro var hos timotei, engsvingel og bladfaks størst i toppdelen, mens det ikke var noen forskjell hos hundegras. Resultatene viser at en vil få en nedgang i kvalitet med avtakende stubbhøgde, men utslaget vil variere noe, avhengig av hvilke arter som finnes i enga. Virkningen vil imidlertid i de fleste tilfeller være liten, slik det går fram av undersøkelser på Sør-Østlandet (Grønnerød 1971). En foretok der kvalitetsundersøkelser av avlingen fra grasbestand med og uten innblanding av kløver. Resultatet i gjennomsnitt for forskjellige grasblandinger og nitrogengjødslinger er vist i tabell 16.



Tabell 16. Innhold av råprotein og trevler i prosent av tørrstoffet ved forskjellig stubbhøgde i eng med og uten kløverblanding.

	Råprotein		Trevler	
	Stubbhøgde, cm			
	6	12	6	12
Uten kløver	12,3	12,5	25,8	26,4
Med kløver	16,7	16,9	25,0	25,2

Ved høg stubbing var det litt større protein-innhold i avlingen enn ved låg. Virkningen av stubbhøgden var imidlertid svært liten sammenliknet med virkningen av kløver-innblanding og av N-gjødsling. For trevle-innhold var det overraskende nok en tendens til økning ved høg stubbing.

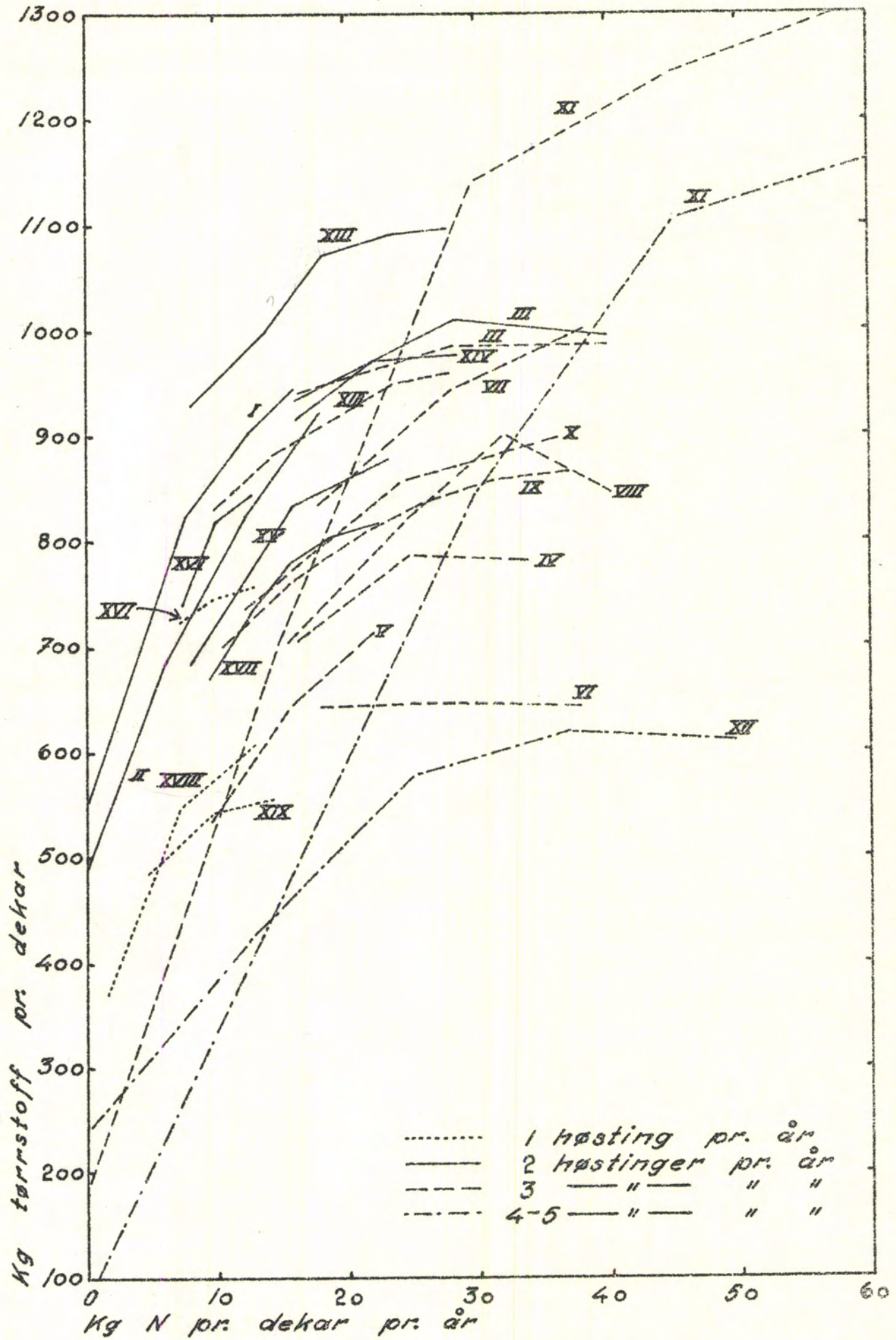
#### IV. NITROGENGJØDSLING

##### A. Virkning på avlingsnivået.

Figur 10 viser resultater fra forsøk med stigende N-tilførsel til gras- eller gras/kløvereng. Forsøket på Særheim (Pestalozzi 1974 c) gjaldt rein engsvingeleng, ellers var timotei eneste eller viktigste grasart, i noen tilfeller sammen med engsvingel. Figuren omfatter forsøk med forskjellig antall høstinger i sesongen og derfor forskjellig fordeling av nitrogenet. Ved to eller flere høstinger ble den årlige N-mengden alltid delt med gjødsling om våren og etter hver høsting, unntatt etter den siste. Undersøkelsen til Hernes (1958) omfattet 44 to-årige felter i Hedmark- og Oppland, som ble høstet to ganger i året, Det var stort avlingsutslag for stigende N-tilførsel helt opp til størst mengde, 17,4 kg N pr. dekar. I en nyere forsøksserie med 135 to- til treårige felter fordelt i det samme området, brukte en de samme gjødselmengdene (Hernes 1969). I dette tilfellet var det litt mindre utslag for stigende N-tilførsel, men også her var det klart utslag opp til største mengde. Resultatene fra 7 forsøksfelter på Vestlandet viste om lag samme avlingsutslag for stigende N-tilførsel som i Hedmark-Oppland, men avlingsnivået var generelt litt høyere (Tveitnes 1967). I en seinere forsøksserie som omfattet Vestlandet og Vest-Agder, var det positivt avlingsutslag for økning av N-mengden fra 16 kg til 28 kg pr. dekar, mens ytterligere økning hadde negativ effekt (Håland 1974).

Forsøk i Sør-Norge, der det ble høstet tre ganger i sesongen, tyder på at det oftest vil være lite å oppnå avlingsmessig ved å øke N-mengden ut





Figur 10. Virkning av stigende N-gjødsling på avling av tørrestoff i slåtteeeng i forskjellige undersøkelser.

over ca. 25 kg pr. dekar til timoteieng med noe kløver (Grønnerød 1971, Skaare 1972, Håland 1974). Skaare (l.c.) fant ikke noe utslag for N-mengder over 18 kg pr. dekar. I denne forsøksserien i Hedmark og Oppland var det relativt stort innhold av kløver i enga, 25-40 prosent i alle tre engår, og nitrogengjødsling påvirket ikke dette nevneverdig. Ett enkelt forsøk på Øsaker viste positiv avlingseffekt helt opp til 38 kg N pr. dekar (Stabbetorp 1974). Det var her rein timotei-eng, og resultatene omfatter også ledd som ble høstet 4 ganger i året. Dette kan forklare at N-behovet var særlig stort.

For timotei/engsvingeleng med noe kløver får en stort sett maksimal avling ved ca. 30 kg N pr. dekar. Ørud (unpubl.) fant avlingsøkning opp til 32 kg N, Uhlen (1972) og Bærug (1975) opp til 36-37 kg N i forsøk på Sør-Østlandet. Så sterk gjødsling er imidlertid neppe lønnsom, fordi plantebestanden blir svekket og overvintringsevnen blir redusert.

Det er i figuren tatt med resultater fra et par forsøk med ekstremt store N-mengder. På Apelsvoll, der timoteienga ble høstet 4-5 ganger i sesongen, var det noe avlingsøkning ved å øke N-mengden fra 25 til 37 kg pr. dekar (Uverud 1967). Ytterligere N-tilførsel hadde negativ effekt. Det kan nevnes at forsøk etter samme plan i Sverige (Steen 1967) og i Finland (Laine 1967) gav liknende resultat som på Apelsvoll, mens det i Danmark var avlingsøkning helt opp til 50 kg N pr. dekar (Christensen 1967).

I forsøkene i engsvingeleng på Særheim, som også var ledd i en internordisk undersøkelse, fant en positiv utslag for stigende N-mengder helt opp til 60 kg pr. dekar (Pestalozzi 1974 c). Utslagene var større ved fem enn ved tre høstinger i året. I Sverige fulgte en samme plan som på Særheim (Ebbersten 1974), mens forsøkene i Finland gjaldt engsvingel og hundegras som ble dyrket i reinbestand og høstet tre ganger i året (Rinne 1974). Både i Sverige og Finland var det mindre utslag enn på Særheim for stigende N-mengder, og negativ virkning av økning fra 45 kg til 60 kg N pr. dekar. Forsøkene i Danmark omfattet timotei og hundegras i reinbestand (Jacobsen 1974). Det var om lag like stor virkning av N-gjødsel som på Særheim, men ved tre høstinger pr. år var det negativ effekt av den største mengden. I forbindelse med undersøkelsene på Særheim skal det nevnes at forsøkene til Håland (1974 a) antyder et noe større N-behov til eng på Jæren enn på Sør- og Vestlandet for øvrig.

Forsøkene i Trøndelag viser at en optimale N-mengden til timotei/kløver og til timotei/engsvingeleng i dette området er noe over 20 kg pr. dekar, enten det blir høstet to eller tre ganger i sesongen (Foss 1971, Tranmæl 1972, 1973 b).

I en forsøksserie i Nordland var det sterk og nesten liniær avlingsøkning for stigende N-tilførsel til timoteieng opp til 22 kg pr. dekar (Volden 1970). Andre året var utslaget betydelig mindre, og optimal N-mengde til timoteieng i dette området er trolig noe under 20 kg pr. dekar, når det blir høstet to ganger i året.

Undersøkelsene til Valberg & Bø (1972) som omfattet felter i de tre nordligste fylkene, viser at behovet for nitrogen er mindre når det blir høstet bare en gang. Ved denne driftsformen synes det å være lite å vinne i avling ved N-mengder over ca. 10 kg pr. dekar. Forsøkene til Andersen & Schjelderup (1973) tyder på at dette i hvert fall gjelder Troms og Finnmark. Å dømme etter resultatene fra de seineste forsøkene til Volden (1974), kan den optimale mengden for Nordland ligge noe høyere.

En rekke faktorer har betydning for utslag ved nitrogengjødsling, og en skal i det følgende referere resultater av forsøk som illustrerer dette.

#### 1. Botanisk sammensetning.

Utslaget i tørrstoffavling ved stigende N-mengder avtar med økende innhold av kløver i enga. I en serie forsøk i kløverrik eng på Sør-Østlandet undersøkte en virkningen av å tilføre N i tillegg til en grunnjødsling med P og K (Ingebrigtsen 1959). Feltene ble gruppert etter innhold av kløver på ruter uten N-tilførsel. Avlingsutslaget ved tilførsel av 12,6 kg N pr. dekar var i gjennomsnitt for de to første engår (første + andre slått):

	Prosent kløver			
	< 30	30-50	50-70	> 70
Meravling, kg høy/dekar	397	341	207	180

I gjennomsnitt gikk meravlingen ned med 2,8 kg høy pr. dekar pr. prosent økning i kløverinnholdet. En tilsvarende gruppering av resultatene fra en sele forsøk med to-årige felter i timotei/kløver-eng i Hedmark-Oppland ga liknende utslag (Hernes 1958). Avling og meravling i kg høy pr. dekar

i sum for to høstinger er vist i tabell 17.

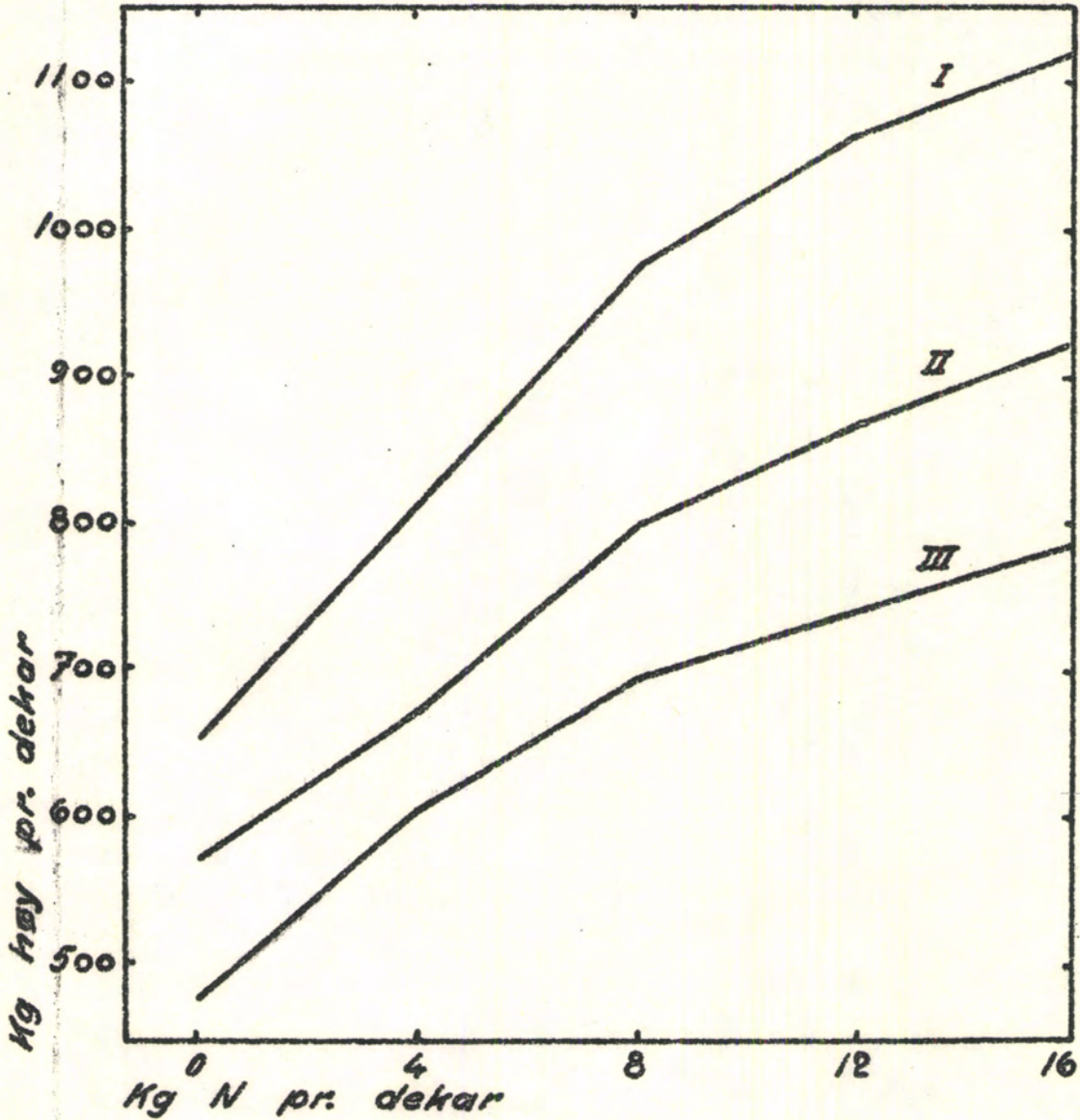
Tabell 17. Avling og meravling i kg høy pr. dekar ved stigende nitrogenmengder til eng med varierende innhold av kløver.

Prosent kløver	Kg N pr. dekar			
	0	5,8	11,6	17,4
10	413	+207	+308	+329
11-30	458	+166	+245	+280
31-50	482	+147	+203	+244
> 50	556	+115	+180	+212

Avlingen på ruter uten N-gjødsling økte, mens utslaget for stigende N-mengder avtok med økende innhold av kløver i enga. Liknende resultater er funnet også i andre forsøk med stigende N-mengder (Hernes 1969, Foss 1971) og i forsøk med stigende tre-sidig gjødsling (Pestalozzi & Retvedt 1959, Flatekvål 1969). Også i forsøkene med tre-sidig gjødsling var det utvilsomt virkningen av nitrogenet som var avgjørende for utslaget.

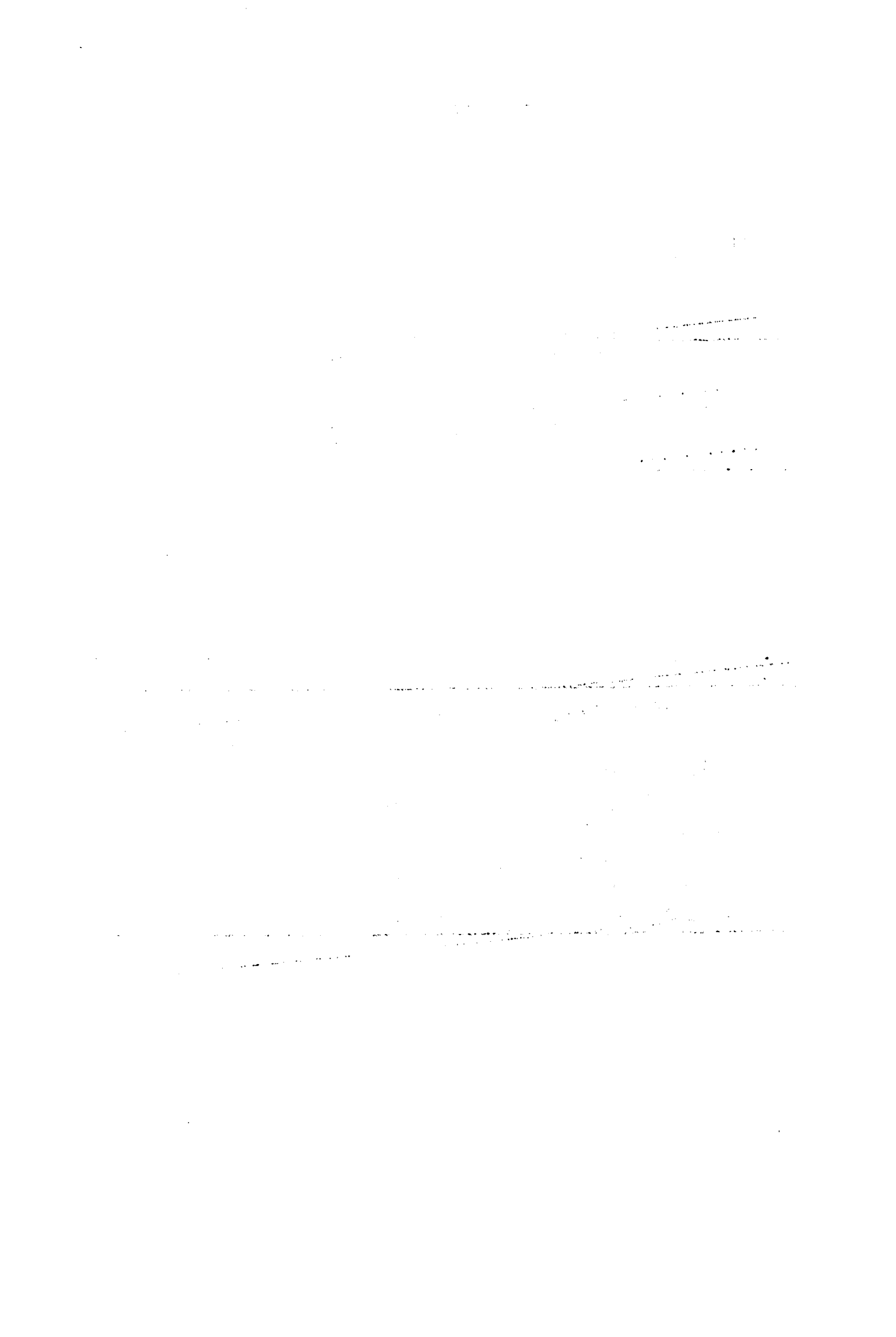
Natureng og eldre eng gir oftest mindre avlingsutslag for N-gjødsel enn yngre timoteieng (Tveitnes 1967, Andersen & Schjelderup 1973). Dette skyldes at viltvoksende grasarter og urter som forekommer i eldre eng og natureng, har mindre evne enn timotei til å utnytte rikelig tilgang på N-gjødsel. Tveitnes (l.c.) foretok en gruppering av resultatene fra en serie gjødslingsforsøk på Vestlandet etter alderen på enga ved starten av forsøkene. Resultatet som går fram av figur 11, viser at avlingsnivået generelt og utslaget for stigende N-mengder gikk ned med økende engalder og avtakende innhold av timotei.

Flere grasarter som er aktuelle i eng og beite, har større evne enn timotei til utnytte store N-mengder, i hvert fall ved flere gangers høsting. Figur 12 viser resultater fra forsøk der en har undersøkt virkningen av stigende N-mengder både til timotei og forskjellig andre grasarter eller grasblandinger. Engsvingel, bladfaks og særlig hundegras hevdet seg i de fleste tilfellene bedre avlingsmessig i forhold til timotei dess større

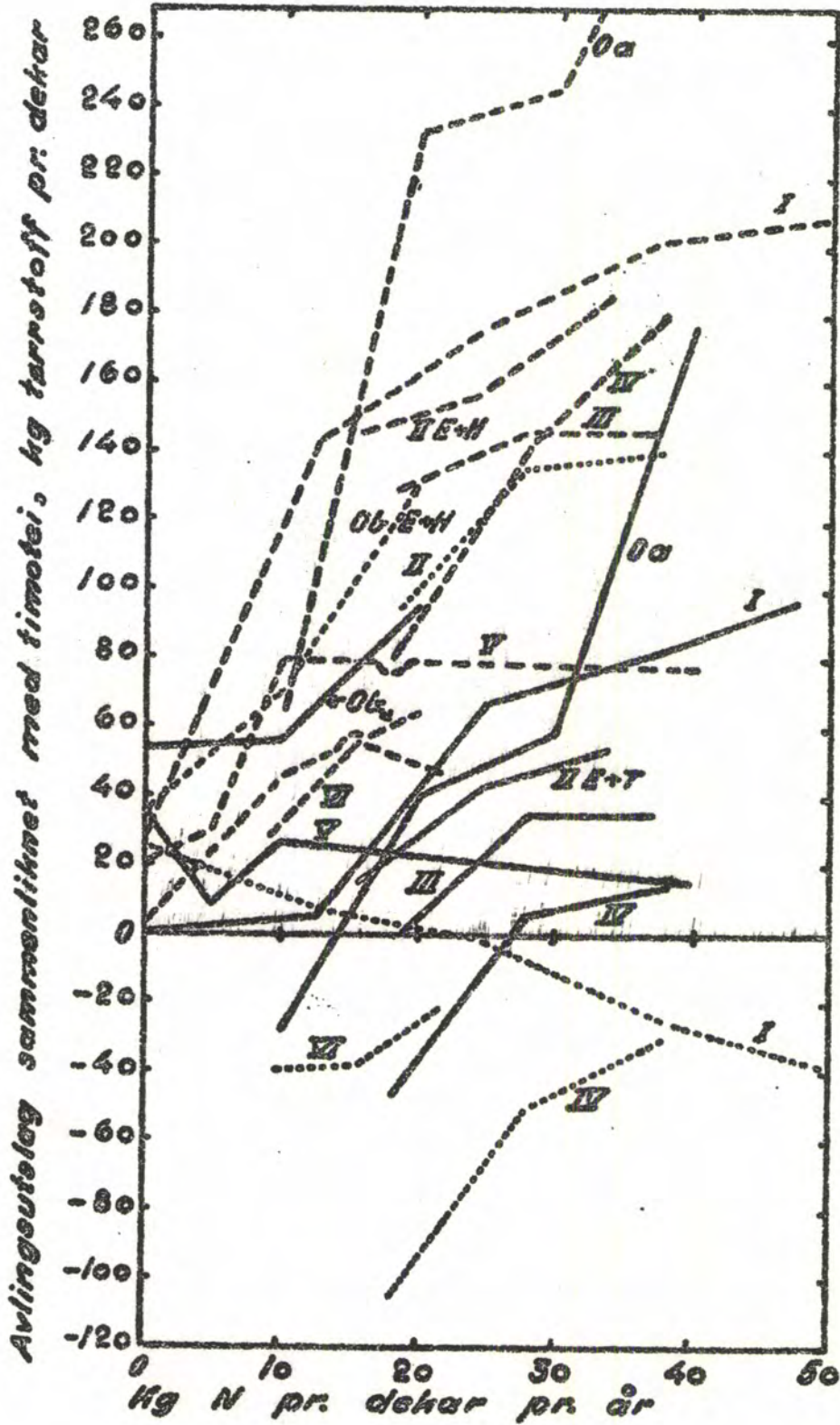


	Timotei	Andre gras	Ugras
I. 1.-2. åra eng,	61 %	29 %	2 %
II. 3.-7. " "	33 %	40 %	14 %
III. 10.-28. " "	10 %	64 %	20 %

Figur 11. Avlingsnivå og utslag for stigende N-mengder på felter anlagt i eng av ulik alder (Tveitnes 1967).







Figur 12. Sammenlikning av timotei og andre grasarter ved forskjellige N-nivåer. Signatur og refererte forsøk: se motstående side.

N-mengder som ble tilført. Ett av unntakene fra denne regelen gjelder forsøket til Uverud (1967) på Apelsvoll, der bladfaks reagerte svakere enn timotei på økende gjødsling. Dette skyldtes trolig at bladfaks var angrepet av rot Dreper (*Ophiobolus graminis*). Også i andre forsøk i Finland (Laine 1967) og i Danmark (Christensen 1967) var utslaget for N-tilførsel større hos engsvingel og hundegras enn hos timotei.

I forsøkene som er referert ovenfor, ble det høstet 3, 4 eller 5 ganger pr. sesong. Forskjellen mellom grasartene i reaksjon på N-tilførsel er i noen grad avhengig av hvor ofte det blir høstet. Resultatene fra et forsøk i Finland (Laine l.c.) som er gjengitt i figur 13, peker i den retning. Når det ble høstet to ganger i sesongen, var avlingsøkningen ved N-tilførsel større hos timotei enn hos engsvingel og hundegras, men det motsatte var tilfellet ved tre høstinger.

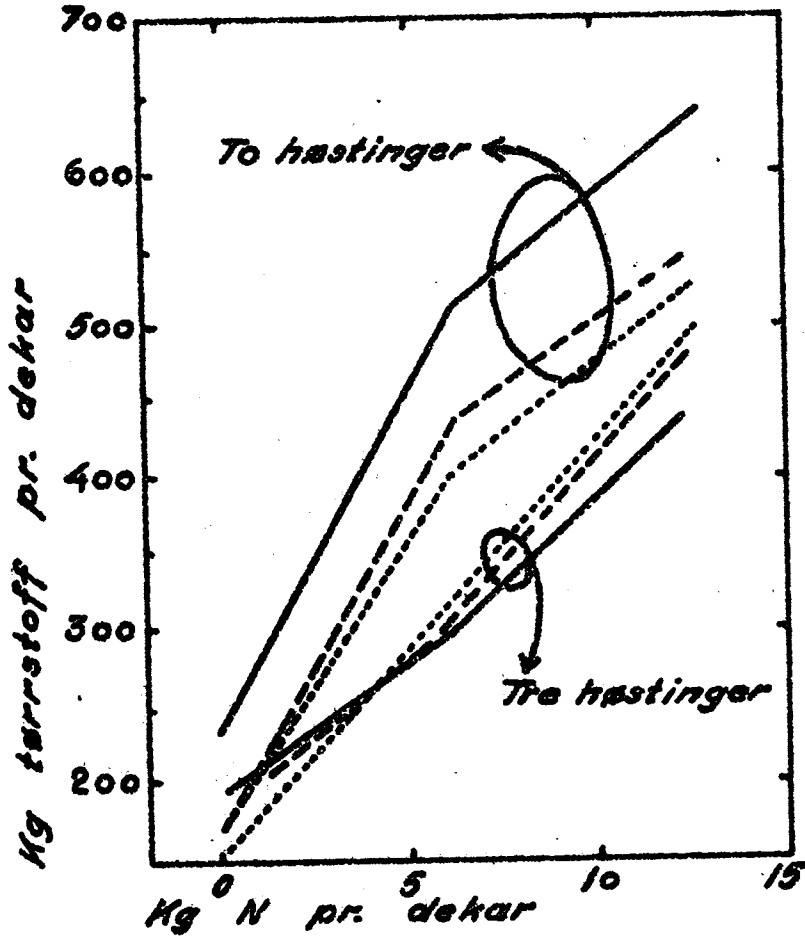
## 2. Høstetid og antall høstinger.

I et forsøk med gjødsling til eng på Vestlandet ble feltene gruppert etter tidspunkt for første slått. Det var noe større avlingsutslag for stigende N-mengder ved tidlig første slått (21/6-5/7) enn på felter med sein slått (5/7-3/8/ (Tveitnes 1967). I timotei-eng i Nord-Norge fant Valberg & Bø (1972) litt økning i avlingsutslag for stigende N-tilførsel ved utsettelse av første slått fra 25 cm stadiet til begynnende skyting. Ytterligere utsettelse av første slått ga svært liten økning i gjødsel-virkningen. Resultatet i gjennomsnitt for 9 felter med i alt 21 årshøstinger er vist i tabell 18.

Tabell 18. Virkning av stigende nitrogenmengde ved forskjellige høstetidspunkter. Avling og meravling i kg tørrstoff pr. dekar, 1. + 2. slått.

	Kg N pr. dekar pr. år		
	6,2	9,3	12,4
Første høsting ved:			
25 cm plantehøgde	506	+ 51	+ 83
Begynnende skyting	559	+ 69	+114
Begynnende blomstring	733	+ 86	+114

I en forsøksserie med 16 felter fordelt over hele landet fant Jetne (1970) at avlingsutslaget for stigende mengder tre-sidig gjødsel var mindre ved



- timotei
- - - engsvingel
- ..... hundegrass

Figur 13. Virkning av stigende nitrogenmengder på tørrstoffavling hos timotei, engsvingel og hundegrass ved to og tre høstinger i sesongen. Data etter Laine (1967).

tidlig siloslått (omkring begynnende skyting av hundegras) enn ved "vanlig" siloslått (omkring begynnende skyting av timotei). Avling og meravling for timotei i gjennomsnitt for 53 årshøstinger er satt opp i tabell 19.

Tabell 19. Virkning av stigende nitrogenmengde ved forskjellige høstetids- punkter. Avling og meravling i kg høy pr. dekar, 1. + 2. slått.

	Gjødsling , kg pr. dekar pr. år		
	N 6,0	12,0	18,0
	P 1,8	3,6	5,4
	K 4,8	9,6	14,4
Tidlig siloslått	585	+117	+234
vanlig siloslått	712	+183	+288

For bladfaks var det om lag samme økning i meravling ved stigende mengder gjødsel med utsettelse av første slått som for timotei, mens økningen var betydelig mindre for hundegras og engsvingel. I forsøk på Sør-Østlandet var det om lag samme utslag for stigende tre-sidig gjødsling til timotei/ kløver-eng enten første slått ble foretatt ved begynnende skyting eller ved begynnende blomstring hos timotei (Ødelien & Hvidsten 1957).

Økning i antall høstinger i sesongen vil som nevnt føre til øket N-behov. Resultater fra forsøk i Danmark som viser dette, er gjengitt i figur 8. Forholdet går også fram av undersøkelsene til Valberg & Bø (1972) i Nord-Norge. Avling og meravling i gjennomsnitt for 9 felter med tilsammen 21 årshøstinger er vist i tabell 20.

Tabell 20. Virkning av stigende nitrogenmengde ved en og to høstinger i sesongen. Kg tørrstoff pr. dekar.

	Kg N pr. dekar pr. år		
	6,2	9,3	12,4
En høsting	718	+27	+45
To høstinger	559	+69	+114

Ved en høsting ble hele N-mengden gitt om våren, og det ble høstet ved begynnende blomstring. Ved to høstinger ble det tilført 3,1 kg N etter første høsting som ble foretatt ved begynnende skyting, mens resten av nitrogenet ble gitt om våren. Norske forsøk er imidlertid ikke entydige m.h.t. sammenhengen mellom antall høstinger og virkning av stigende N-mengder på ~~eng~~avlingen. På Vestlandet var det således noe større avlings-

utslag for økning av N-mengden fra 16 kg til 28 kg pr. dekar på felter som ble høstet 2 ganger enn på felter med 3 høstinger pr. sesong (Håland 1974 a, figur 10). Også i Trøndelag var det noe større utslag for stigende nitrogenmengder ved 2 enn ved 3 høstinger i året (Tranmæl 1973 b). På Øsaker var det jevnt over større utslag for nitrogen i eng som ble høstet 3 ganger enn der det ble høstet 4-5 ganger (Stabbetorp 1974).

### 3. Tilførsel av fosfor og kalium.

I eng-forsøk på sandjord med morene undergrunn i Meldal fant Foss (1971) økning i avlingsutslaget for N-tilførsel med stigende K-tilførsel. Resultatet i gjennomsnitt for fire felter og for tre forsøksår er satt opp i tabell 21.

Tabell 21. Virkning av kaliumgjødsling på utslag for nitrogen. Avling og meravling i kg høy pr. dekar, 1. + 2. slått.

Kg K pr. dekar	Kg N pr. dekar		
	0	7,8	15,6
0	592	+204	+240
5	694	+266	+378
10	700	+311	+518

På felter på elvesand i Meldal og på sandjord i kyststrøkene i Trøndelag var det også positivt samspill mellom N og K opp til 5 kg K pr. dekar. Økning fra 5 til 10 kg K førte ikke til større utslag for stigende N-mengder på disse feltene. Disse forsøkene gikk i en serie med i alt 101 felter i Trøndelag og Møre og Romsdal. For hele forsøksserien under ett var det liten virkning av K-tilførsel på utslaget for økende N-mengder. Forsøkene omfattet også forskjellig P-gjødsling, 0 kg, 1,2 kg eller 2,4 kg pr. dekar i faktoriell kombinasjon med ulike N- og K-mengder. Det var ingen nevneverdig virkning av P-tilførsel på utslaget for stigende mengder N.

I to andre serier av forsøk med gjødsling til eng, en i Hedmark og Oppland (Hernes 1969) og en i Troms og Finnmark (Andersen & Schjelderup 1973), ble det også prøvd stigende mengder N, P og K i faktoriell kombinasjon. I begge tilfellene var det helt ubetydelig virkning av P- og K-tilførsel på utslaget for stigende N-mengder.

#### 4. Vanntilgang.

God tilgang på vann er en betingelse for best mulig virkning av nitrogen-gjødsel. I et ett-årig forsøk i Finland ble timotei, engsvingel og hundegras dyrket i reinbestand, og det ble gjødslet med stigende mengder nitrogen med og uten kunstig vanning (Raininko 1968). Resultatet i sum for tre høstinger er vist i tabell 22.

Tabell 22. Virkning av stigende nitrogenmengde ved forskjellig vanntilgang. Avling og avlingsutslag i kg tørrstoff pr. dekar. Middell for tre grasarter.

	Kg N pr. dekar			
	10	20	30	40
Uvannet	490	+189	+329	+399
Vannet	620	+284	+452	+541

I Sverige ble det gjennomført et mangeårig forsøk med vanning og stigende N-gjødsling til beite (Lindeman 1969). Avlingsutslaget for økning av den årlige N-mengden fra 12,3 til 24,6 kg pr. dekar var i gjennomsnitt for tre tørre somrer:

Uvannet: + 170 kg tørrstoff pr. dekar  
Vannet: + 250 " " " "

I et toårig engforsøk i Lesja prøvde en vanning i kombinasjon med to ulike mengder tre-sidig gjødsel, 9 kg N, 3 kg P og 8 kg K pr. dekar eller den dobbelte mengden (Vigerust et al. 1969). Vanning førte til at meravlingen for største gjødselmengde økte fra 220 til 300 kg høy pr. dekar i sum for to høstinger.

#### 5. Jordbunnsfaktorer.

Det er gjort en del undersøkelser over sammenhengen mellom ulike jordbunnsfaktorer og avlingsutslag ved stigende nitrogen-gjødsling til eng. Foss (1971) foretok en gruppering av materiale fra 70 2-3 årige forsøksfelter i Trøndelag og i Møre og Romsdal etter forskjellige kjemiske egenskaper hos jorda ved starten av forsøkene. Sammenhengen mellom forskjellige kjemiske jordbunnskriterier og avlingsutslaget ved økning i N-tilførselen fra 7,8 til 15,5 kg N pr. dekar går fram av tabell 23. Tallene angir meravling i sum for 1. og 2. slått i gjennomsnitt for tre forsøksår.

Tabell 23: Utslag for økt nitrogen gjødsling under forskjellige jordbunnsforhold.

Gruppering	Meravling, kg høy pr. dekar
pH < 5,6	158
5,7-6,0	173
> 6,1	215
P-AL < 3,4	147
3,5-6,0	180
6,1-10,0	198
>10,0	201
K-AL < 8,0	147
8,1-12,0	159
12,1-19,0	203
>19,1	203
K-HNO <sub>3</sub> < 30	117
31-60	170
60-110	191
>111	212

Utslaget for N-gjødsling økte altså med stigende pH, med økende innhold av lettløselig fosfor og kalium og med økende kalium-reserver i jorda.

I forsøk på Vestlandet var det større meravling ved stigende N-gjødsling på felter med pH på 5,4 eller høyere enn på felter med pH under 5,4 (Tveitnes 1967). Her var imidlertid alderen på enga forskjellig for de to gruppene, i gjennomsnitt 3 år for feltene med pH over 5,4 og 10 år for feltene med pH under 5,4. Som vist i figur 11 avtok meravlingen ved stigende N-tilførsel med økende alder på enga. Hernes (1958, 1969) fant ingen klar sammenheng mellom avlingsutslag for N-tilførsel og pH i jorda eller innholdet av lettløselig fosfor og kalium i forsøksmaterialer fra Hedmark og Oppland.

Undersøkelser av sammenhengen mellom innhold av organisk materiale i jorda og virkningen av nitrogen gjødsel til eng har gitt varierende resultater. I en forsøksserie i Troms og Finnmark var det større avlingsutslag for N-tilførsel på myr enn på mineraljord (Andersen & Schjelderup 1973). På Vestlandet var det større utslag på felter med organisk jord (glødetap

> 21,9%) enn på felter med mineraljord (glødetap 7,3-19,3 %) (Tveitnes 1967). På den andre siden fant Hernes (1969) større utslag for nitrogengjødsel på fastmark enn på myr i undersøkelser i Hedmark og Oppland. I Trøndelag og Møre og Romsdal var det ingen klar sammenheng mellom innhold av organisk stoff i jorda og utslaget for N-tilførsel (Foss 1971).

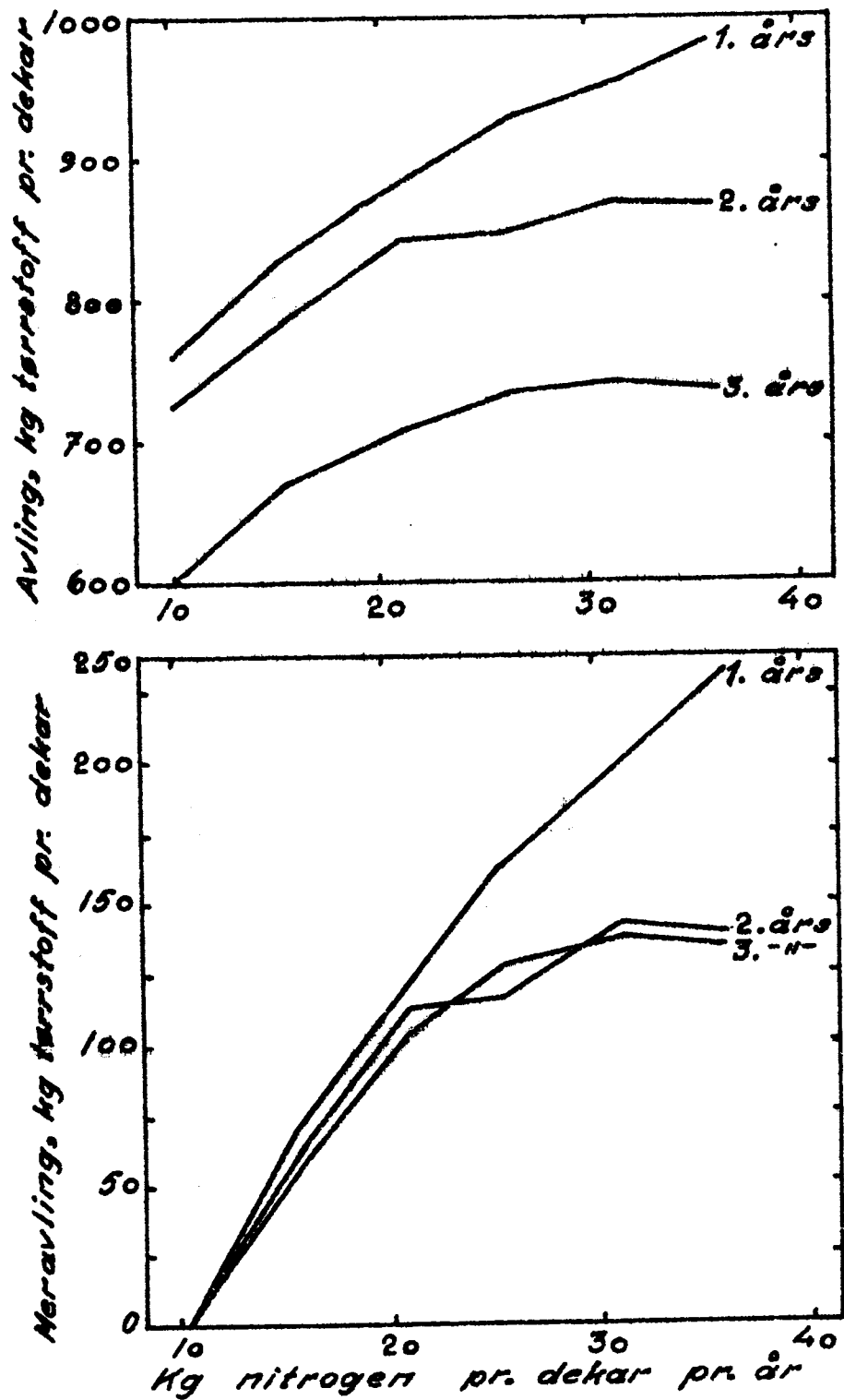
## B. Virkning på plantebestanden

### 1. Plantenes konstitusjon.

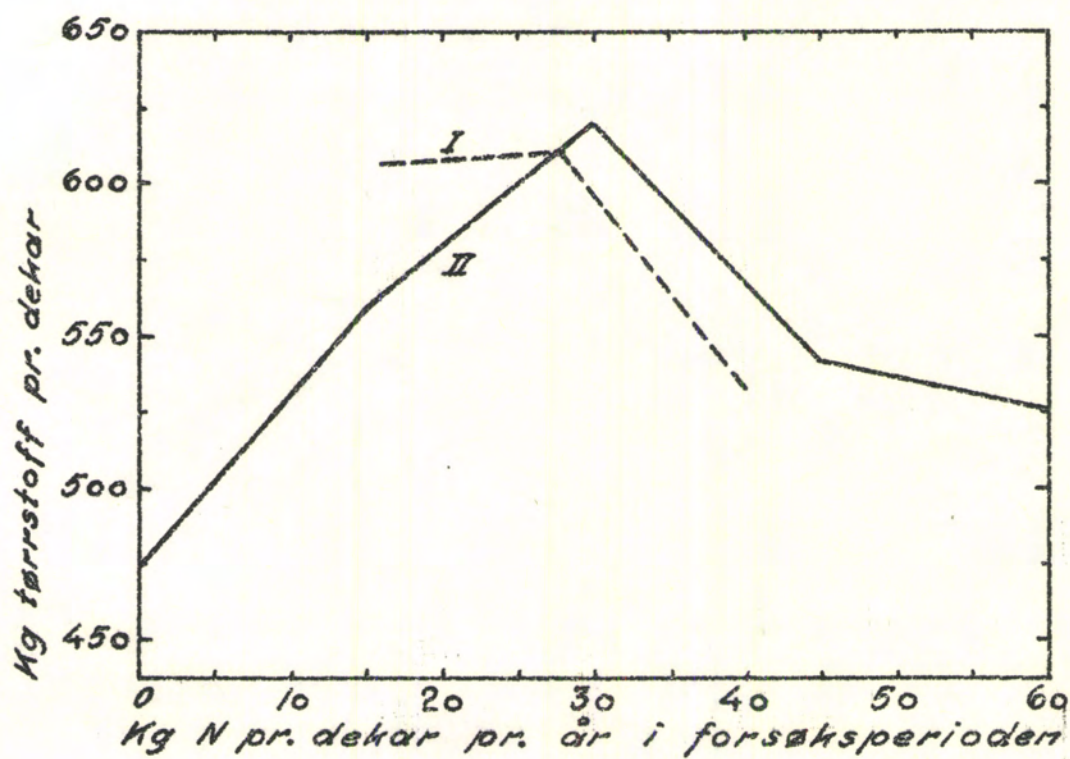
Foruten en primær og relativt kortvarig virkning på veksten av graset har nitrogengjødsel også en mer varig virkning på plantenes konstitusjon. Mindre N-mengder vil virke gunstig på graset også på noe lengre sikt. Stimulering av skudd- og bladdannelse fører til øket produksjonskapasitet, og setter plantene bedre i stand til å bygge opp næringsreserver ved moderat drift. Sterk N-gjødsling, særlig i kombinasjon med hyppig høsting, vil imidlertid virke negativt på plantenes livskraft. Dette kan komme til uttrykk på forskjellig måte. Ofte blir det en nedgang i avlingsutslaget for store nitrogenmengder fra år til år i forsøksperioden. I figur 14 er gjengitt resultater fra Sør-Østlandet der timotei/engsvingeleng ble tilført stigende mengder nitrogen og høstet tre ganger i sesongen (Uhlen 1972). Første forsøksåret var det stor meravling for økende gjødsling og klart positivt utslag helt opp til største mengde, 36 kg N pr. dekar. Andre og tredje forsøksår var utslaget mye mindre, med liten virkning over 20 kg N. I Nordland, der timotei ble tilført stigende N-mengder opp til 22 kg pr. dekar og høstet to ganger i sesongen, var avlingsutslaget betydelig redusert i andre forsøksåret sammenliknet med første året (Volden 1970). Samme forhold ble observert på Sørheim der engsvingeleng ble gjødslet med stigende nitrogenmengder opp til 60 kg pr. dekar og høstet tre eller fem ganger i sesongen (Pestalozzi 1974 c). Også andre forsøk har vist større eller mindre tendens til nedgang i virkningen av nitrogen ut gjennom forsøksperioden (Uverud 1967, Tveitnes 1967, Foss 1971, Håland 1974, Bærug 1975).

På Sørheim ble det gjødslet likt til alle ledd siste året der det i de foregående 2-3 år var gitt stigende nitrogenmengder (Håland 1974 a, Pestalozzi 1974 c). Resultatene av avlingsbestemmelsene ved første slått i "ettervirkningsåret" går fram av figur 15. N-mengder over ca. 30 kg pr. dekar pr. år hadde negativ ettervirkning på engas produksjonsevne. I disse forsøkene skjedde en gradvis uttynning av plantebestanden ved de største N-mengdene. Pestalozzi (l.c.) påviste sterk innvandring av kveke etter hvert som engsvingelen gikk ut (tabell 24),





Figur 14. Virkning av stigende N-mængder på avling (øverst) og meravling (nederst) i tre forsøksår (Uhlen 1972).



- I. 4. engår, blandet grasbestand (Håland 1974a)
- II. 3. " , engsvingeleng (Pestalozzi 1974c)

Figur 15. Etter-virkning av sterk N-gjødsling til eng på Særheim.  
Avling ved 1. slått i ettervirkningsåret.

Tabell 24. Prosent kveke i engsvingeleng ved stigende nitrogenmengder. Skjønnsmessig bedømt i 2.slått.

	Kg N pr. dekar 1. og 2. år				
	0	15	30	45	60
Andre forsøksår	0	0	14	18	19
Tredje "	2	5	45	69	73

Utgang av engplanter med redusert vekstkraft kan foregå hele året, men vinteren er en særlig kritisk periode. Den direkte sammenhengen mellom nitrogengjødsling og overvintring er vist i forsøk på Sørheim, der en har undersøkt hvordan moderat og sterk gjødsling 1. året (såingsåret) til italiensk raigras virker på avlingen 1. og 2. året. Tabell 25 viser avling og avlingsutslag ved moderat og sterk N-gjødsling (Pestalozzi 1970, 1974b, Austvoll 1974):

Tabell 25. Avling og avlingsutslag ved moderat og sterk nitrogengjødsling til italiensk raigras.

Forsøk nr.	Gjødsling 1. år,		Avling og avlingsutslag Kg tørrstoff pr. dekar		
		kg N pr. dekar	1. år	2. år	1.+2. år
I	Moderat	22	900	340	1240
	Sterk	44	+ 220	-180	+ 40
II	Moderat	20	1030	310	1340
	Sterk	40	+ 180	-140	+ 40
III	Moderat	24	1063	1430	2493
	Sterk	40	+ 180	-363	- 183
IV	Moderat	24	1050	1311	2361
	Sterk	36	+ 183	-166	+ 17

Tallene for 1. år angir avling i sum for tre høstinger. I forsøk I og II gjelder tallene for 2. år avlingen ved første høsting, i de to andre forsøkene avling i sum for fire høstinger. I alle tilfellene var det et stort negativt utslag i avlingen 2. året etter sterkeste N-gjødsling i såingsåret. I forsøk III var dette utslaget langt større enn den positive effekten 1. året, slik at avlingen i sum for begge år ble mindre etter sterkeste gjødsling. I de andre tilfellene ble den negative ettervirkningen av sterkeste gjødsling såvidt veid opp av det positive utslaget i såingsåret.

Forsøk IV (Austvoll l.c.) gjaldt også forskjellig fordeling av N-gjødsla i såingsåret: (A) Jevn fordeling i 3 like store mengder tilført om våren og etter første og andre høsting. (B) Ujevn fordeling, 2/3 (5/9) om våren og 1/3 (4/9) etter første høsting. Tallene i parentes gjelder største N-mengde. Avling og avlingsutslag i kg tørrstoff pr. dekar var:

	1. år	2. år
Jevn fordeling	1175	1160
Ujevn fordeling	- 104	+ 233

Den ujevne fordelingen av gjødsla i såingsåret innebærer at nitrogenet tilføres tidligere i vekstsesongen. Dette har virket gunstig på overvintring og avling i 2. år.

Virkning av nitrogenmengde og fordeling av gjødsla på plantebestanden ble registrert på ett av feltene i dette forsøket. Resultatet er vist i tabell 26.

Tabell 26. Antall planter pr. m<sup>2</sup> om høsten i 2. år ved moderat og sterk nitrogen gjødsling og ved jevn og ujevn fordeling av nitrogenet.

Nitrogen		Fordeling		
		Jevn (A)	Ujevn (B)	Middell
kg pr. dekar				
Moderat	24	37	66	52
Sterk	36	11	53	32
	Middell	24	60	42

Både større nitrogenmengde og jevn fordeling av denne utover i sesongen i såingsåret førte således til en sterk uttynning av plantebestanden.

Den direkte sammenhengen mellom ettervirkningen av mengde og fordeling av nitrogen og overvintringen går klart fram når en ser på resultatene i de enkelte år for forsøk III og IV. Tabell 27 viser avlingsutslag andre året i kg tørrstoff pr. dekar.

Tabell 27. Virkning av økt nitrogenmengde og av fordelingen av nitrogenet på tørrstoffavling i andre året hos italiensk raigras.

År	Utslag for			Minimumstemp., middell
	Økning i N-mengde		Fordeling av N	
	Forsøk III	Forsøk IV	A-B	jan.-mars, ° C
1971/72	-410	-240	-350	- 8,2
1972/73	-610	-220	-360	- 5,4
1973/74	- 20	- 50	- 20	- 3,9

Den ugunstige virkningen av sterk nitrogen gjødsling og forskyvning av N-tilførselen utover i sesongen (jevn fordeling) i såingsåret, var særlig sterk når vinteren etter var kald. Minimumstemperaturene som er angitt, viser bare grovt forskjellene i vintervær de tre årene.

Også i Finland er det funnet klar sammenheng mellom nitrogen gjødsling og overvintring av gras. I en serie på 18 forsøk, som ble utført i årene 1966-1970, ble engsvingel og hundegras i reinbestand tilført stigende mengder N (Huokuna 1971, Huokuna & Hiivola 1974). Overvintringsskadene, som ble registrert hver vår, økte med økende nitrogenmengde. Dette går fram av figur 16 som viser resultater for 1969 da skadene var særlig store, og for hele forsøksperioden.

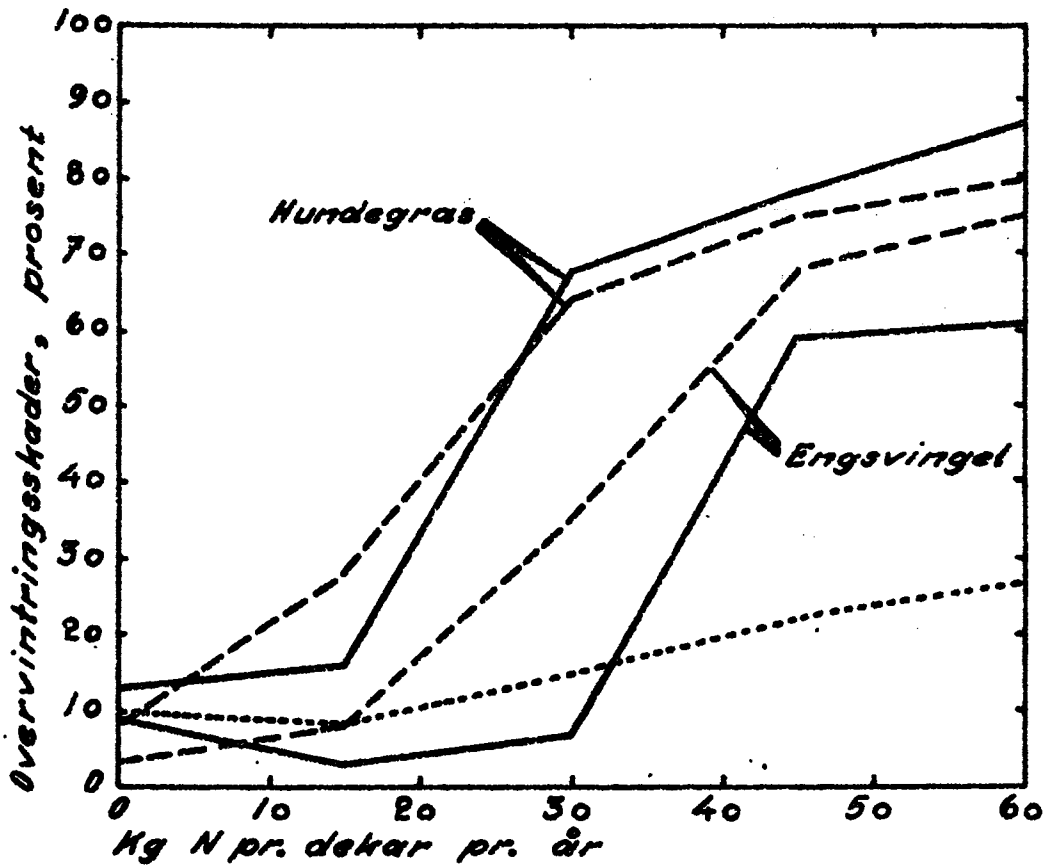
I en annen finsk undersøkelse prøvde en to ulike N-mengder til et beiteforsøksfelt med bestand av timotei, engsvingel og rødkløver (Huokuna 1967). Etter en vinter med omfattende is- og vannskader var det stort utslag for N-gjødsling på overvintringen:

Kg N pr. dekar	10	30
Prosent utgang av planter:	6	58

## 2. Botanisk sammensetning av enga.

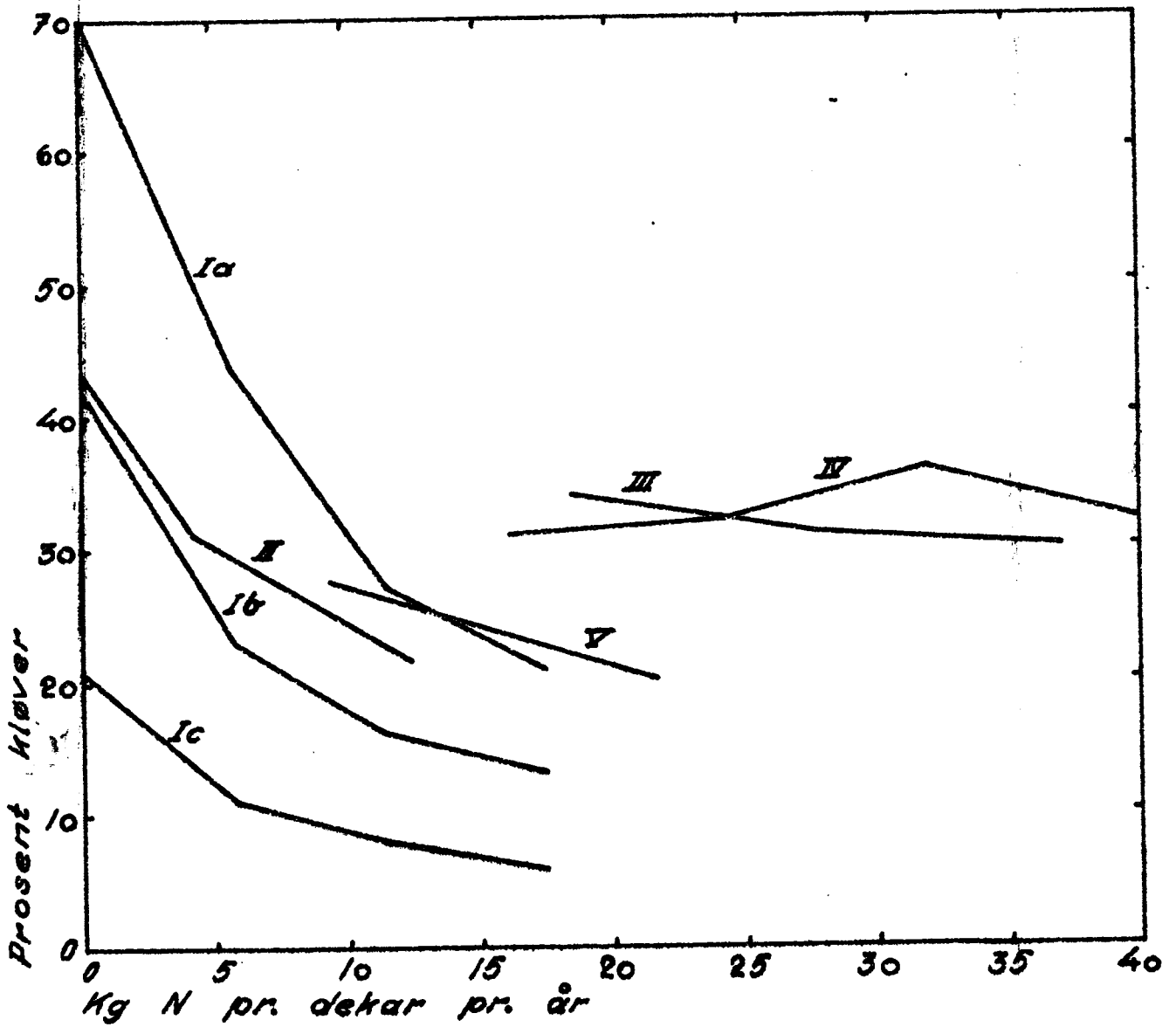
I gras/kløvereng vil nitrogen gjødsel stimulere veksten av graset som øker sin relative andel av bestanden, mens kløveren blir trengt tilbake. Dette er illustrert i figur 17 som viser resultater av observasjoner i 1. og 2. års gras/kløver-eng. Det er særlig ved låge N-nivåer at ekstra N-tilskudd fører til nedgang i kløverinnholdet (Hernes 1958, Ingebrigtsen 1959). Utslaget øker med stigende kløverinnhold i enga (Hernes l.c.). Liknende negative utslag i kløverinnhold er funnet også i andre undersøkelser med stigende 3-sidig gjødsling (Ødelien & Hvidsten 1957, Pestalozzi & Retvedt 1959). Også i de siste tilfellene er utslaget utvilsomt en virkning av stigende nitrogenmengder.

I forsøkene til Grønnerød (1970), som omfattet forskjellige grasarter i blanding med kløver, førte stigende N-mengder til relativt liten nedgang i kløverprosenten (figur 17). Skaare (1972) og Ørud (unpubl.) fant ingen utslag i kløverinnholdet ved stigende N-mengder fra 20 kg til ca. 40 kg pr. dekar. Det høge kløverinnholdet i de tre siste forsøkene, selv ved meget sterk N-gjødsling, må ses i sammenheng med at det ble høstet tre



- Gjennomsnitt for to felter på leirjord, 1969.
- Gjennomsnitt for fem felter på siltjord, 1969.
- ..... Gjennomsnitt for 18 felter og to grasarter i perioden 1967-1970.

Figur 16. Virkning av stigende nitrogenmengder på overvintringen av engsvingel og hundegras (s. Huokuna 1971, Huokuna & Hiivola 1974).



- I Bernes (1958)
  - a. Felter med over 50 % kløver ved N<sub>0</sub>
  - b. " " 31 - 50 % " " "
  - c. " " 10 - 30 % " " "
- II Ingebrigtsen (1959)
- III Skaare (1972)
- IV Ørud (upubl.)
- V Grønnerød (1970)

Figur 17. Virkning av N-gjødsling på innholdet av kløver i gras/kløver eng

ganger i sesongen. Kløverren vil da konkurrere bedre med graset enn når det blir høstet bare to ganger.

Selv om nitrogen gjødsling fører til økning i total avling, må utslagene i undersøkelsene til Hernes (1958) og Ingebrigtsen (1959) innebære en nedgang i avling av kløver når nitrogenmengden økes. Dette går fram av resultatene til Hernes (l.c.) der feltene ble gruppert etter kløverinnhold på ledd uten N-tilførsel. Kg kløverhøy pr. dekar i sum for første og andre høsting er satt opp i tabell 28.

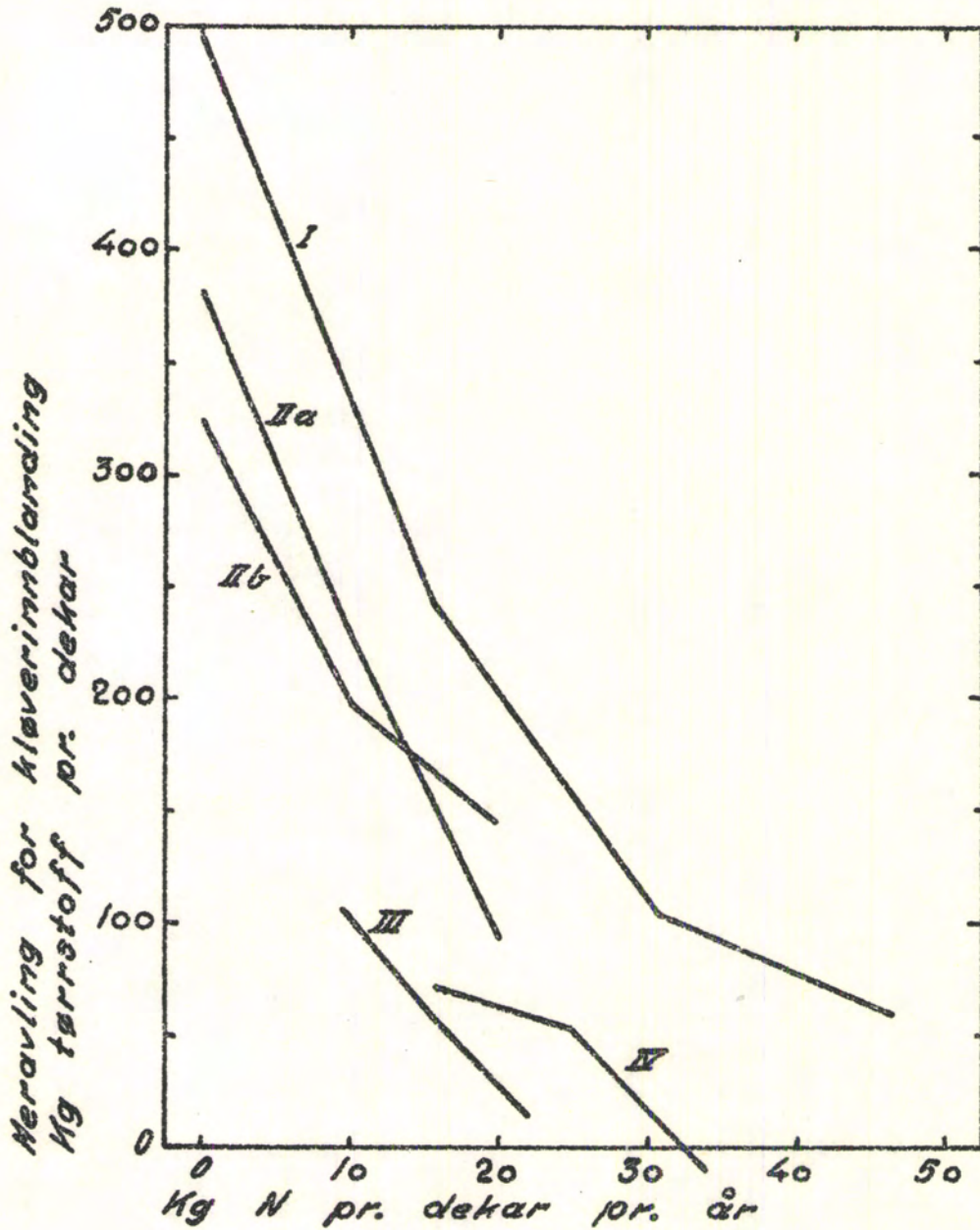
Tabell 28. Virkning av stigende mengde nitrogen gjødsel på avlingen av kløverhøy ved forskjellig kløverinnhold i enga. Kg pr. dekar.

Prosent kløver	Kg N pr. dekar			
	0	5,8	11,6	17,4
0-10	12	6	7	7
11-30	96	69	56	44
31-50	202	144	110	94
> 50	391	289	207	162

Ingebrigtsen (l.c.) fant om lag samme utslag som i den kløverrikeste feltgruppen ovenfor, mens det i forsøkene til Grønnerød (1970) og Skaare (1972) ikke var nevneverdig utslag for N-gjødsling i kløveravlingen.

Spørsmålet om verdien av kløverinnblanding i eng ved hyppig høsting og sterk N-gjødsling, er blitt belyst i enkelte forsøk i de nordiske land. I figur 18 er gjengitt noen resultater fra disse undersøkelsene som omfatter forskjellige grasarter dyrket i reinbestand eller i forskjellige blandinger, og med eller uten innblanding av kløver. Ved svak eller moderat nitrogen gjødsling var det positiv avlingsvirkning av kløver-innblanding, men meravlingen gikk sterkt ned med stigende N-gjødsling. Nedgangen var noe mindre ved tre-fire enn ved to høstinger i året i de finske forsøkene (Raininko 1968), noe som er i samsvar det som er nevnt tidligere om virkning av antall høstinger på kløverens konkurransevne. Resultatene kan forøvrig ikke sammenliknes direkte, fordi forsøkene omfatter forskjellig antall forsøksår og slåtter pr. år, og også ulike grasarter. Disse og andre driftsmessige forhold og naturgitte faktorer har betydning for kløverandel og dermed for avlingsvirkningen ved et bestemt N-nivå.





- I Danmark, seks felter, andre engår, 4-6 høstinger pr. år. (Dam Kofoed & Søndergård Klausen 1969).
- II Finland, to felter, første og andre engår. a. to høstinger pr. år. b. tre-fire høstinger pr. år (Raininko 1968).
- III Sør-Østlandet, tre felter, første og andre engår, tre høstinger pr. år. (Grønnerød 1970a).
- IV Sør-Østlandet, seks felter, første, andre og tredje engår, tre høstinger pr. år. (Grønnerød 1971).

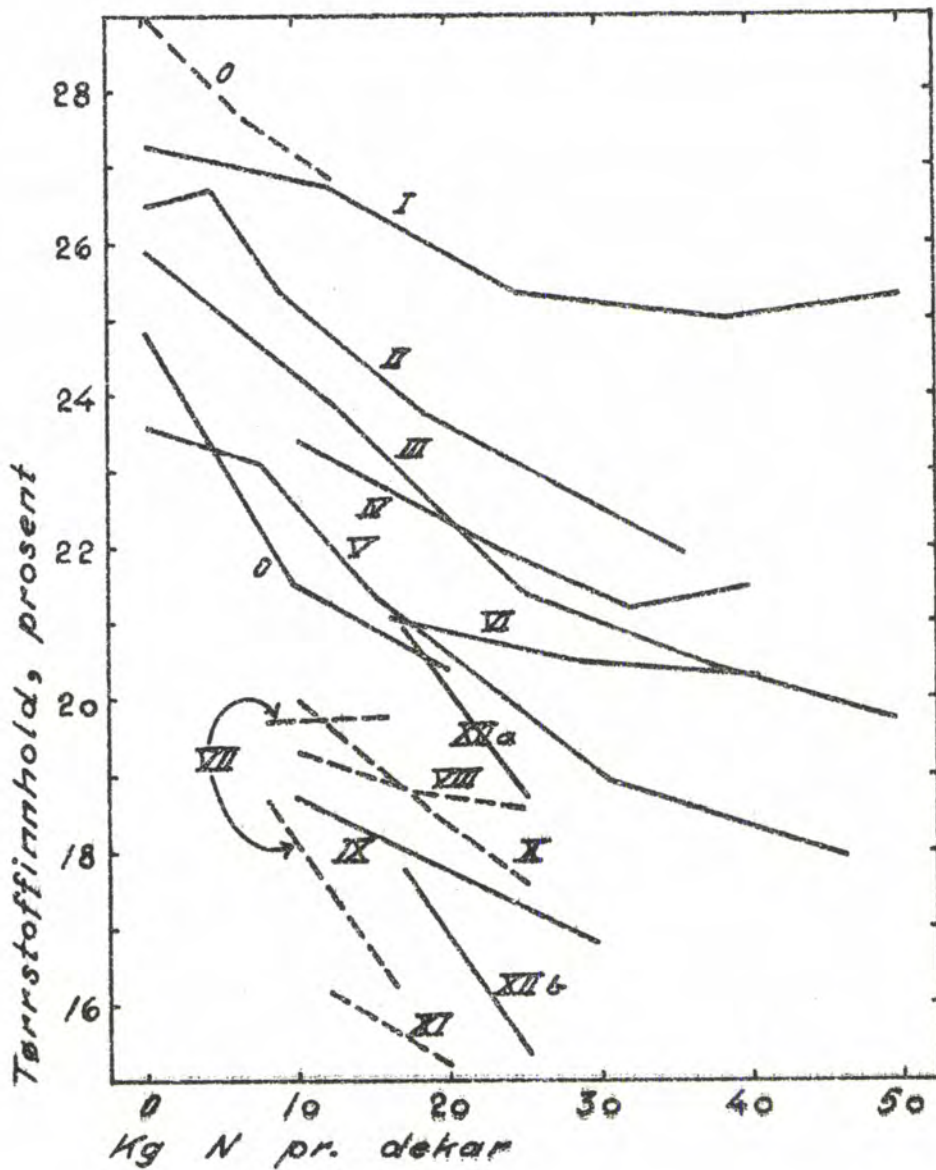
Figur 18. Meravling for kløverinnblanding ved stigende nitrogengjødsling til eng.

### C. Virkning på forkvaliteten.

Virkingen av nitrogengjødsling på avlingens stofflige sammensetning er komplisert. Det er her tale om forskjellige "del-effekter" som kan være mer eller mindre klart adskilt. Nitrogentilførsel kan påvirke utviklingsrytmen hos engplantene sterkt. Siden den stofflige sammensetningen av plantene er sterkt avhengig av utviklingsstadiet, kan nitrogenet på denne måten føre til kvalitetsendringer. I sammenheng med denne virkingen vil næringstilgangen påvirke voksemåten til plantene og dermed mengdeforholdet mellom de ulike plantedeler som utgjør avlingen, og som kan være meget forskjellige kvalitetsmessig. I tillegg kommer så den mer direkte virkingen på kjemisk sammensetning av de enkelte plantedeler og organer. Foruten virkingen på den enkelte planteart kan N-gjødsling i stor grad påvirke mengdeforholdet mellom ulike arter i enga, og artene kan ha forskjellig kvalitet. De forskjellige del-effekter som er nevnt, kan påvirke kvaliteten av engavlinga i samme eller motsatt retning, avhengig av nitrogennivå og vekstvilkår forøvrig.

#### 1. Tørrstoff-innhold.

I figur 19 er gjengitt resultater fra forsøk i de nordiske land, der virkingen av nitrogen-gjødsling på innhold av tørrstoff i gras er undersøkt. I alle tilfellene var det reduksjon i tørrstoffprosenten med stigende N-tilførsel, men utslaget varierte fra forsøk til forsøk. I de danske undersøkelsene, der forskjellige grasarter ble dyrket i reinbestand (Christensen 1967) eller i blanding (Dam Kofoed & Søndergaard Klausen 1971) og høstet 4-6 ganger i sesongen, ble tørrstoffinnholdet redusert med ca. 6 prosentenheter ved økning av N-tilførselen fra 0 til 45 kg pr. dekar. Nesten like stort utslag fant Steen (1972) i et forsøk i Sverige der forskjellige grasarter ble dyrket i reinbestand og høstet 3 ganger i sesongen. I et annet svensk forsøk, der graset ble høstet 5 ganger i sesongen, var utslaget langt mindre (Steen 1968). Minst utslag ble funnet i en forsøksserie på Vestlandet (Pestalozzi 1970b, Håland 1974a). Økning av den årlige N-mengden fra 16 kg til 40 kg pr. dekar senket tørrstoffinnholdet med gjennomsnittlig 0,8 prosentenheter hos gras som ble høstet tre ganger i sesongen (Pestalozzi l.c.).



O: Raininko (1968). I: Steen (1968) II: Steen (1972). III: Christensen (1967).  
IV: Fyrileiv (1971b). V: Dam Kofoed & Søndergård Klausen (1969).  
VI: Pestalozzi (1970b). VII: Pestalozzi (1974a). VIII: Håland (1974a)  
IX: Huokuna (1967). X: Aase (1972). XI: Saue (1972). XII: Mo (1975).

a. Timotei/engsvingel                      b. Hundegras.

Figur 19. Virkning av N-gjødsling på innhold av tørrstoff i gras.  
—————: Stigende årlig N-tilførsel og tørrstoffprosent i gjennomsnitt for alle høstinger i sesongen.  
-----: Stigende N-mengder om våren og tørrstoffinnhold ved første høsting.

På Særheim prøvde en moderat og sterk 3-sidig gjødsling med etter tur 8 kg og 16 kg N pr. dekar om våren til raigras/timotei/engsvingeleng (Pestalozzi 1974a). Sterk gjødsling reduserte tørrstoffprosenten fra 18,7 til 16,3 i gras som ble høstet ved begynnende skyting av timotei, mens det ikke var noe utslag ved høsting 14 dager seinere. Noe av utslaget i tidlig høstet gras skyldtes sannsynligvis øket kaliumgjødsling, fra 7,5 til 15 kg K pr. dekar. Det samme gjelder forsøkene til Saue (1972) og Mo (1975) som også omfattet to mengder 3-sidig gjødsel.

Under norske forhold betyr variasjoner i N-mengden innenfor det aktuelle området for N-tilførsel sannsynligvis lite for tørrstoffinnholdet i grasavlingen sammenliknet med faktorer som utviklingsstadium, værforhold og tiden på døgnet ved høsting. Resultatene tyder på at en økning i årlig nitrogengjødsling fra 10 kg til 20 kg pr. dekar vil gi en nedgang i tørrstoffinnhold på 0,5-2,0 prosent-enheter. Videre økning til 30 kg N pr. dekar vil senke tørrstoffprosenten med ytterligere 0,5-1,0 enhet.

Virkningen av N-gjødsling på tørrstoffinnholdet i avlingen vil være forskjellig for gras/kløver-eng sammenliknet med ren graseng. Dette går fram av resultater fra Danmark der graseng og blandingseng ble tilført stigende mengder N og høstet 4-6 ganger i sesongen (Dam Kofoed & Søndergård Klausen 1969). Resultatet er vist i tabell 29.

Tabell 29. Virkning av stigende nitrogenmengde på tørrstoffinnholdet i avlingen fra rein graseng og kløverblandet eng.

	Kg N pr. dekar				
	0	7,8	15,5	31,0	46,5
Prosent tørrstoff, gras	23,9	23,6	22,1	19,8	18,7
" " gras/kløver	18,0	18,8	18,9	18,3	17,7
Prosent kløver	64	52	41	28	22

I avlingen fra gras/kløver-eng ble reduksjonen i tørrstoffinnhold oppveid av nedgangen i innhold av kløver som inneholder mer vann enn gras.

Når grasavlinga blir lagt i silo, vil nedgangen i tørrstoffinnholdet føre til økning i mengden av pressaft og dermed større konserveringstap. Dette ble vist i forsøk med moderat og sterk 3-sidig gjødsling på Særheim og Fureneset (Pestalozzi 1974a) og på Hellerud (Mo 1975). Det første forsøket gjaldt blandet graseng, og det var lagt inn avling fra to høstetider:

1) Begynnende skyting av timotei, og 2) 14 dager seinere enn 1. Det andre forsøket omfattet hundegras (H) og timotei/engsvingel (T+E) som ble høstet ved begynnende skyting. Resultatene av de to forsøkene går fram av tabell 30.

Tabell 30. Virkning av forskjellig nitrogen gjødsling, utviklingsstadium og grasart på mengde av pressaft ved ensilering.

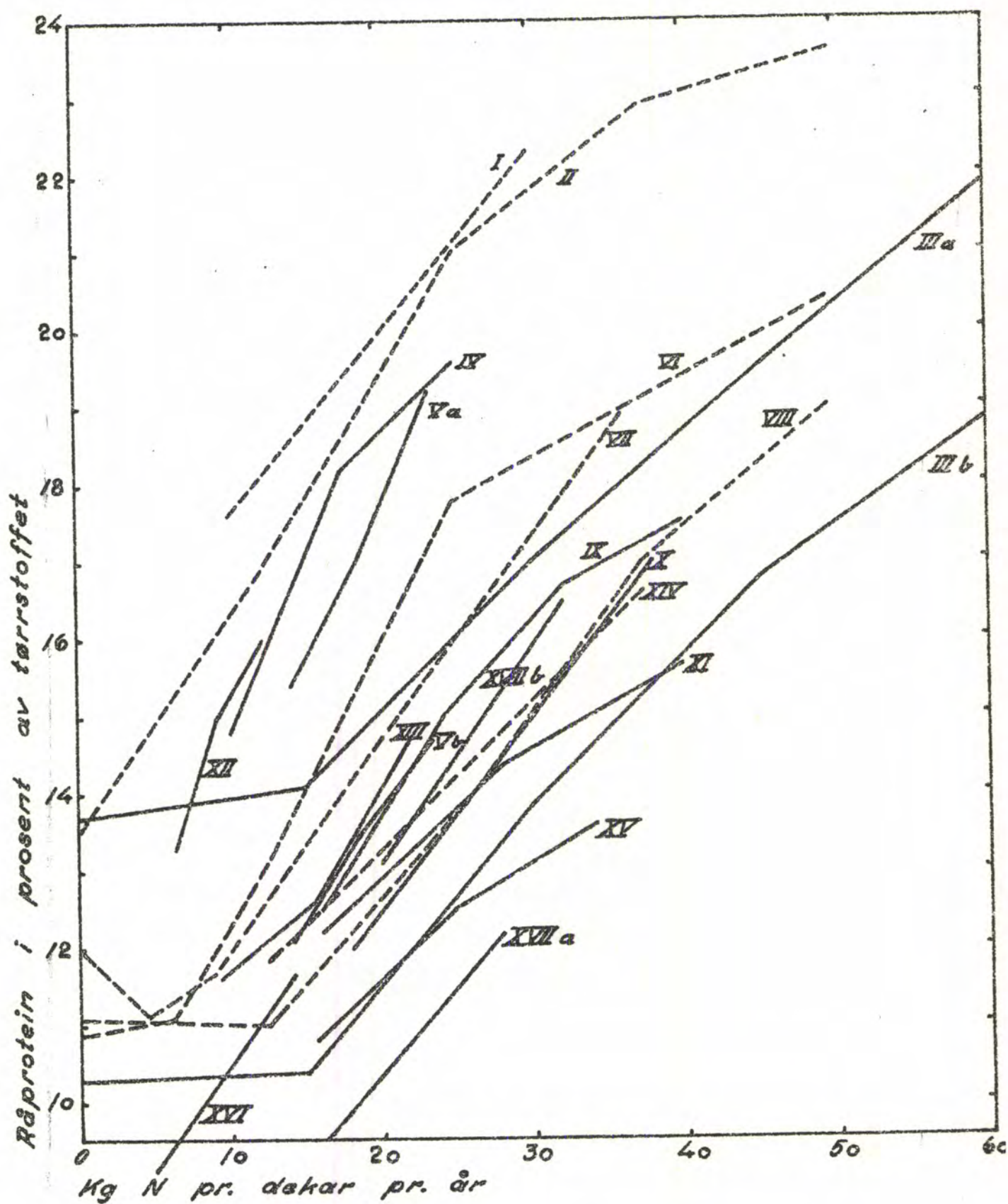
Forsøk nr.	Høstetid/ grasarter	Kg N pr. dekar pr. slått		Pressaft, kg pr. tonn gras	
		Moderat	Sterk	Moderat	Sterk
I	1	8	16	146	192
	2	"	"	113	143
II	H	8,5	13	162	241
	T+H	"	"	29	52

Disse utslagene skyldtes i noen grad økning i kaliumgjødsel, som også påvirker tørrstoffinnholdet i gras i negativ retning. Det er ellers grunn til å merke at hundegras gav langt større mengde pressaft enn engsvingel/timotei-blandingen.

## 2. Protein-innhold.

I figur 20 er gjengitt resultater fra undersøkelser i Norge og andre nordiske land over virkningen av nitrogen gjødsel på innholdet av råprotein i gras. I de fleste forsøkene som omfattet ledd uten N, var det ikke noe eller negativt utslag i proteininnhold for minste N-mengde (Laine 1967, Christensen 1967, Steen 1967, Pestalozzi 1974c). Dette kan forklares som en "fortynningseffekt". Den absolutte mengden protein (regnet pr. arealenhet) økte betydelig, men den relative økningen i total avling var like stor eller større. Det er rimelig at denne effekten vil gjøre seg mest gjeldende ved låge N-nivåer, der vekstøkningen av et visst N-tilskudd er størst (fig. 10). Ved mangelfull tilgang vil ekstra N-tilførsel dessuten gjerne virke til å framskynde (den generative) utviklingen av graset, og det vil føre til redusert protein-prosent (fig. 2). Ellers var det jevnt over stort positivt utslag for N-tilførsel, og en ganske jevn stigning i proteininnholdet med stigende mengder i området fra ca. kg til ca. 30 kg N pr. dekar pr. år. Ved interpolering i de forskjellige kurvene finner en at innholdet av protein i tørrstoffet økte med 1,1 til 3,8 prosentenheter ved økning i N-tilførselen fra 10 kg til 20 kg pr. dekar pr. år. Videre økning til 30 kg N pr. dekar gav noe mindre varierende utslag i protein-





Figur 20. Virkning av stigende mengder nitrogen på innhold av råprotein i gras. Prosent av tørrstoffet. — Forsøk i Norge. - - - - - Forsøk i andre nordiske land.

prosenten, 1,5 til 2,7 enheter.

Resultatene fra forsøk med enda større N-mengder tyder på et klart mindre utslag i proteininnhold for mengder ut over ca. 25-30 kg pr. dekar. I alle disse forsøkene var det imidlertid stigning helt opp til største mengde som ble prøvd. Christensen (1967) og Steen (1967) fant således positivt utslag i proteininnhold opp til 50 kg N pr. dekar. I forsøket i engsvingeleng på Sørheim steg protein-innholdet temmelig jevnt med N-mengden helt opp til 60 kg N pr. dekar (Pestalozzi 1974 c).

Resultatene i figur 20 gjelder undersøkelser i forskjellige typer grasbestand, og dette kan være noe av årsaken til variasjonen mellom forskjellige forsøk i protein-nivå og i utslag for nitrogengjødsling. Det er imidlertid relativt liten forskjell i protein-innhold mellom forskjellige grasarter, og endringer i innholdet med stigende N-tilførsel varierer ikke nevneverdig mellom de artene som blir mest dyrket (Steen 1972, Christensen 1967, Nørgaard Pedersen et al. 1971, Stabbetorp 1974).

Antall høstinger i sesongen varierte fra 2 til 7 i de forskjellige forsøk, og dermed varierte også fordelingen av den årlige N-mengden. Dette har for det første stor betydning for selve protein-nivået, fordi innholdet går sterkt ned med utsatt høstetid. Høstetiden vil dessuten virke inn på utslaget for N-tilførsel. Dette ble vist i en forsøksserie med stigende 3-sidig gjødsling til timotei/kløver-eng på NLH (Ødelien & Hvidsten 1957). Virkningen av gjødsel på proteininnholdet i timotei, som utvilsomt var en ren N-effekt, er vist i tabell 31.

Tabell 31. Virkning av 3-sidig gjødsel på innhold av råprotein i timotei/kløver-høy høstet på to utviklingsstadier. Prosent av tørrstoff.

Slått ved:	Kg N pr. dekar			
	0	4	8	12
Beg. skyting av timotei	8,9	10,0	12,0	14,4
Beg. blomstring "	5,8	6,0	7,1	8,6

Liknende utslag er funnet også i andre norske forsøk (Hovde 1974a, Pestalozzi 1974a). På Voll undersøkte en råprotein-innholdet i avlingen ved første høsting av timoteieng som ble tilført stigende mengder nitrogen om våren (Tranmæl 1973b). Innholdet av råprotein i gjennomsnitt for 3 felter og 2 høstear er satt opp i tabell 32.



Tabell 32. Virkning av nitrogengjødsel på innhold å råprotein i timotei høstet på to utviklingsstadier. Prosent av tørrstoff.

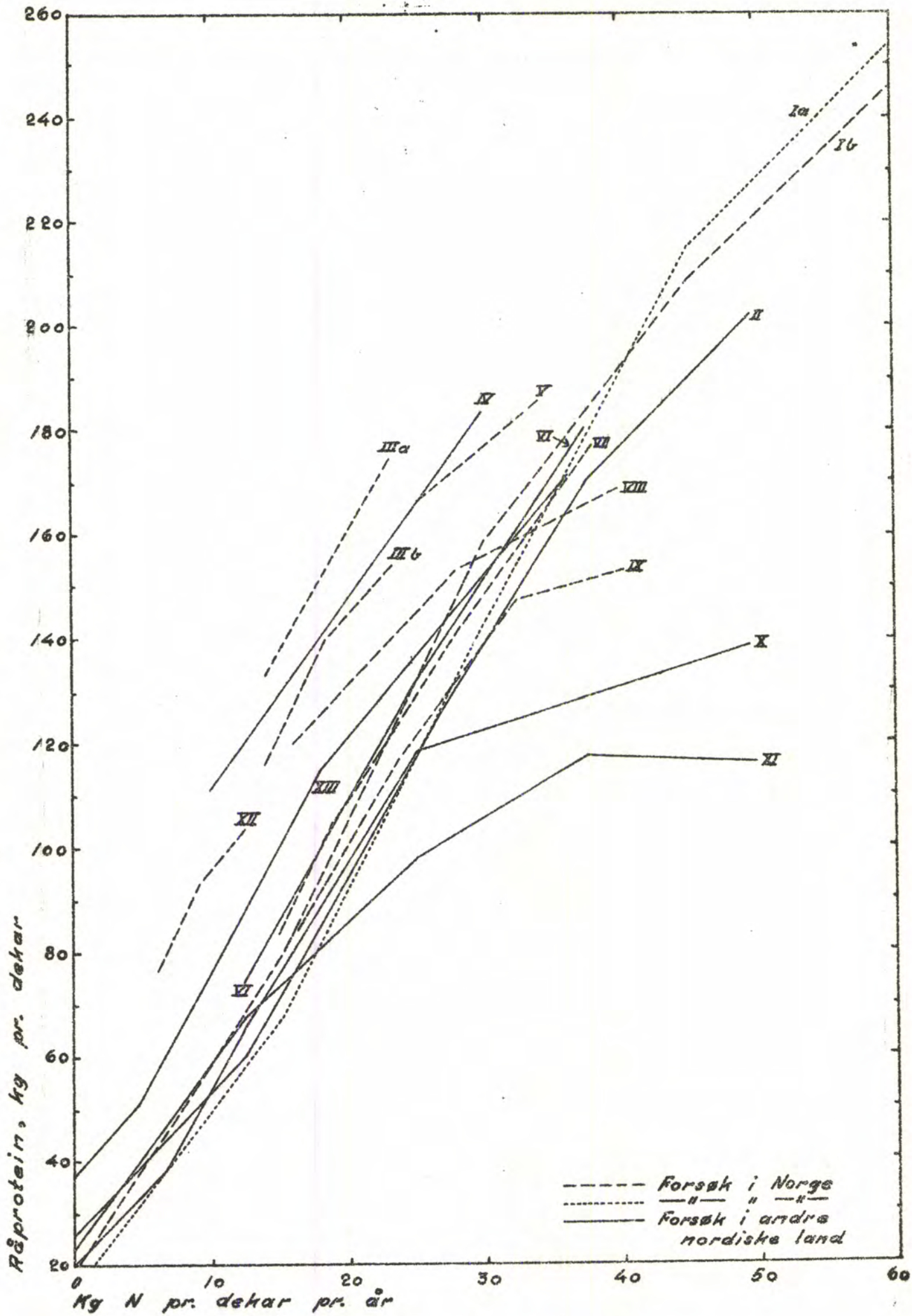
	Kg N pr. dekar om våren		
Slått ved:	4,7	9,3	14,0
Begynnende skyting av timotei (17/6)	14,0	17,1	20,7
14 dager seinere (1/7)	10,6	12,6	14,0

Forskjellen i utslag skyldes bl.a. at avlinga ved tidlig høsting inneholder mer blad og mindre stengler enn ved sein slått, og virkningen av nitrogengjødsel på protein-innholdet er langt større i blad enn i stengler. Men også utslaget for nitrogengjødsel på proteininnholdet i blad går ned med utsatt høstetid.

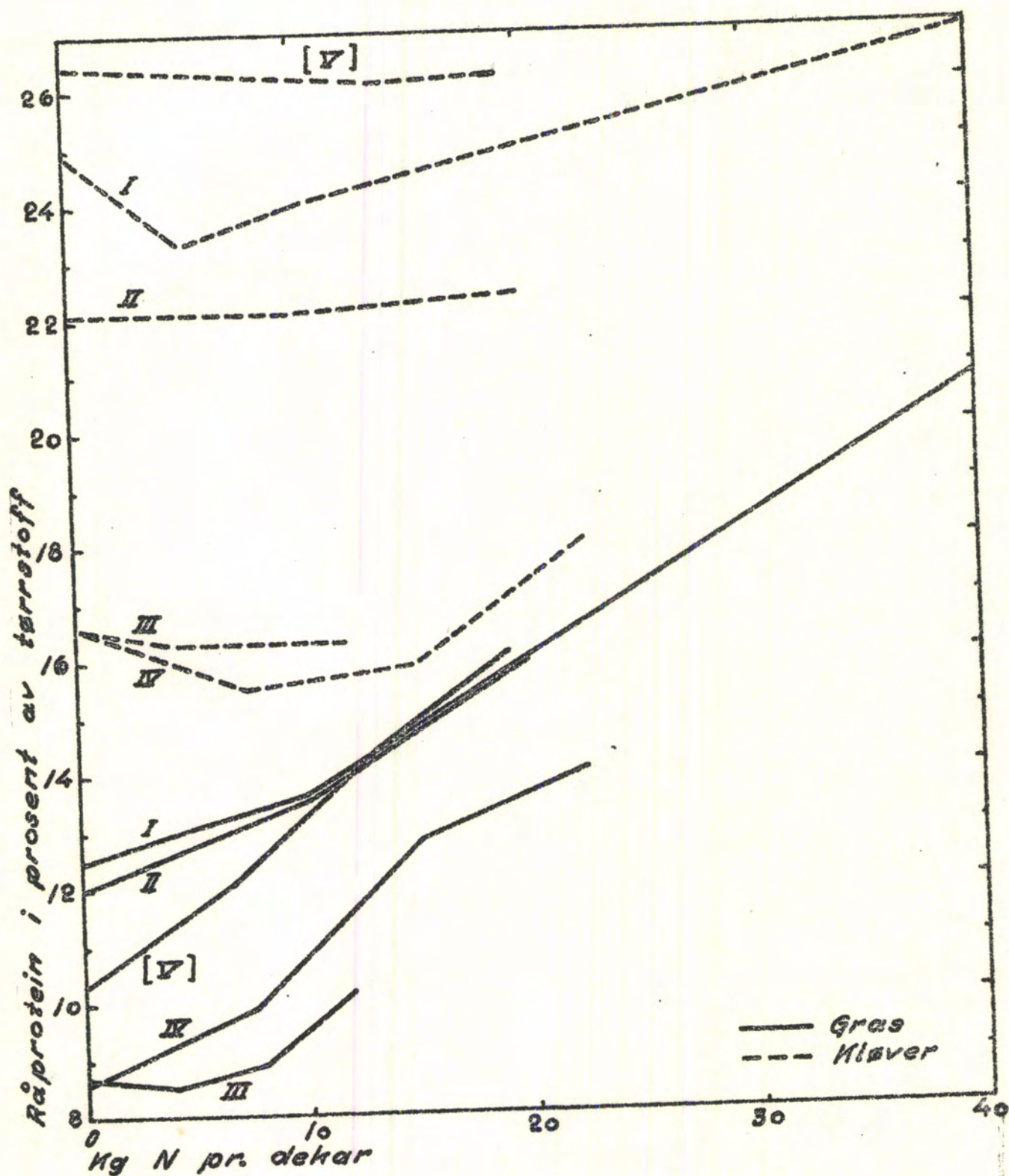
På den andre siden synes virkningen av en bestemt årlig N-mengde i gjødsel på protein-innholdet i årsavlingen å være lite avhengig av antall høstinger når gjødsla blir jevnt fordelt til hver høsting. I danske forsøk med trinnvis økning i den årlige N-tilførselen med 12,5 kg pr. dekar var stigningen i avlingens innhold av råprotein 2,5-3 prosentenheter, enten hver N-mengde ble fordelt på to, tre, fire, fem eller sju høstinger i sesongen (Nørgaard Pedersen et al. 1971, Mølle 1974). I engsvingeleng på Sarheim ble økningen av protein-innholdet i årsavlingen om lag den samme enten N-mengden ble fordelt på tre eller fem høstinger (Pestalozzi 1974c, figur 20). Samme resultat fant en ved forsøk i Sverige (Ebbersten 1974).

Virkingen av N-tilførsel på protein-innholdet i graset innebærer en relativt større økning i proteinavling enn i tørrstoffavling ved stigende nitrogenmengder. Virkingen av N-gjødsling på proteinavkastningen er illustrert i figur 21, som viser resultater fra forskjellige nordiske undersøkelser. I en del av forsøkene var det lite utslag for N-mengder over 25-30 kg pr. dekar (Laine 1967, Steen 1967, Håland 1974a, Ørud unpubl.). I andre tilfeller var det jevn stigning opp til 36-38 kg N pr. dekar (Møller 1967, Steen 1972, Stabbetorp 1974). I et forsøk i Danmark (Christensen 1967) var det klart positivt utslag helt opp til 50 kg N pr. dekar. Særlig store utslag i protein-avlingen fant en i forsøk i engsvingel-eng på Sarheim (Pestalozzi 1974c). Det var her sterk og temmelig jevn stigning opp til 60 kg N pr. dekar.





Figur 21. Virkning av N-gjødsling på avling av råprotein i gras-eng.



I. Lein (1960), II. Raininko (1968), III. Pestalozzi & Retvedt (1959), IV. Ødelien (1950), V. Chestnut (1972).

Figur 22. Virkning av N-gjødsel på innhold av råprotein i gras og kløver. I, II, V: årlig N-mengde og proteininnhold i årsavling. III, IV: N-mengde om våren og proteininnhold ved 1. høsting.

Virkningen av N-gjødsling på innholdet av råprotein er langt mindre hos kløver enn hos gras. Dette går fram av figur 22. Resultatene til Ødelien (1950) og Pestalozzi & Retvedt (1959) gjelder reinplukket timotei og rød-kløver fra første slått av timotei/kløvereng som var tilført stigende mengder 3-sidig gjødsel. Lein (1960) analyserte avlingen fra ruter med hvitkløver og forskjellige grasarter sådd i reinbestand, tilført stigende N-mengder og høstet 3-4 ganger i sesongen. I alle forsøkene var det nedgang i kløverens råprotein-innhold for minste gjødselmengde. I forsøkene til Pestalozzi & Retvedt (1959) var det ingen virkning på proteininnholdet av videre økning i gjødselmengden. I de to andre forsøkene var det positivt utslag, men virkningen av stigende N-mengder var mindre enn hos gras.

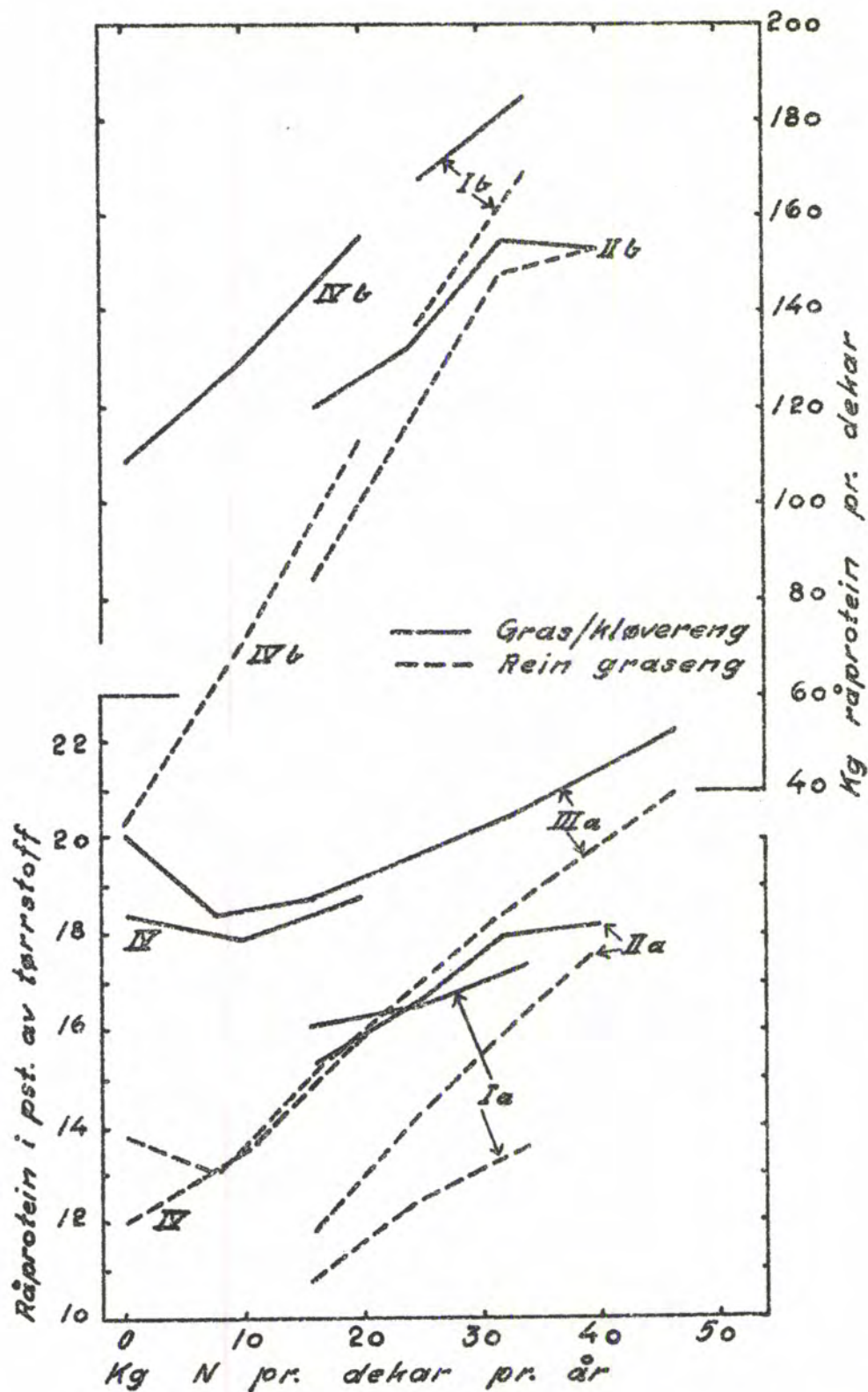
Figuren viser også resultater fra undersøkelser av gras i sammenlikning med rødkløver i Finland (Raininko 1968) og med hvitkløver i England (Chestnutt 1972). I disse forsøkene ble kløverens råproteininnhold ikke påvirket av N-gjødslingen.

På grunn av denne forskjellige virkning av N-gjødsel på kløver og gras, vil effekten av nitrogen på avlingens proteininnhold være mindre for gras/kløver-eng enn for rein gras-eng. Et viktigere forhold i denne sammenheng er at N-tilførsel indirekte trykker kløveren tilbake. Dette har størst betydning i kløverrik eng, der stigende N-mengder kan ha direkte negativ virkning på protein-pfrosenten i avlingen, fordi kløver er mer proteinrik enn gras. Ingebrigtsen (1959) beregnet proteinutbyttet i en forsøksserie med N-gjødsling til kløverrik eng på Sør-Østlandet. Noen resultater fra denne undersøkelsen i gjennomsnitt for de to første engår er gjengitt i tabell 33.

Tabell 33. Høyavling, innhold av råprotein og proteinavling ved stigende nitrogenmengde til kløverrik eng.

	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

Kløveren ble trykket så sterkt tilbake at proteinprosenten i avlingen gikk ned med stigende N-mengder, og det var bare relativt svakt positivt utslag i total proteinavling.



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

Figur 23. Virkning av N-gjødsling på proteinprosent (a) og proteinavling (b) for eng med og uten innblanding av kløver.

Figur 23 viser resultater fra tre forsøk der en har undersøkt virkningen av N-gjødsling på proteininnholdet i avlingen fra eng med og uten innblanding av kløver. Med unntak for første gjødsel-trinn i det danske og det finske forsøket, var det i alle tilfellene positiv virkning av nitrogen-gjødsling på protein-prosentsen for gras/kløvereng. Utslaget var imidlertid betydelig mindre enn for rein graseng. I det danske forsøket førte gjødslinga til sterk nedgang i kløverinnholdet i enga, men virkningen av dette ble altså oppveid av økningen i grasets proteininnhold. På Hellerud var det ingen virkning av N-tilførselen på kløverinnholdet (figur 17). Resultatene til Grønnerød (1971) viser at det kan være stor positiv virkning av kløverinnblanding på proteininnholdet selv ved så høgt N-nivå som 34 kg pr. dekar. I de andre forsøkene var utslaget for innblanding av kløver betydelig mindre ved samme gjødselmengde.

Det går ellers tydelig fram av figuren at også utslaget for N-tilførsel på avlingen av råprotein er betydelig mindre for gras/kløvereng enn for rein graseng, selv om gjødslinga ikke virker inn på kløverinnholdet (Ørud upubl. jfr. figur 17).

Råprotein-innholdet i plantemateriale bestemmes som totalt N-innhold  $\times 6,25$ . Siden nitrogenet i plantene finnes i mange andre forbindelser enn i protein, både organiske og uorganiske, vil råprotein omfatte forskjellige stoffer eller stoffgrupper som har ulik verdi i foringa. Det er derfor et viktig spørsmål om N-gjødsling påvirker råproteinets sammensetning og kvalitet. I tilknytning til forsøk med stigende nitrogengjødsling til timotei/eng-svingeleng på Hellerud er det foretatt forskjellige analyser av avlingen for å belyse spørsmålet (Fyrilleiv 1971a). Foruten total-N bestemte en uorganisk N ( $\text{NO}_3\text{-N}$  og  $\text{NH}_3\text{-N}$ ) og beregnet såkalt korrigert råprotein:  $(\text{total-N} - (\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_3\text{-N})) \times 6,25$ . Korrigert råprotein blir således et uttrykk for innholdet av organiske N-holdige forbindelser. Videre bestemte en innholdet av aminosyrer. Differensen mellom korrigert råprotein og aminosyrer ble kalt "amider", som egentlig omfatter forskjellige organiske N-forbindelser av ikke proteinnatur, i første rekke amider, aminer, nukleinsyrer og nukleotider. Tabell 34, som bygger på resultater av tre års analyser av avlingen fra første og andre høsting, angir innhold i prosent av tørrstoff og i prosent av råprotein (Mo 1974).

Tabell 34. Virkning av stigende nitrogenmengder på innhold av råprotein og forskjellige N-holdige stoffer i avlingen.

	Kg N pr. dekar							
	16		24		32		40	
	Prosent av							
	Tørr-	Rå-	Tørr-	Rå-	Tørr-	Rå-	Tørr-	Rå-
	stoff	protein	stoff	protein	stoff	protein	stoff	protein
Råprotein	12,5	100	15,0	100	16,7	100	17,5	100
NO <sub>3</sub> -N <sup>1)</sup>	0,04	2,1	0,11	4,4	0,18	6,9	0,23	8,2
NH <sub>3</sub> -N <sup>1)</sup>	0,02	1,3	0,03	1,2	0,03	1,2	0,03	1,1
Korrigert råprotein	12,1	96,8	14,1	94,4	15,4	91,9	15,8	90,3
Aminosyrer	9,1	72,8	10,4	69,3	11,7	70,0	12,3	70,3
"Amider"	3,0	24,0	3,7	24,7	3,7	21,9	3,5	20,0

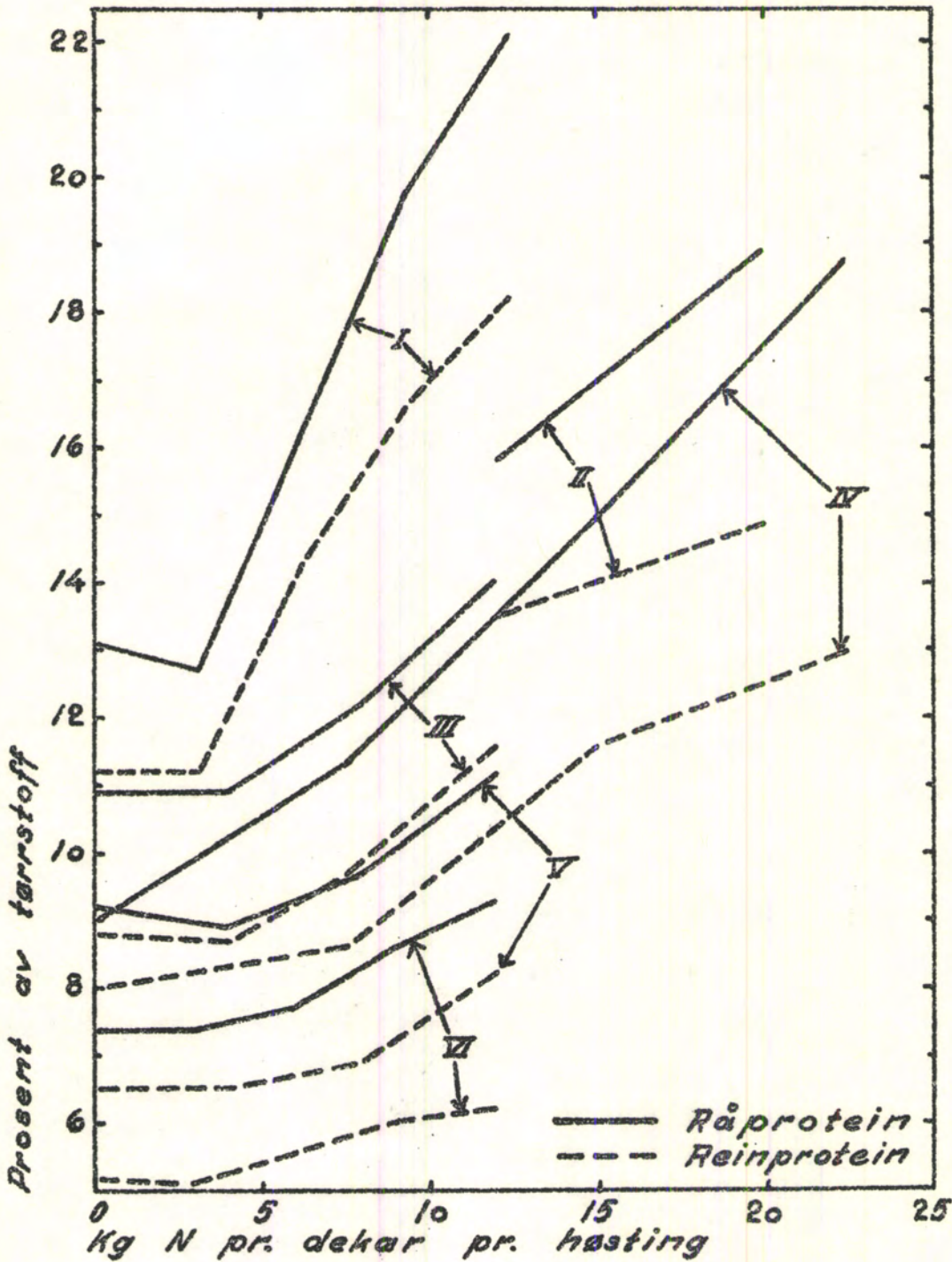
1) Prosent av total - N.

Det var relativt større økning i NO<sub>3</sub>-N enn i total-N, slik at nitratets andel av råproteinet gikk opp med stigende N-tilførsel. NH<sub>3</sub>-innholdet var lågt og ble lite påvirket av gjødsling. Økningen i korrigert råprotein ved stigende gjødsling var litt mindre enn for råprotein. Aminosyre-innholdet økte om lag som innholdet av råprotein, og utgjorde ca. 70 prosent av råproteinet ved alle N-nivåer. For "amider" var det en liten økning ved 24 kg N. For større mengder var det liten virkning absolutt sett, slik at det relative innholdet gikk noe tilbake.

Steen (1968) undersøkte virkningen av stigende N-gjødsling på grasets innhold av såkalt FLG-protein, som er et mål for mengden av aminosyrer (frie og bundet i protein). Den relative økningen i innholdet av FLG-protein var omtrent som for råprotein. Og disse resultatene tyder altså på at aminosyrenes andel av råproteinet ikke påvirkes i vesentlig grad av N-gjødsling (jfr. tabell 34). I en annen svensk undersøkelse (Steen 1969) var det imidlertid nedgang i det relative aminosyreinnholdet med stigende N-mengder.

Figur 24 viser virkningen av stigende N-gjødsling både på innholdet av råprotein og reinprotein i gras. I alle tilfellene var utslaget av gjødsling betydelig mindre i reinprotein enn i råprotein-innhold. I forsøkene til Saue (1972) og Ødelien (1947, 1950) var økningen i innhold av reinprotein ca. halvparten av økningen i råprotein. I de andre norske forsøkene (Ødelien & Hvidsten 1957, Pestalozzi & Retvedt 1959) og særlig i et forsøk i Danmark (Christensen 1967) var forskjellen i utslag mindre.





I. Christensen (1967), II. Saue (1972), III. Ødelien & Hvidsten (1957), IV. Ødelien (1947), V. Pestalozzi & Retvedt (1959), VI. Ødelien (1950).

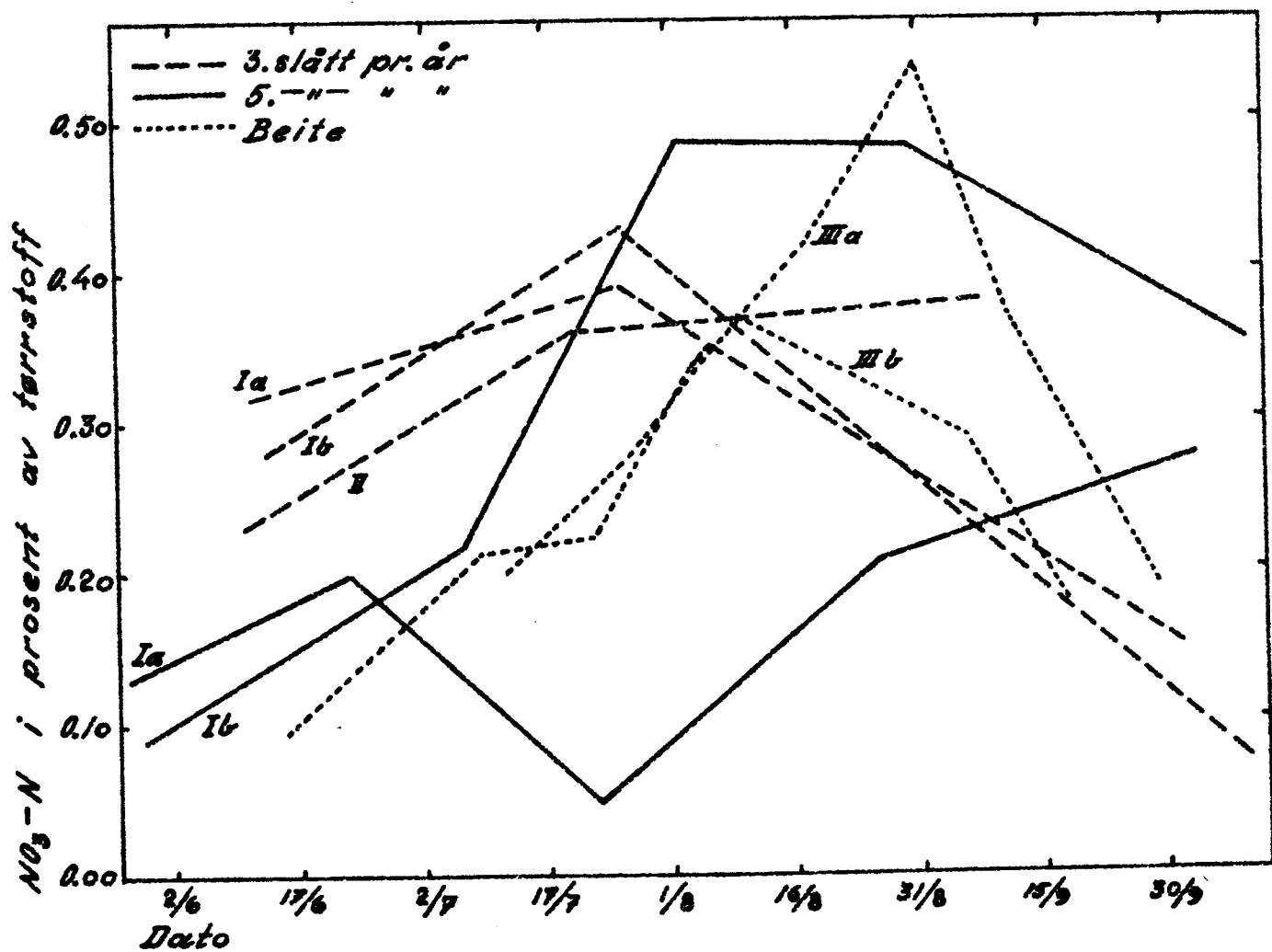
Figur 24. Virkning av N-gjødsling på innhold av råprotein og reinprotein i gras.

Med unntak for forsøkene til Pestalozzi & Retvedt (1959) var det i alle tilfellene ved noe høyere N-nivåer, over ca. 8-10 kg pr. dekar, nedgang i reinprotein-innholdet regnet i prosent av råprotein med stigende N-gjødsling. Dette kan forklares ut fra virkningen på  $\text{NO}_3$ -innholdet, som øker relativt sterkere enn råprotein-innholdet ved økende N-tilførsel (jfr. tabell 34).

Fyrileiv (1971b) og Christensen (1967) fant ingen virkning av N-gjødsling på mengdeforholdet mellom de forskjellige aminosyrer hos gras. I en svensk undersøkelse (Steen 1969) ble det registrert en relativ økning i asparaginsyre-innholdet med økende N-tilførsel, mens mengdeforholdet mellom aminosyrene for øvrig ikke ble vesentlig påvirket.

Grasets innhold av nitrat ( $\text{NO}_3$ ) vil stige med økende N-tilførsel (jfr. tabell 34). "Risikogrensen", der en kan få ugunstige virkninger på dyras helsetilstand, settes ofte til 0,4 prosent  $\text{NO}_3$ -N i tørrstoffet. Så høgt innhold kan forekomme ved årlige gjødselmengder på 30-35 kg N pr. dekar eller mer. Virkningen av en bestemt årlig N-mengde på nitratinholdet i avlingen varierer imidlertid sterkt og avhenger bl.a. av fordeling av gjødsel, plantebestand, høstetid og utviklingsstadium hos plantene ved høsting, værforhold og vekstbetingelser for øvrig. Figur 25 viser resultater fra forsøk med sterk N-gjødsling til grasmark der nitratinholdet i avlingen er undersøkt. Det var i alle tilfellene økning i innholdet fra våren og utover i første delen av veksttida. Oftest ble det høyeste innholdet registrert i slutten av juli eller august, med en nedgang seinhøstes. Ved tre ganger høsting var innholdet høyere ved andre enn ved første høsting både på Apelsvoll og Særheim. På Særheim var det nedgang fram til tredje høsting, men dette var ikke tilfellet på Apelsvoll. I svenske og finske forsøk med tre høstinger i sesongen, fant en størst nitratinhold ved siste høsting (Laine 1967, Steen 1972). Også i Danmark fant en størst innhold ved siste høsting, og dette gjaldt enten enga ble høstet to, tre, fem eller sju ganger i sesongen (Møller et al. 1973). I alle forsøkene som er referert ovenfor, ble den årlige N-mengden fordelt likt til hver høsting.

Virkningen av N-gjødsling på nitratinholdet i graset kan variere sterkt fra år til år, noe som går fram av resultatene for ledd som ble høstet fem ganger i året på Særheim (figur 25). Både svingningene gjennom sesongen og årsvariasjonene i nitratinholdet henger sammen med variasjoner i været. I et fire-årig forsøk på Hellerud var innholdet av  $\text{NO}_3$ -N i grastørrstoffet fra 0,08 til 0,17 prosent i tre av årene etter tilførsel av 32 kg N pr. dekar (Mo 1974). Ett av årene var innholdet oppe i 0,39 prosent ved andre høsting. Dette skyldtes tørke på forsommeren og rikelig nedbør etter første høsting,



- I. Sarheim, 60 kg N pr. dekar pr. år. a. 1971 b. 1972 (Pestalozzi 1974c)
- II. Apelsvoll, 40 kg N pr. dekar (Lein 1960).
- III. Sarheim, 40 kg N pr. dekar a. 1970 b. 1971 (Pestalozzi & Matre 1972a, Håland 1974b).

Firug 25. Nitratinnhold i gras ved sterk N-gjødsling.

slik at en ved andre høsting fikk virkningen både av vårgjødslingen (12 kg N pr. dekar) og overgjødningen (12 kg N).

Det er grunn til å vente større opphoping av nitrat hos plantene når veksten hemmes av låg temperatur og/eller mangelfull tilgang på lys, enn under gunstige forhold med hurtig vekst. Dette er trolig viktigste årsaken til relativt høgt innhold av nitrat ved siste høsting i forsøkene i andre nordiske land, som er omtalt ovenfor. Virkningen av værforholdene på nitratinholdet hos graset er imidlertid ofte svært komplisert. På Særheim var det således ingen klar sammenheng mellom klimafaktorene og sesongvariasjonene i nitratinhold hos beitegras (Pestalozzi 197 ).

Forsøkene til Ødelien & Hvidsten (1957) viser at risikoen for skadelig opphoping av nitrat i graset avtar med utsatt høsting som vist i tabell 35.

Tabell 35. Innhold av  $\text{NO}_3\text{-N}$  ved forskjellig nitrogentilgang og ved høsting på to utviklingstrinn hos timotei. Prosent av tørrstoff.

Høsting ved:	Kg N pr. dekar om våren	
	0	12
Begynnende skyting	0,01	0,20
Begynnende blomstring	0,02	0,05

Denne sammenhengen synes ikke å gjelde ved høsting av svært ungt gras. På Særheim fant en således ingen forskjell i innholdet hos beitegras enten det ble høstet ved to eller fire ukers mellomrom. Den årlige N-mengden var 40 kg pr. dekar fordelt på fire gjødslinger (Håland 1974 b).

Når en går ut fra en bestemt årlig N-mengde som fordeles likt på hver høsting, vil nitratinholdet i årsavlingen avta noe med stigende antall høstinger i sesongen. Dette går fram av forsøk i engsvingeleng på Særheim (Pestalozzi 1974 c), og i Ultuna, Sverige (Eggersten 1974), og danske forsøk med forskjellige grasarter (Møller et al. 1973) . Tabell 36 viser resultater fra disse undersøkelsene.

Tabell 36. Innhold av NO<sub>3</sub>-N i gras ved forskjellig antall høstinger. Prosent av tørrstoff.

Sted	Kg N pr. dekar pr. år	Antall høstinger			
		2	3	5	7
Sørheim	60		0,27	0,25	
Ultuna, Sverige	60		0,28	0,22	
Danmark gj.sn.	12,5-25-37,5	0,05	0,03	0,02	0,02
" maks.	37,5	0,23	0,21	0,14	0,16

Nedgangen i nitratinnhold med utsatt høsting (færre høstinger) blir altså mer enn oppveid av større N-mengde pr. gjødsling når antall høstinger reduseres. Dette går klart fram av resultatene fra første høsting i de to forsøksårene på Sørheim, som er satt opp i tabell 37 (Håland 1974b).

Tabell 37. Innhold av NO<sub>3</sub>-N i gras ved forskjellig nitrogen-gjødsling om våren.

Antall høstinger	Kg N pr. dekar om våren	Høste-dato	Prosent NO <sub>3</sub> -N i tørrstoffet	
			1971	1972
5	12	28/5	0,10	0,15
3	20	12/6	0,32	0,28

Tendensen til økning av nitratinnholdet ved stigende N-gjødsling er forskjellig hos ulike eng- og beitevekster. Både ved forsøk på Sør-Østlandet (Grønnerød 1971), i Sverige (Ehbersten 1974) og i Danmark (Dam Kofoed & Søndergård Klausen 1969) var det høyere nitratinnhold og større økning i innholdet ved stigende N-mengder i gras/rødkløver-eng enn i rein graseng. Norske undersøkelser av beiteplanter viste imidlertid at innholdet i hvitkløver var bare 30 til 50 % av innholdet i gras ved sterk N-gjødsling (Hvidsten et al. 1959, Lein 1960).

Undersøkelser av forskjellige grasarter har vist at det hos hundegras og engsvingel er større tendens til opphoping av nitrat enn hos timotei og raigras. Engrapp viser relativt liten økning i innholdet ved sterk N-gjødsling. Artsforskjellene var særlig store i et forsøk i Sverige (Steen 1968), men viste seg også i andre nordiske undersøkelser (tabell 38).

Tabell 38. Innhold av  $\text{NO}_3\text{-N}$  hos forskjellige grasarter ved sterk nitrogen-gjødsling.

Prosent av tørrstoffet.

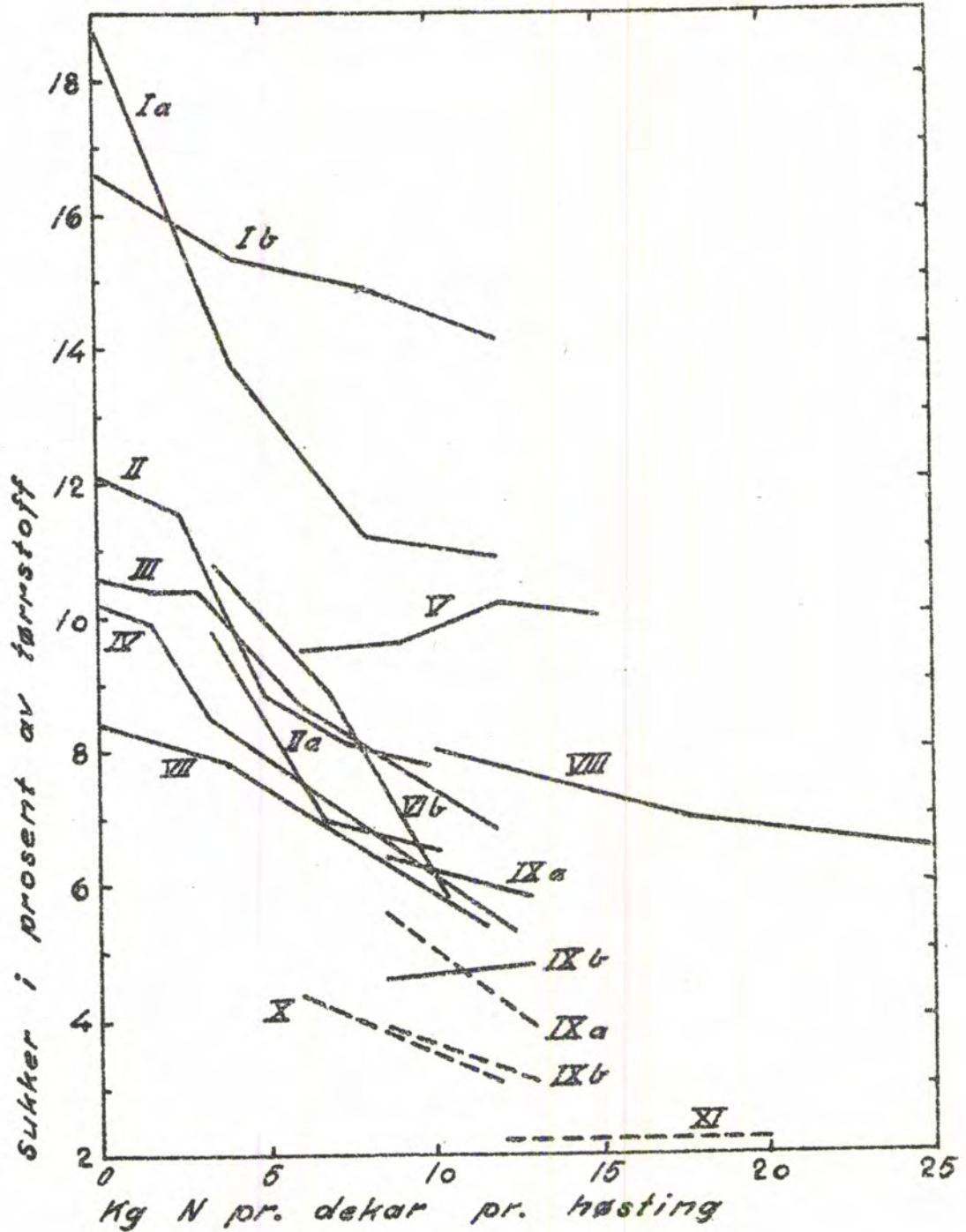
Kilde	Kg N pr. dekar pr. år	Timotei	Eng-svingel	Hunde-gras	Alm. raigr.	Engrapp
Lein 1960	40	0,31	0,35	0,47	0	0,19
Christensen 1967	50	0,20	0,27	0,24	0,20	-
Steen 1968	50	0,17	0,38	0,25	-	0,06
Steen 1972	0- 36	0,02	0,05	0,04	0,03	-
Møller et al. 1973	37,5	0,18	0,26	0,21	0,17	-

### 3. Trevleinnhold.

Innholdet av trevler i graset synes å være lite påvirket av N-tilførselen. I flere norske undersøkelser er det funnet en svak økning i prosent trevler i gras-tørrstoffet med stigende N-mengde (Grønnerød 1970a, 1971, Fyrileiv 1971b, Pestalozzi & Matre 1972, Valberg & Bø 1972). I andre tilfeller har det ikke vært noe utslag (Fossbakken 1971, Håland 1974a) eller en svak nedgang (Aase 1972, Saue 1972). Forsøk i andre nordiske land har også gitt motstridende resultater. I et forsøk i Sverige fant Steen (1967) signifikant reduksjon i trevleinnholdet i graset med stigende N-tilførsel, mens danske forsøk (Dam Kofoed & Sønnergaard Klausen 1969, Mølle 1974) gav motsatt resultat.

### 4. Sukker-innhold.

I figur 26 er gjengitt resultater fra nordiske undersøkelser av sukkerinnhold i gras ved stigende N-gjødsling. I de fleste tilfellene var det klart negativt utslag. Virkningen synes å være størst ved svak eller moderat N-gjødsling. Resultatene til Ødelien & Hvidsten (1957) gjelder første slått av timotei som var tilført stigende mengder 3-sidig gjødsel om våren. Det var klart større utslag ved tidlig slått (beg. skyting) enn ved sein slått (beg. blomstring). Svenske undersøkelser av forskjellige grasarter i reinbestand viste klar negativ virkning av N-gjødsling enten graset ble høstet på beitestadiet fem ganger i sesongen (Steen 1968) eller tre ganger i sesongen på silostadiet (Steen 1972). Negative utslag var det også i forsøk på Apelsvoll, der en undersøkte forskjellige grasarter som ble dyrket i reinbestand og høstet 3-4 ganger i sesongen (Lein 1960). Aase (1972) som analyserte avlingen fra første slått av timotei/engsvingel/rapp-eng, fant relativt liten nedgang i sukker-innholdet ved å øke N-tilførselen om våren ut over 10 kg pr. dekar.



- I. Ødalen & Hvidsten (1957)
  - a. Timotei høstet ved begynnende skyting
  - b. " " " " blomstring
- II. Steen (1972), III. Steen (1968)
- IV. Lein (1960), V. Fyrileiv (1971)
- VI. Nørgaard Pedersen & Witt (1973)
  - a. Italiensk raigras
  - b. Alminnelig raigras
- VII. Witt (1967), VIII. Aase (1972)
- IX. Mo (1975)
  - a. Engsvingel/timotei
  - b. Hundegras
- X. Mo (1974), XI. Mo & Sæue (1973)

Figur 26. Virkning av stigende nitrogenmengder på sukkerinnholdet i gras:— og surfor:-----.

I forsøk på Hellerud fant en liten eller ingen virkning på sukkerinnholdet i avlingen fra første og andre slått av stigende N-mengder til timotei/engsvingel-eng (Fyrileiv 1971b) eller av stigende 3-sidig gjødsling av timotei/engsvingel- eller hundegras-eng (Mo 1975). I de tre siste forsøkene ble det høstet ved tida for begynnende skyting av timotei.

Også i Finland (Huokuna 1967) og i Danmark (Witt 1967, Nørgaard Pedersen & Witt 1973) er det funnet nedgang i grasets sukkerinnhold på grunn av sterk N-gjødsling.

Undersøkelser av surfor fra Hellerud viste redusert sukkerinnhold etter økning av N-mengden (Mo 1974) og etter økning av mengden 3-sidig gjødsel (Mo 1975). I forsøk på Stend fant en imidlertid ingen forskjell i surforets sukkerinnhold etter moderat og sterk 3-sidig gjødsling (Saue 1973).

En kunne vente at denne nedgang i sukkerinnhold, i tillegg til økningen i innhold av vann og råprotein som følger av sterk N-gjødsling, ville medføre øket risiko for feilgjæring ved konservering av gras i silo. De undersøkelser som er utført, tyder imidlertid på at mengden av nitrogen-gjødsel til enda ikke har nevneverdig virkning på surforkvaliteten målt ved de vanlige kjemiske kriterier, dvs. pH,  $\text{NH}_3$ -innhold og innhold av organiske syrer (melkesyre, eddiksyre, maursyre, smørsyre). Dette gjelder når det tilsettes maursyre ved nedleggingen (Matre & Pestalozzi 1974, Mo 1974, 1975, Aase 1972) og ved ensilering uten tilsetning (Saue 1972). I produksjonsforsøk med melkekyr fant Mo (1974) ingen virkning av N-gjødslingen (16 kg N eller 32 kg N pr. dekar) på opptatt surformengde eller på melkemengden av å øke nitrogenmengden på 16 til 32 kg N pr. dekar. På Sarheim var det imidlertid hos en gruppe kastrater som fikk surfor av gras fra sterkt gjødslet eng (16 kg N pr. dekar om våren), mindre foropptak og mindre tilvekst enn hos en gruppe som fikk surfor fra moderat (8 kg N) gjødslet eng (Matre & Pestalozzi 1974).

##### 5. Mineralinnhold.

N-gjødsling kan påvirke grasets innhold av mineraler sterkt, men utslaget for de enkelte stoffer varierer mye fra forsøk til forsøk. Dette er rimelig, fordi bl.a. jordbunnsfaktorer som jordart, innhold av de øvrige næringsstoffer og pH kan virke inn på resultatet, noe som er påvist i undersøkelser i Finland (Rinne et al. 1974). Derimot synes det å ha liten betydning om nitrogenet tilføres i form av nitrat eller ammonium å komme etter resultatene fra undersøkelser i Danmark (Henriksen 1965).



Fosforinnholdet i graset blir lite påvirket av N-gjødsling. En del forsøk som også omfattet ledd uten N-tilførsel, viste klart negativt utslag for minste N-mengde (Christensen 1967, Steen 1967, 1972, Rinne et al. 1974). Dette kan forklaras som en "Fortynningseffekt" som følge av sterk økning i vekst og avling. Ved noe høyere N-nivåer er det i noen undersøkelser funnet økning i P-innholdet (Pestalozzi 1974c, Andersen & Schjelderup 1973), i andre tilfeller en svak nedgang (Huokuna 1967, Steen 1967, Pestalozzi & Matre 1972b) med stigende N-mengder. I de fleste forsøk er det imidlertid ikke funnet statistisk sikre utslag. I undersøkelser i Finland var det positiv virkning av N-gjødsling på fosforinnholdet i graset ved første høsting første forsøksåret. Det var imidlertid en gradvis endring i retning av negativt utslag ut gjennom forsøksperioden, fra første til tredje høsting i sesongen, og fra første til tredje forsøksår (tabell 39).

Tabell 39. Virkning av stigende mengder nitrogen gjødsel på fosforinnholdet av gras ved begynnelse og slutt av forsøket. Prosent P i tørrstoffet.

	Kg N pr. dekar pr. år				
	0	15	30	45	60
1. høsting 1. år	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37
3. " 3. "	0,46	0,37	0,32	0,30	0,31

Endringen i utslag med tida skyldtes redusert tilgang på fosfor fordi N-tilførselen førte til gradvis senking av pH i jorda.

Også på Apelsvoll ble det registrert en endring gjennom sesongen i virkning av gjødselnitrogenet på fosforinnholdet i graset (Lein 1960). Mens det ikke var sikre utslag i P innhold i graset for stigende N-mengder ved første høsting, var det negativ virkning på fosforinnholdet ved tredje høsting.

Kalsium og magnesiuminnholdet vil vanligvis øke noe med økende N-gjødsling. I et treårig forsøk på Fureneset ble det utført analyser av avlingen fra første høsting av timotei/engsvingel/rapp-eng som var tilført stigende mengder N om våren (Aase 1972). Innholdet av Ca og Mg i prosent av tørrstoffet i gjennomsnitt for tre år er vist i tabell 40.

Tabell 40. Virkning av stigende mengder av kalsium og magnesium i grasets. Prosent av tørrstoffet.

	Kg N pr. dekar		
	10	17,5	25
Ca	0,45	0,49	0,52
Mg	0,15	0,17	0,18

Liknende positiv virkning av N-gjødsling på innholdet av Ca og Mg i gras er påvist også i en rekke andre forsøk.

Virkningen på Ca-innholdet skyldes i alle fall delvis at N-gjødsla (kalksalpeter etter kalkammonsalpeter) inneholder betydelige mengder Ca. Resultatene kan ellers variere med jordbunnsforholdene. I finske forsøk var det positiv virkning på grasets Ca-innhold av stigende N-mengder på grovkornet mineraljord, men ingen utslag på finkornet mineraljord eller torvjord (Rinne et al. 1974). Utslaget var dessuten forskjellig ved de forskjellige høstinger i løpet av sesongen. Det var klar positiv effekt ved første høsting, men tendens i motsatt retning ved siste høsting (tabell 41).

Tabell 41. Virkning av stigende mengder nitrogengjødsel på innholdet av kalsium i grasets ved forskjellige høstinger. Prosent av tørrstoffet.

	Kg N pr. dekar pr. år				
	0	15	30	45	60
1. høsting	0,40	0,43	0,45	0,48	0,50
3. høsting	0,66	0,61	0,59	0,61	0,63

Undersøkelser av N-gjødselas virkning på kaliuminnholdet i grasets har gitt noe varierende resultater. I noen tilfeller har det vært en viss reduksjon i innholdet av K med stigende N-mengder (Steen 1967, Pestalozzi 1970b), i andre tilfeller har det ikke vært sikre utslag (Tveitnes 1967, Fyrileiv 1971b, Valberg & Bø 1972, Håland 1974a). I de fleste undersøkelsene har imidlertid N-gjødsling ført til økning i kaliuminnholdet. På Særheim analyserte en avlingen fra første høsting av engsvingeleng (Pestalozzi 1974c). Innholdet av kalium i prosent av tørrstoffet i gjennomsnitt for to forsøksår er sett opp i tabell 42.

Tabell 42. Virkning av stigende mengder nitrogen gjødsel på innholdet av kalium i gras. Prosent av tørrstoff.

Kg N pr. dekar pr. år				
0	15	30	45	60
2,16	2,74	3,49	3,84	3,93

I dette forsøket ble det gjødslet sterkt med kalium, 20 kg pr. dekar pr. år. Dette forklarer trolig det uvanlig store utslaget, siden N-gjødsels virkning på grasets innhold av kalium er sterkt avhengig av engplantenes kaliumforsyning. Tabell 43 viser innhold av kalium hos beitegras som ble tilført forskjellige mengder N og K på Jæren (Aasen 1965).

Tabell 43. Kaliuminnhold i beitegras ved forskjellig nitrogen- og kaliumgjødsling. Prosent av tørrstoffet.

Kg K pr. dekar		
	0	16,4
Kg N pr. 4,6	2,53	2,96
dekar 18,5	2,25	3,23

Ved mangelfull K-forsyning førte sterk N-gjødsling til en nedgang av kaliuminnholdet i gras, mens det var økning i innholdet ved god K-forsyning.

I finske forsøk var det liten eller ikke noen virkning av N-gjødsling på grasets kaliuminnhold på torvjord eller på grovkornet mineraljord, mens det var positiv effekt på finkornet mineraljord som var i bedre kaliumtilstand (Rinne et al. 1974). Det var dessuten, liksom for fosfor, en gradvis endring i virkningen med tida, fra positive utslag ved første høsting første år til negativ effekt ved tredje høsting tredje år. Disse forholdene går fram av tabell 44.

Tabell 44. Virkning av stigende nitrogenmengder på innhold av kalium i gras fordi forskjellige jordarter og ved begynnelse og slutt av forsøket. Prosent av tørrstoffet.

	Kg N pr. dekar pr. år				
	0	15	30	45	60
Torvjord	2,9	3,2	3,1	3,0	3,0
Grovkornet mineraljord	2,9	3,1	3,0	3,0	3,1
Finkornet mineraljord	2,8	3,3	3,5	3,6	3,6
1. høsting 1. år	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7
3. " 3. "	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3

Endringen i utslag med tida, som var størst for grovkornet mineraljord, skyldtes at K-tilførselen, 10 kg pr. dekar pr. år, var langt mindre enn mengden som ble ført bort med avlingen. Jordas innhold av kalium i lett-løselig form ble derfor etter hvert redusert. Dette forholdet vil ha særlig betydning når jorda har små kaliumreserver, slik tilfellet var for grovkornet mineraljord.

Virkingen av N-gjødsling på innholdet av kalsium og magnesium i avlingen vil være forskjellig i gras/kløver-eng sammenliknet med rein gras-eng, fordi kløveren inneholder betydelig mer av disse stoffene enn grasartene. Ødelien (1950) og Henriksen (1965) fant således 2-5 ganger høyere innhold av kalsium og 2-4 ganger høyere innhold av magnesium i rødkløver enn i timotei. I hvert fall i kløverrik eng vil derfor sterk N-gjødsling ha negativ virkning på innholdet av de to stoffene i total avling, selv om effekten på grasets innhold er positiv.

Når det gjelder innholdet av fosfor og kalium er det liten forskjell mellom gras og kløver (Ødelien l.c. Henriksen l.c.). Virkingen av N-gjødsling på innholdet av disse stoffene i avlinga er derfor lite avhengig av kløvermengden i enga.

#### 6. Fordøyeligheten av foret.

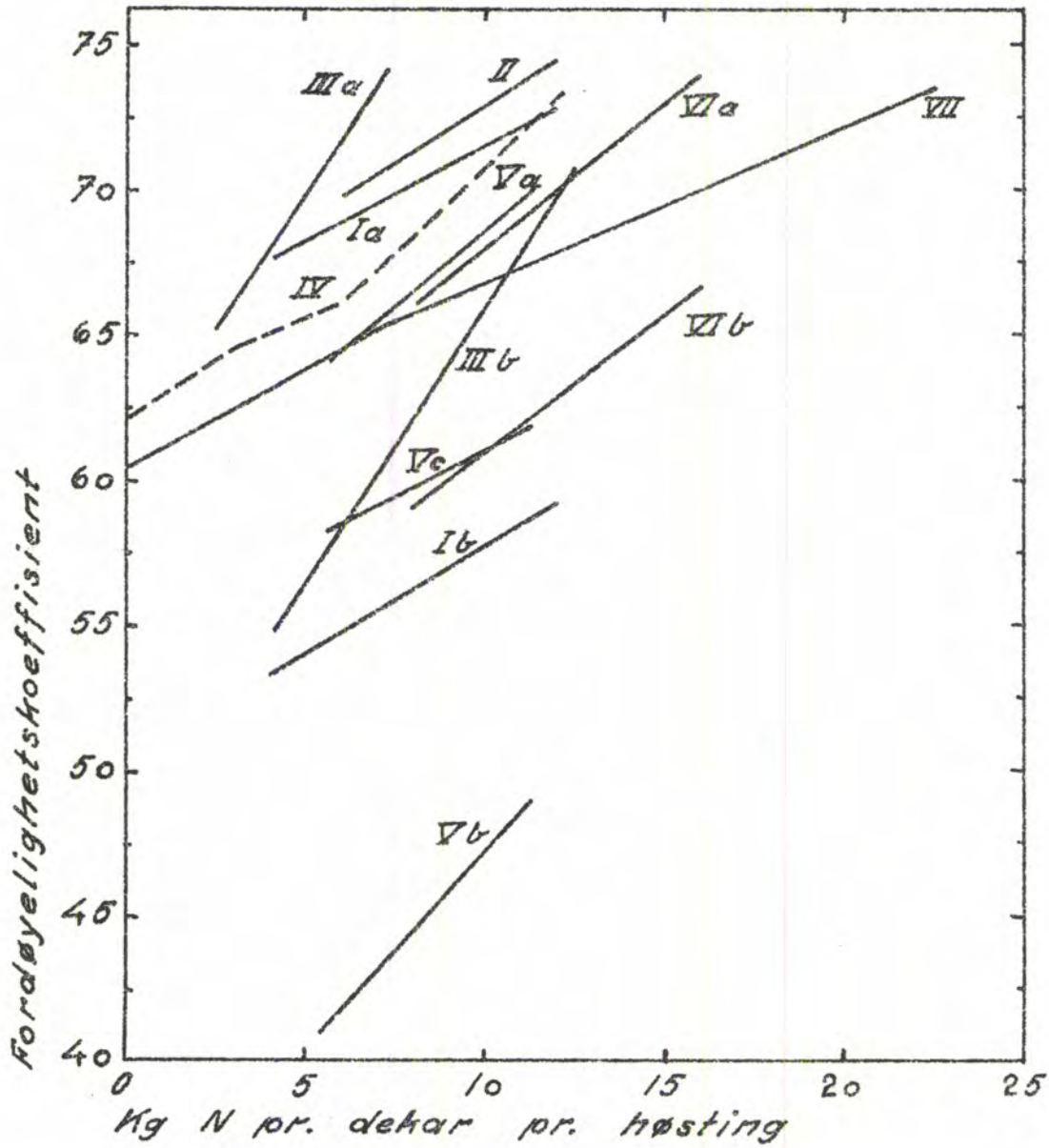
N-gjødsling synes å ha liten virkning på fordøyeligheten av tørrstoffet (organisk stoff) hos gras. I et par norske undersøkelser var det litt lågere fordøyelighet etter sterk N-gjødsling (Pestalozzi & Matre 1972a, 1973) eller etter sterk 3-sidig gjødsling (Hovde 1974a), enn ved bruk av mer moderate mengder. I andre undersøkelser fant en ingen klare utslag for N-gjødsling eller tresidig gjødsling på fordøyelighet i gras (Ødelien &

Hvidsten 1957, Fossbakken 1971, Pestalozzi 1974 c) eller surfor (Saue 1972, Mo & Saue 1974). Et dansk forsøk viste svakt positivt utslag for stigende N-mengder på fordøyeligheten av organisk stoff i grasavlingen (Nørgaard Pedersen et al. 1971), og undersøkelser i Sverige tyder på at N-nivået har betydning for virkningen (Steen 1968, 1972, Ebbersten 1974). Ved mangelfull N-forsyning vil et ekstra tilskudd føre til økning av bladprosenten og dermed høyere fordøyelighet. Ved høyere N-nivåer skjer en øket strådannelse som setter ned fordøyeligheten.

Derimot har N-gjødsling en klar positiv effekt på fordøyeligheten av råprotein. Dette går fram av figur 27 som viser resultater fra norske og danske undersøkelser. Ødelien (1947, 1950) undersøkte timoteihøy fra første slått ved full skyting, mens Ødelien & Hvidsten (1957) analyserte høy fra timoteieng med 5-10 prosent kløver høstet første gang ved begynnende skyting eller ved begynnende blomstring. Forsøkene gjaldt stigende 3-sidig gjødsling, men det var utvilsomt de økende mengder nitrogen som var hovedårsaken til utslaget. Dette gjelder også forsøket til Fossbakken (1971) som analyserte høy fra timoteieng og naturlig grasmark, og forsøket til Pestalozzi (1974a) der en undersøkte surfor fra eng med blandet grasbestand. I begge tilfeller ble det brukt to ulike mengder NPK-gjødsel. Økningen i proteinets fordøyelighet var om lag den samme ved de to høstetidene som ble prøvd, liksom i forsøket til Ødelien & Hvidsten (1957). Mo & Saue (1974) undersøkte surfor fra timotei/engsvingel-eng høstet ved begynnende skyting av timotei. Resultatet lå nær opp til det Ødelien & Hvidsten (1957) kom fram til for samme høstetid. Undersøkelsen til Nørgaard Pedersen et al. (1971) i Danmark omfattet forskjellige grasarter som ble dyrket i reinbestand og høstet med forskjellig intervall gjennom sesongen. Også i disse forsøkene var virkningen av N-gjødsling om lag den samme hos ungt gras (høstet fem ganger i sesongen) som hos eldre gras (høstet tre ganger).

Det er ellers generelt høy positiv korrelasjon mellom råproteininnhold og fordøyelighet av råproteinet (Homb 1952). Palsson & Eriksson (1971) kom fram til følgende regresjon:

$Y = 93,9 - 313/x$  der  $y$  er fordøyelseskoeffisienten og  $x$  er prosent protein i tørrstoffet. Etter denne likninga skulle en økning i innholdet av råprotein fra 10 til 15 prosent medføre en økning i fordøyelseskoeffisienten på ca. 10 prosent-enheter (fra 63 til 73). Ytterligere økning til 20 prosent råprotein vil heve koeffisienten 5 prosent-enheter (til 78). I de forsøkene som er referert i figur 27, var fordøyelseskoeffisientene og endringene som følge av N-gjødsling dels noe større, dels mindre enn det en kommer fram til ved beregning på grunnlag av denne regresjonen og



- I. Ødelien & Hvidsten (1957)
  - a. Høsting ved begynnende skyting av timotei
  - b. " " " blomstring "
- II. Mo & Saue (1974)
- III. Nørgaard Pedersen et al. (1971).
  - a. 5 høstinger pr. sesong
  - b. 3 " " "
- IV. Ødelien (1950)
- V. Fosbakken (1971).
  - a. Timoteieng, høstet ved skyting (27/6)
  - b. " " " blomstring (23/7)
  - c. Natureng (høstet 20/7)
- VI. Pestalozzi (1974)
  - a. Høstet ved begynnende skyting av timotei
  - b. " 14 dager seinere enn a.
- VII. Ødelien (1947).

Figur 27. Virkning av N-gjødsling på fordøyeligheten av råprotein i avlingen.

middeltall fra protein-analysene.

Ved vurderingen av resultatene som er referert ovenfor, er det viktig å være klar over at en her har undersøkt apparent fordøyelighet, der en bygger på differansen i mengde råprotein (total-N) i foret og i fast gjødsel. Ved sterk N-gjødsling utskilles mer nitrogen i urinen enn ved mer moderat gjødsling, slik at forskjellen i N-mengden som er nyttet i stoffskiftet, er mindre enn forskjellen i fordøyelighet skulle tilsi (Mo 1972).

## 7. Energi-innhold.

N-tilførselen synes ikke å ha vesentlig virkning på energiinnholdet i grasavlingen. I norske undersøkelser av høy (Ødelien & Hvidsten 1957, Fossbakken 1971, Valberg & Bø 1972) og surfor (Mo & Saue 1974, Pestalozzi 1974a) fant en svært lite utslag for forskjellige mengder nitrogen eller 3-sidig gjødsel til enga på forenhetsverdien av avlinga. Undersøkelser i Sverige (Steen 1968, 1972) og i Danmark (Dam Kofoed & Søndergård Klausen 1969) tyder på at N-mengder over 25-30 kg pr. dekar pr. år kan ha svak negativ effekt på grasets energiinnhold. Nørgaard Pedersen et al. (1971) fant i en undersøkelse i Danmark en svak økning i forenhetsverdien av gras med stigende N-tilførsel. Tallene var:

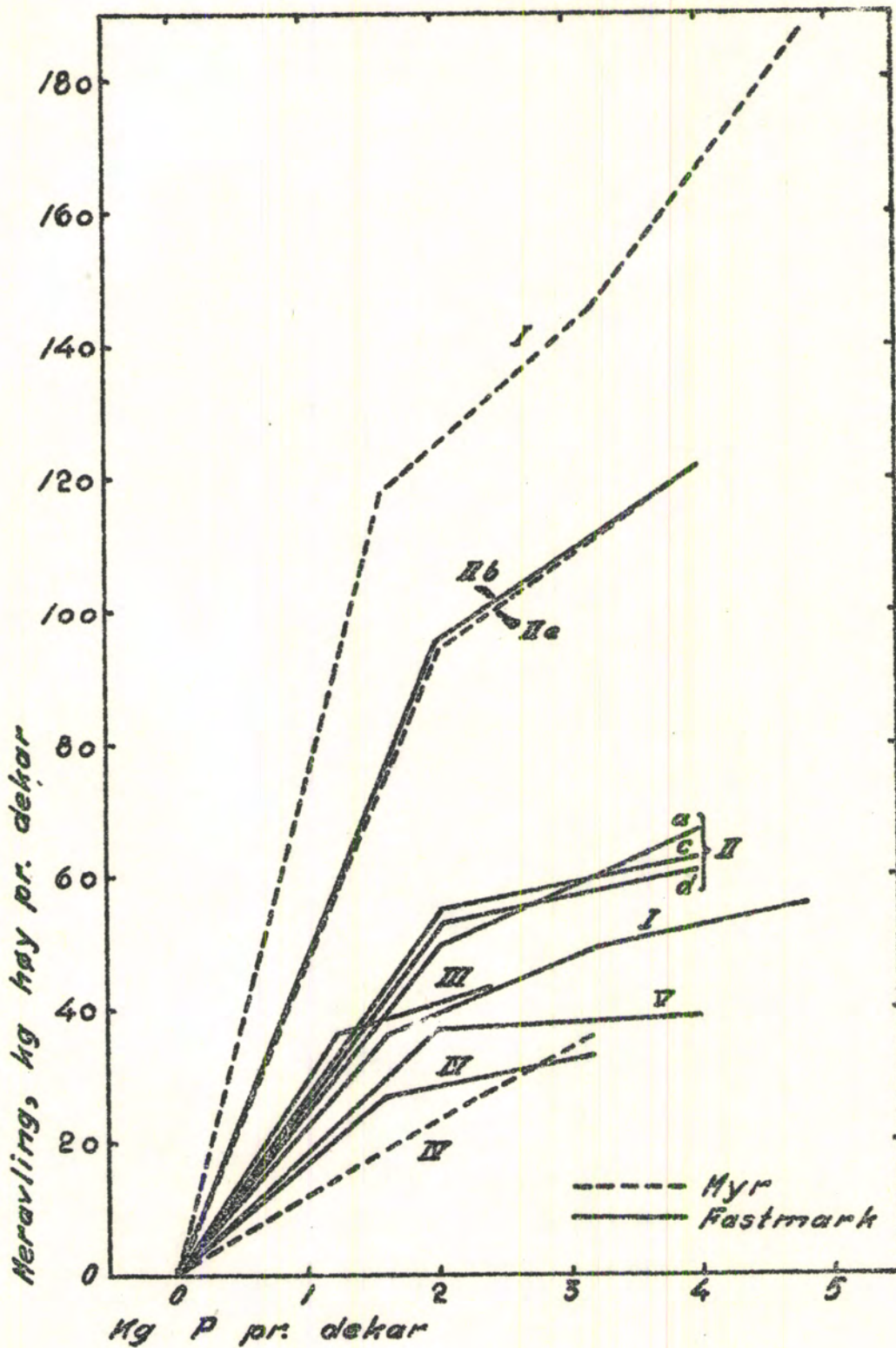
Kg nitrogen i gjødsel pr. dekar og år:	12,5	25,0	37,5
Forenheter pr. 100 kg tørrstoff	78,7	80,4	82,1

## V. FOSFORGJØDSLING.

### A. Virkning på avlingsnivået

Figur 28 viser resultater fra forsøk med fosforgjødsling til eng i forskjellige deler av landet. De fleste feltene ble anlagt i første eller andre års eng. I forsøkene til Sorteberg (1956) ble det også lagt en del felter i tredje til femte års eller enda eldre eng. Varigheten av forsøkene var fra ett til tre år. Antall felter som ligger til grunn for de enkelte kurvene i figuren, varierer fra 15 til 140.

Det var store utslag for tilføring av ca. 2 kg P pr. dekar. Ytterligere økning av fosformengden hadde jevnt over liten virkning på avlingen. Hernes (1969) fant imidlertid i forsøk på torvjord at avlingen økte sterkt helt opp til største mengde, 4,8 kg P pr. dekar.



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

Figur 28. Virkning av fosforgjødsel til slåttee- eng.



Både Hernes (l.c.) og Sorteberg (1956) fant større utslag for fosforgjødsling på torvjord enn på fastmark. I forsøkene til Andersen & Schjelderup (1973) var det imidlertid større utslag for minste fosformengde på fastmark enn på torvjord.

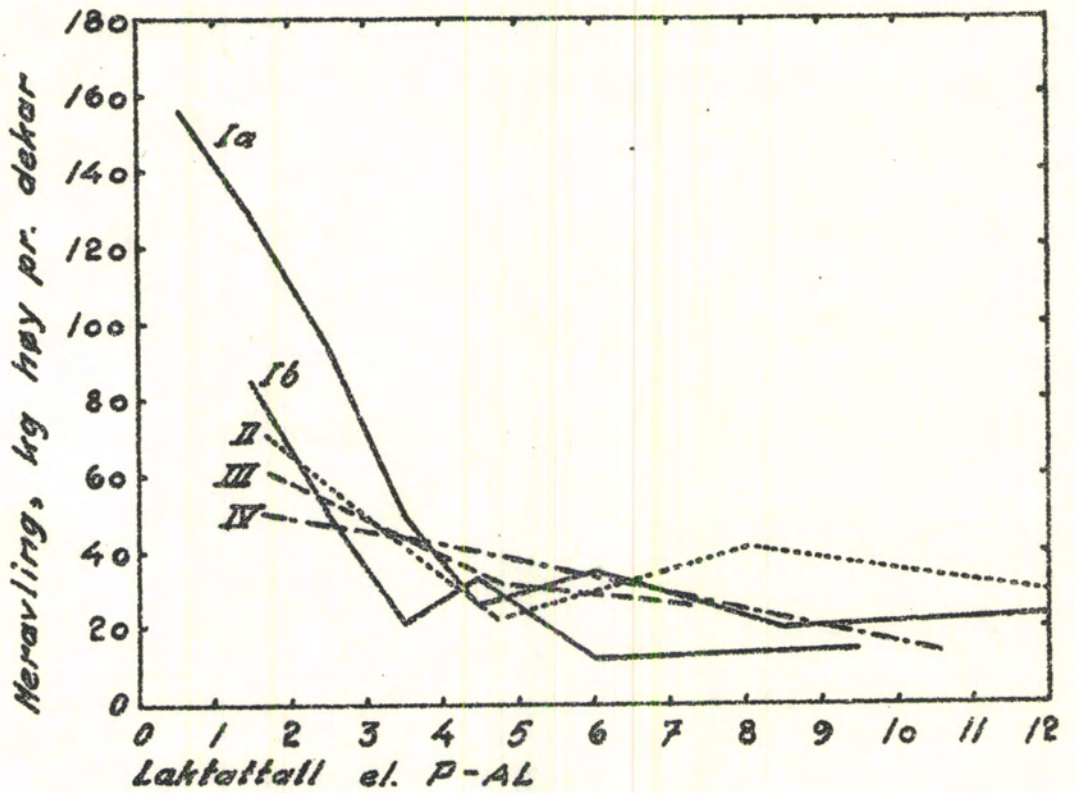
Alle forsøkene viste at utslaget avtar med stigende innhold av lett-løselig fosfor i jorda. Dette går fram av figur 29 som viser resultater fra forskjellige forsøksserier der feltene ble gruppert etter laktattall eller P-AL. Kurvene angir gjennomsnitt for feltgruppene både for analyse-resultater og avlingsutslag. Ved lågt eller middels innhold av lett-løselig fosfor (laktattall lågere enn ca. 5) var det sterk nedgang i avlingsutslaget med stigende analysetall. Når laktattallet var ca. 5 eller høyere, var det ingen klar sammenheng, og jevnt over små utslag for fosforgjødsling.

Tabell 45 viser resultater av forsøksserier der en har beregnet korrelasjonen mellom analysetall og avlingsutslag for fosforgjødsling. I nesten alle tilfelle var det signifikant korrelasjon, men koeffisientene var jevnt over låge. De høyeste verdiene,  $r = \text{ca. } 0,7$ , gjelder felter på leirjord i lågereliggende distrikter i Sør-Norge (Sorteberg 1956), og felter som var lagt ut på fosforfattig mineraljord i Akershus og Østfold (Uhlen 1957). I disse tilfellene kunne altså ca. halvparten av variasjonen i avlingsutslag for fosforgjødsling forklares ut fra forskjeller i jordas innhold av lettløselig fosfor.

Kalking vil føre til at en del av det tungt løselige fosforet i jorda overføres til en mer lettløselig form. Virkningen av fosforgjødsling vil derfor være avhengig av kalktilstanden. Dette går fram av forsøkene til Uhlen (l.c.), som også omfattet ledd med og uten kalking. Avlingsresultatene i kg høy pr. dekar i middel for tre engår var:

	Kg P pr. dekar pr. år	
	0	2,5
Uten kalk	609	+128
300 kg CaO pr. dekar ved gjenlegget	682	+ 88

I en del av de flerårige forsøkene med fosforgjødsling er det påvist en klar økning i avlingsutslag med årene. Nedenfor er vist meravling ved fosforgjødsling sammenliknet med ledd uten fosforgjødsel i forsøkene til Sorteberg (1956). Disse omfattet i alt 365 to-årige felter fordelt over hele landet, og tallene gjelder kg høy pr. dekar:



- Ia. Sør-Norge, indre høgereliggende områder (Sorteberg 1956)
- Ib. " " " lågereliggende " "
- II. Trøndelag, Sogn og Fjordane (Foss 1971)
- III. Hedmark og Oppland (Hernes 1969)
- IV. Troms og Finnmark (Andersen & Schjelderup 1973)

Figur 29. Sammenheng mellom innhold av lettløselig fosfor i jorda og utslag for gjødsling med 2 kg P pr. dekar.

Tabell 45. Korrelasjon mellom innhold av lettløselig fosfor i jorda og avlingsutslag for fosforgjødsling til eng.

Kilde	Område	Jordbunn	Felt-tall	r	P <
Retvedt (1949)	Sør-Østlandet	Fastmark	13	-0,49 <sup>6)</sup>	0,01
Sorteberg (1956)	Sør-Norge, indre lågereliggende	Leirjord	4	-0,71 <sup>1)</sup>	0,001
"	" " områder	Leirholdig jord	52	-0,57 <sup>1)</sup>	0,001
"	" " " "	Leirfattig jord	44	-0,31 <sup>1)</sup>	0,05
"	" indre høgerel. områder	Fastmark	85	-0,49 <sup>1)</sup>	0,001
"	Kystsonen Rogaland-Nordland	Fastmark	76	-0,42 <sup>1)</sup>	0,001
"	Troms og Finnmark	Fastmark	52	-0,31 <sup>1)</sup>	0,05
"	Hele landet	Torvjord	13	-0,25 <sup>1)</sup>	>0,05
Uhlen (1957)	Akershus og Østfold	Fastmark	16	-0,74 <sup>2)</sup>	
Hernes (1969)	Hedmark og Oppland	Fastmark, torvj.		-0,55 <sup>3)</sup>	0,001
Andersen & Schjelderup (1973)	Troms og Finnmark	Fastmark, "	108	-	0,1
Volden (1974)	Nordland	Fastmark	39	-0,35 <sup>5)</sup>	0,003

1) Korrelasjon log laktattall - meravling for 3 kg P pr. dekar pr. år.

2) Beregnet etter funksjonen  $y = a + b/x$  der  $y$  = meravling i prosent for 2,5 kg P pr. år,  $x$  = laktattall

3) Korrelasjon laktattall - meravling for 2,4 kg P pr. dekar pr. år for felter med laktattall < 6,0.

4) Korrelasjon laktattall - meravling for 2,4 kg P pr. dekar pr. år.

5) Korrelasjon. P-AL - meravling for 2 kg P pr. dekar pr. år.

6) Korrelasjon laktattall - meravling for 1,9 kg P pr. dekar pr. år.

	Kg P pr. dekar pr. år	
	2,0	4,0
1. forsøksår	+55	+72
2. forsøksår	+71	+88

Tallene viser meravling sammenliknet med ledd uten fosforgjødsling, og stigningen i meravling fra 1. til 2. forsøksår skyldes i alle fall delvis en nedgang i avling der det ikke var gitt P-gjødsel. Økningen i meravling ved å øke fosformengden var den samme i begge forsøksår. Liknende resultater viste en forsøksserie i Hedmark og Oppland (Hernes 1969). Her var det stigende meravling fram til tredje forsøksår for minste fosformengde, 1,6 kg P pr. dekar.

I tabell 46 har en satt opp resultater fra forsøk der forrådgjødsling med en større mengde fosfor i gjenleggsåret er sammenliknet med samme mengde fordelt likt på gjenleggsåret og de følgende engår. I undersøkelsene til Retvedt (1949) var det ingen vesentlig forskjell mellom forrådgjødsling og årlig gjødsling i høyavling for den tre-årige forsøksperioden. Både Uhlen (1957) og Vikeland (1961) fant imidlertid at forrådgjødsling var klart underlegen fra andre eller tredje engår, slik at det for hele engperioden ble positivt utslag for årlig gjødsling. I de to siste forsøksseriene var feltene lagt på særlig fosforfattig jord, der det tilførte fosforet trolig var særlig utsatt for binding i tungt løselig form. Dette er sannsynligvis årsaken til forskjellen i utslag sammenliknet med forsøkene til Retvedt (1949).

#### B. Virkning på engbestanden.

I de fleste av de forsøkene som er omtalt, var det liten eller ingen virkning av fosforgjødsling på den botaniske sammensetningen av enga. Det er imidlertid klart at på fosforfattig jord og i områder med vanskelige overvintringsforhold vil god fosforgjødsling være nødvendig for å sikre en varig timoteibestand. Dette går fram av resultatene til Vikeland (1961) på fosforfattig jord i Troms og Finnmark. I middel for 5 felter var det 4. engåret 83 prosent timotei i plantebestanden på ruter som var tilført 1,6 kg P pr. dekar pr. år, mot 40 prosent på ruter som ikke var tilført fosfor.

Tabell 46. Sammenlikning av forråds-gjødsling og årlig gjødsling med fosfor til eng.

Kilde	Område	Felt-tall	Tall engår	Kg P pr. dekar		Kg høy pr. dekar	
				Gjenleggsår + engår	Pr. år	Forråds-gjødsling	Årlig gjødsling
Retvedt (1949)	Sør-Østlandet	18	3	3,8	0,95	672	- 5
"	"	"	"	7,6	1,9	690	+ 5
Uhlen (1957)	Akershus, Østfold	16	3	10,0	2,5	731	+23
Vikeland (1961)	Troms, Finnmark	5	2	4,8	1,6	688	+10
"	"	"	4	9,0	1,6	669	+42

### C. Virkning på forkvaliteten.

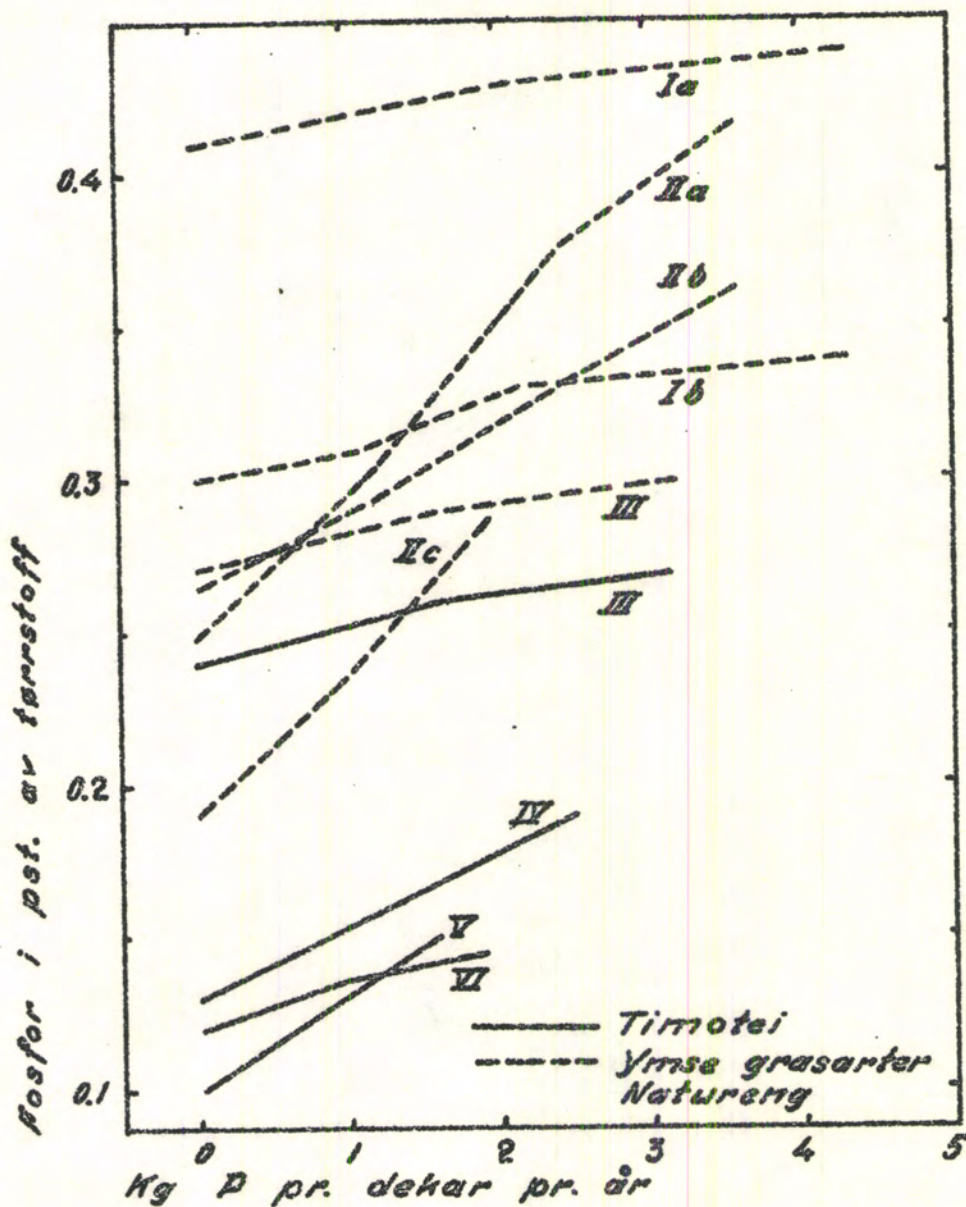
Figur 30 viser resultater fra forsøk der en har undersøkt virkningen av fosforgjødsling på fosforinnholdet i avlingen. Lein (1960) undersøkte forskjellige grasarter dyrket i reinbestand, mens Mosland (1962a) analyserte avlingen fra eng med blandet gras-bestand. I disse forsøkene ble det høstet tre eller fire ganger i sesongen. De øvrige forsøkene gjelder gras høstet ved vanlig tid for høy-slått.

Fosforgjødsling førte i alle tilfelle til en klar økning av P-innholdet i avlingen, men det var stor variasjon fra forsøk til forsøk, både i størrelsen av utslaget og fosfornivået generelt. På Tjøtta (Mosland l.c.) steg innholdet i prosent av tørrstoff fra 0,25 til 0,42, dvs. med nesten 70 prosent, ved økning av fosforgjødslingen fra 0 til 3,6 kg pr. dekar. Minst utslag var det i det ene forsøket til Lein (1960) på Apelsvoll. Fosforinnholdet var her 0,41 og 0,44 ved henholdsvis 0 og 4,6 kg P pr. dekar, dvs. en stigning på ca. 8 prosent.

Virkningen av fosforgjødsling på P-innholdet i avlingen er bl.a. avhengig av jordbunnsforholdene, og særlig av jordas fosfortilstand. I Finnmark fant en således større utslag på myr enn på fastmark (Andersen & Schjelderup 1973). Plantenes utviklingsstadium har antakelig også betydning. I forsøkene til Uhlen (1957) førte fosforgjødsling til større økning i fosforinnholdet både hos timotei og rødkløver ved andre slått enn ved første slått.

Den botaniske sammensetningen av plantebestanden synes ikke å ha vesentlig betydning. I Troms og Finnmark var det samme utslag av fosforgjødsling på fosforinnholdet i avlingen på timoteieng og natureng (Andersen & Schjelderup 1973). Lein (1960) fant ingen vesentlig forskjell i virkningen av fosforgjødsling hos forskjellige grasarter og kvitkløver, og Uhlen (1957) fant om lag samme reaksjon hos timotei og rødkløver.

Når en ser bort fra virkningen på fosforinnholdet, synes ikke den kjemiske sammensetningen av eng-avlingen å være nevneverdig påvirket av fosforgjødslingen. Det ble således ikke påvist noen sikre utslag av fosforgjødsling på grasets innhold av tørrstoff, råprotein, trevler, sukker, Ca, Mg eller K i undersøkelsene til Uhlen (1957), Lein (1960), Mosland (1962a) og Andersen & Schjelderup (1973).



- Ia. Apelsvoll, ymse grasarter i reinbestand, forsøk I (Lein 1960)
- Ib. " " " " " " forsøk II " "
- IIa. Tjøtta, gjennomsnitt for 5 år (Mosland 1962a)
- IIb. Apelsvoll, " " " " " "
- IIc. Apelsvoll, " " 8 " " "
- III. Troms og Finnmark, spredte felt (Andersen & 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)

Figur 30. Virkning av fosforgjødsling på fosforinnholdet i avlingen.

## VI. KALIUMGJØDSLING

### A. Virkning på avlingsnivået.

Figur 31 viser resultater fra norske forsøksserier med stigende mengder kaliumgjødsel til eng. Seriene omfatter et varierende antall spredte felter i forskjellige deler av landet. De aller fleste av feltene ble lagt på første eller andre års timotei- eller timotei/kløvereng. I den eldste forsøksserien på Sør-Østlandet (Ødelien 1944) ble det høstet én gang i sesongen. Ellers ble det høstet to eller tre ganger i Sør-Norge, én eller to ganger i Nordland og én gang i Troms og Finnmark.

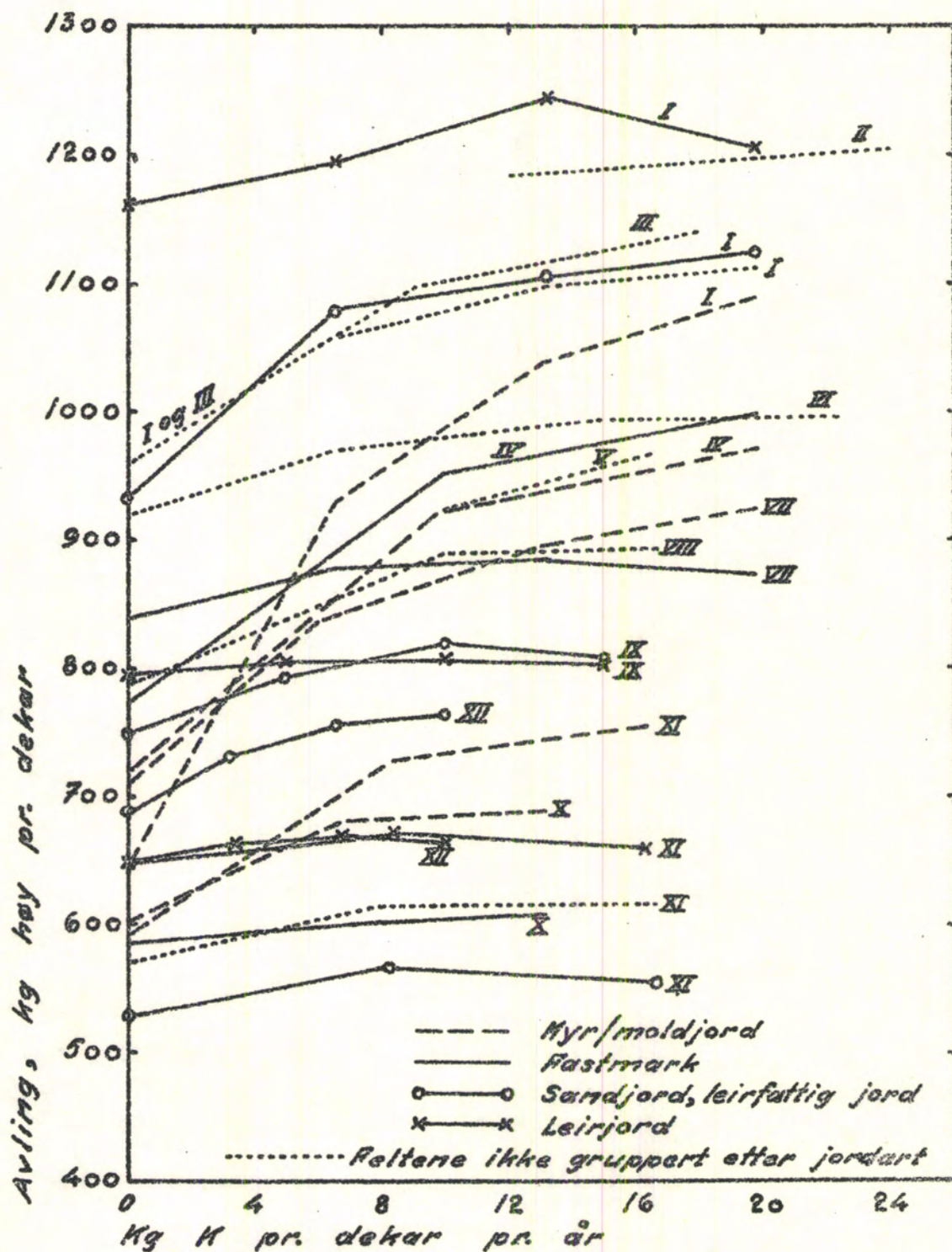
I alle forsøk der det er gruppert etter jordarten på feltet, var utslaget for kaliumgjødsel større på torvjord enn på fastmark, og større på sandjord og leirfattig jord enn på leirholdig og leirrik jord. Når en ser bort fra forsøkene på leirjord på Sør-Østlandet (Ødelien 1944, Uhlen 1970b) og i Nordland (Volden 1974), var det jevnt over klar avlingsøkning opp til ca. 10 kg kalium pr. dekar pr. år. Utslaget for ytterligere økning av kaliummengden vekslet sterkt.

Tabell 47 gir en oversikt over avlingsutslagene ved økning av K-mengden fra 10 kg til 14 og/eller 20 kg i forskjellige forsøk. Tallene bygger på interpolering av avlingskurvene i figur 31, og på resultater fra en landsomfattende serie med gjødslingsforsøk (Pestalozzi & Retvedt 1959).

På leirjord var det liten og til dels negativ effekt av kaliummengder over 10 kg pr. dekar. På sandjord var resultatene varierende, og de tyder på et noe større kaliumbehov i kyststrøkene enn i de indre delene av Sør-Norge (Pestalozzi & Retvedt 1959). På fastmarkfeltene i Hedmark og Oppland (Hernes 1969), som omfattet både sandjord og sand- og leirholdig morene, var det ingen avlingseffekt, og på sandjord-felter på Sør-Østlandet (Uhlen 1970b) var det nedgang i avling ved økning av kaliummengden ut over 10 kg pr. dekar. Forsøkene på sandjord på Vestlandet (Lyngstad & Einevoll 1967) viste derimot økning i høyavling for stigende kaliumtilførsel helt opp til 20 kg pr. dekar. I Trøndelag der forsøkene i hovedsaken omfattet felter på sandjord i kyststrøkene (8 av 10 felter), var det klart positivt utslag for økning av kaliummengden fra 9 kg til 18 kg K pr. dekar (Tranmæl 1972). På moldjord og særlig på torvjord var det i alle forsøk positiv virkning av å øke kaliummengden fra 10 til 15 kg pr. dekar. Forsøkene på torvjord i Sør-Norge (Hernes 1969, Vigerust 1963, Lyngstad & Einevoll 1967) tyder på at den optimale mengden her vil være ca. 20 kg pr. dekar. Forsøkene i







Figur 31. Høyavling ved stigende mengder kaliumgjødsel til eng.

Tabell 47. Virkning av økning i kaliumtilførsel til eng fra 10 kg til 15 eller 20 kg pr. dekar i forskjellige forsøksserier.

Kilde	Område	Jordbunn	Felt- tall	Varighet av hvert felt år	Avling og avlings- utslag, kg høy pr. dekar		
					10kgK	15kgK	20kgK
Pestalozzi & Retvedt(1959)	Østl. indre Tr.lag	Leirjord	19	2-3	965	+ 3	
"	"	Sandjord	31	"	1008	+12	
"	"	Moldjord	21	"	989	+23	
"	Vestlandet	Sandjord	12	"	1172	+26	
"	"	Moldjord	16	"	1116	+40	
"	"	Torvjord	9	"	996	+69	
"	Nord-Norge	1)	19	"	774	+10	
Lyngstad & Einevoll (1967)	Hordal.Sogn.& Fj.	Leirjord	2	2-4	1223	+12	-23
"	"	Sandjord	8	"	1093	+17	+32
"	"	Torvjord	7	"	985	+67	+92
"	Sogn og Fjordane	Sandj.,torvj.	8+2	"	1081	+21	+31
Vigerust (1963)	Sogn og Fjordane	Torvjord	2	3+4	921		+53
"	"	Mineralj.	4	2-6	954		+43
Pestalozzi (1970b)	Vestlandet	1)	27		922	+31	
Hernes (1969)	Hedmark, Oppland	Mineralj.	135	2-3	879	- 1	-10
"	"	Torvjord	15	2-3	869	+35	+59
Uhlen (1970)	Sør-østlandet	Leirjord	18	3	804	- 2	
"	"	Sandjord	15	3	822	-17	
Bærug (1975)	Sør-østlandet	1)	24	1-3	977	+17	+18
Tranmæl (1972)	Trøndelag	1,2)	10	3	1100	+26	(+51,3)
Volden (1974)	Nordland	Sandjord	21	2	563	- 6	
"	"	Leirjord	7	2	667	- 6	
"	"	Moldj. torvj.	5	2	732	+17	
Håland (1974)	Sør- og Vestlandet	Sandjord	13	3	1106 <sup>3)</sup>	+ 8	+16
"	"	Moldjord	5	3	1119 <sup>3)</sup>	+16	+32
"	"	Andre	8	3	1240 <sup>3)</sup>	+12	+25
Volden (upubl.)	Nordland	1)	8	3	887	+ 1	

1) Feltene ikke gruppert etter jordart 2) De fleste feltene (8 av 10) på sandjord, 1 på torvjord

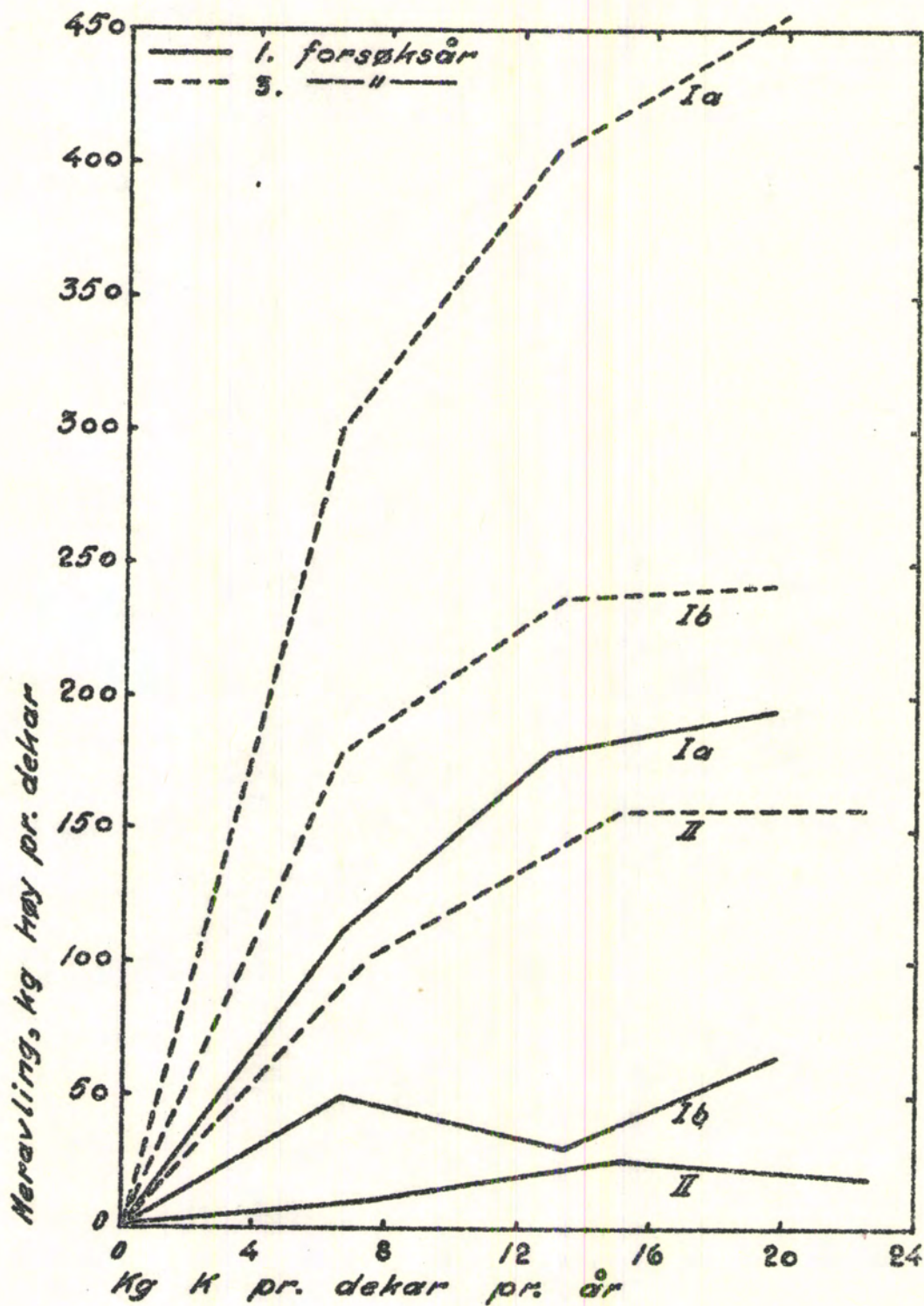
3) Ekstrapolering.

Nord-Norge tyder på at det der ikke vil være noe særlig å vinne avlingsmessig verken på myr eller fastmark ved større kaliummengder enn ca. 10 kg pr. dekar.

Figur 32 viser resultater for 1. og 3. forsøksår fra to av forsøkene som er referert foran. En ser at utslaget for kaliumgjødning økte sterkt ut gjennom forsøksperioden. Samtidig skjedde en forskyvning i retning av større mengder for optimal kaliumgjødning. Liknende forhold er funnet i de fleste av de forsøkene som er referert i figur 31 og tabell 47. Dette har betydning når en skal sammenlikne resultater fra forskjellige forsøks-serier der forsøkene ikke har gått i like mange år. De fleste feltene i figur 31 ble høstet 2, 3 eller 4 år, men noen av seriene omfattet enkelte ettårige felter. Forsøkene til Andersen & Schjelderup (1973) i Troms og Finnmark ble høstet bare ett år, og dette er trolig årsaken til de relativt små utslagene i dette tilfellet.

Tabell 48 viser resultater fra forsøk der tilføring av hele den årlige kaliummengden om våren er sammenliknet med delt gjødning, der en del ble gitt om våren og en del etter høsting. I de fleste tilfellene var det lite utslag for deling av kaliumgjødning. Ved forsøk på torvjord i Sogn og Fjordane fikk en noe større avling når 1/3 av kaliummengden ble gitt etter høsting enn når hele mengden ble tilført om våren (Vigerust 1963, Pestalozzi 1967). Dette gjaldt bare ved stor K-mengde. Ved moderat gjødning og på fastmark var det ingen utslag i disse forsøkene. I en forsøksserie på Sør- og Vestlandet fikk en positivt utslag av delt kaliumgjødning bare for feltgruppen "andre jordarter" der 9 av 11 felt lå på morene (Håland 1974a). I forsøkene i Trøndelag, der de fleste feltene (8 av 10) lå på sandjord i kyststrøkene, var det positiv virkning av delt kaliumgjødning. Utslaget var større når det ble gitt 9 kg kalium pr. dekar pr. år enn ved den dobbelte mengden (Tranmæl 1972).

Det er utført flere undersøkelser av sammenhengen mellom innholdet av kalium i jorda bestemt ved kjemisk analyse, og utslaget for kaliumgjødning. Resultatene har vært noe varierende, men tyder på at kaliuminnholdet i jorda, bestemt ved forskjellige kjemiske metoder, er en dårlig indikator på behovet for kaliumtilførsel. Tabell 49 viser resultater fra forsøks-serier der en har beregnet korrelasjonen mellom jordas innhold av lett løselig kalium, angitt som M-tall eller K-AL, og utslaget for kaliumtilførsel. Korrelasjonen var jevnt over liten, og den var ikke signifikant i om lag halvparten av tilfellene. Variasjoner i jordas innhold av lett løselig kalium kan selv i beste fall forklare bare en liten del av variasjonen i avlingsutslag. Den høyeste koeffisienten (0,61) gjaldt for gruppen av felter på leirholdig



Ia. Vestlandet, sandjord (Lyngstad & Einevoll 1967)  
Ib. " " torvjord " " " "  
II. Sør-Østlandet (Bærug 1975)

Figur 32. Virkning av kaliumgjødsling på meravling i 1. og 3. forsøksår.

Tabell 48. Resultater av forsøk med delt kaliumgjødsling

- a) Hele kaliummengden gitt om våren.
- b) En del gitt om våren, en del etter høsting.

Kilde	Område	Jordbunn	Felt-tall	Varighet av hvert felt, år	Kg K pr. da	Avling og avlingsutslag	
						Kg høy pr. dekar	b
Bærug (1975a)	Sør-Østlandet		24	1-3	15	991	+ 3 <sup>1)</sup>
Vigerust (1963)	Sogn og Fjordane	Morene	4	2-6	9,9	966	-24 <sup>2)</sup>
"	"	"	"	"	19,8	1017	-17
"	"	Torvjord	2	3-4	9,9	940	-38
"	"	"	"	"	19,8	940	+68
Pestalozzi (1967)	Sogn og Fjordane	Sandjord	12	4	19,8	1070	- 1 <sup>2)</sup>
"	"	Torvjord	4	"	19,8	1060	+54
Lyngstad & Einevoll (1967)	"	Sandjord	8	4	6,6	1099	+10 <sup>2)</sup>
"	"	Torvjord	2	"	13,2		
"	"	"	8	4	19,8		
Håland (1974a)	Sør- og Vestland	Sandjord	18	1-3	12-24	1135	+ 1 <sup>2)</sup>
"	"	Moldjord	8	"	12-24	1162	- 8
"	"	Andre jordarter <sup>4)</sup>	11	"	12-24	1288	+28
Tranmæl (1972)	Trøndelag	5)	10	3	9	1082	+26 <sup>2)</sup>
"	"	"	"	"	18	1133	+16
Volden (upubl.)	Nordland		8	3	16,5	886	+ 4

1) 1/4 av K-mengden om våren, 1/4 etter 1. høsting, 1/4 etter 2. høsting.  
 2) 2/3 " " " "  
 3) 3/5 " " " "  
 4) 9 av 11 felt på morene 5) 8 av 10 felt på sandjord

Tabell 49. Sammenheng mellom innhold av lettløselig kalium i jorda og avlingsutslag for kaliumtilførsel til slátteeng.

Kilde	Område	Jordart	Felt-tall	r	P
Sorteberg (1956)	Sør-Norge, indre lågereliggende områder	Leirjord	44	-0,12 <sup>1)</sup>	>0,05
"	"	Leirholdig	53	-0,61	<0,001
"	"	Leirfattig	44	-0,49	<0,001
"	Sør-Norge, indre høgereliggende områder	Fastmark	86	-0,23	<0,05
"	Kystsonen Rogaland-Nordland	"	76	-0,10	>0,05
"	Troms, Finnmark	"	52	-0,16	>0,05
"	Hele landet	Torvjord	13	-0,26	>0,05
Pestalozzi & Retvedt (1959)	Hele landet		271	-	>0,05
Lyngstad & Einevoll (1967)	Hordaland, Sogn og Fjordane	Fastm ,torvj.	21	-	>0,05
Hernes (1969)	Hedmark, Oppland	Fastmark		-0,47 <sup>3)</sup>	<0,001
Håland (1974)	Sør- og Vestlandet			-0,01 <sup>4)</sup>	>0,05

- 1) Korrelasjon mellom M-tall korrigert for pH og meravling for tilføring av 8,3 kg K pr. dekar.
- 2) Korrelasjon mellom M-tall og avlingsutslag for økning av K-mengden fra 9,6 til 14,6 kg pr. dekar.
- 3) Korrelasjon mellom M-tall og meravling i gjennomsnitt for tilførsel av 6,6 og 13,2 kg K pr. dekar, og for felter med M-tall < 16.
- 4) Korrelasjon mellom K-AL og avlingsutslag for økning av K-mengden fra 12 til 24 kg pr. dekar.

jord i de indre områder av Sør-Norge (Østlandet og Trøndelag) i undersøkelserne til Sorteberg (1956). I dette tilfellet kunne altså ca. 37 prosent av variasjonen i avlingsutslag forklares ut fra variasjon i jordas kaliuminnhold fastsatt ved kjemiske metoder.

I materialet til Sorteberg (l.c.) foretok Uhlen & Semb (1962) beregninger av multiple korrelasjoner, der en foruten lettløselig kalium også tok med jordas innhold av såkalt syreløselig kalium ( $K-HNO_3$ ). Dette er et uttrykk for jordas reserver av kalium i relativt tungt løselig form. Den multiple korrelasjonen var noe større enn den en fant ved bare å ta hensyn til lett løselig kalium. For feltene på leirholdig jord i det indre Sør-Norge var således  $R = 0,73$ , dvs. at ca. halvparten av variasjonen i avlingsutslag kunne forklares ut fra variasjonen i jordas innhold av lettløselig og syreløselig kalium. Også Håland (1974a) fant at jordas innhold av syreløselig kalium er en relativt god indikator på kaliumbehovet. Ved å trekke inn innholdet av lett løselig magnesium, uttrykt som Mg-AL, i tillegg, fikk han enda bedre samsvar mellom analysetall og avlingsutslag. For 22 forsøksfelter på Sør- og Vestlandet fant en følgende koeffisienter for korrelasjonen mellom resultatene av forskjellige jordanalyser og meravlingen ved økning av kaliummengden fra 12 kg til 24 kg pr. dekar pr. år.

K-AL	$r = 0,01$	(ikke signifikant)
K-HNO	$r = 0,44$	( $P < 0,05$ )
K-AL/Mg-AL	$r = 0,44$	( $P < 0,05$ )
K-HNO <sub>3</sub> )Mg-AL	$r = 0,60$	( $P < 0,01$ )

Ved å analysere for både lettløselig og syreløselig kalium, eventuelt også for lettløselig magnesium, vil en altså få et bedre bilde av jordas kaliumbehov, enn når en bare bygger på lettløselig kalium.

#### B. Virkning på plantebestanden.

God tilgang på kalium er nødvendig for å holde oppe timoteien i engbestanden og hindre innvandring av andre grasarter og ugras. I forsøk i Sogn og Fjordane ble den botaniske sammensetningen av enga bedømt i 4. forsøksåret (Røyset 1954). I gjennomsnitt for tre felter, ett på grunn myr og to på fastmark, ble resultatet:



	Kg K pr. dekar pr. år		
	0	6,6	13,2
Prosent timotei	3	37	80
" andre gras	37	41	13
" ugras	60	22	7

I forsøkene til Lyngstad & Einevoll (1967) fikk en følgende resultat av de botaniske analysene i 4. forsøksåret:

	Kg kalium pr. dekar	Prosent av plantebestanden			
		Kløver	Timotei	Andre gras	Ugras
På fastmark	0	1	55	32	12
" "	19,8	3	66	23	8
På torvjord	0	0	15	72	13
" "	6,1	0	44	53	3
" "	19,8	1	48	48	3

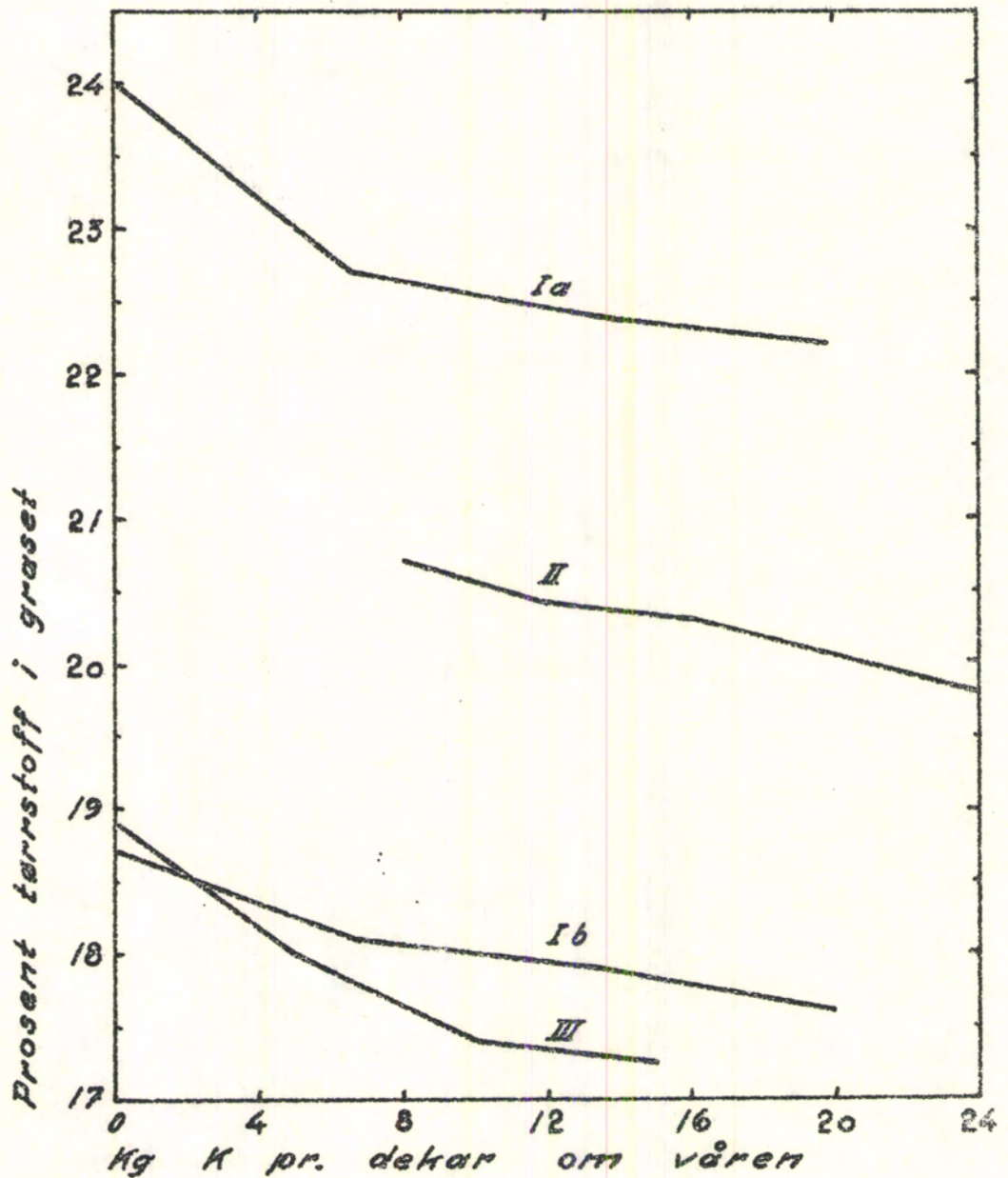
På myr var det sterk nedgang i timotei og innvandring av andre grasarter og ugras når det ikke ble tilført kalium. På fastmark var det i disse forsøkene og i flere andre forsøk som er referert foran, liten virkning av kaliumgjødsling på den botaniske sammensetningen i enga.

#### C. Virkning på forkvaliteten.

Kaliumgjødsling fører til en viss nedgang i tørrstoff-innholdet i graset. Dette går fram av figur 33 som viser resultater fra tre forskjellige undersøkelser. Virkningen var størst på de lågeste gjødseltrinn.

I forsøkene til Lyngstad & Einevoll (1967) fant en betydelig nedgang i grasets innhold av råprotein ved økning av kaliummengden. Tallene nedenfor gjelder analyser av usortert høy og er gjennomsnitt for 5 felter.

	Kg kalium pr. dekar			
	0	6,6	13,2	19,8
Råprotein, prosent av tørrstoff	12,8	10,4	10,0	9,2



- Ia. Hedmark og Oppland, første høsting (Wernes 1969)
- Ib. " " " andre " "
- II. Sør- og Vestlandet, første høsting (Håland 1974a)
- III. Sør-Norge, Nordland, 1., 2., 3. høsting (Mosland 1962b)

Figur 33. Virkning av kaliumgjødsling på tørrstoffinnholdet i avlingen.

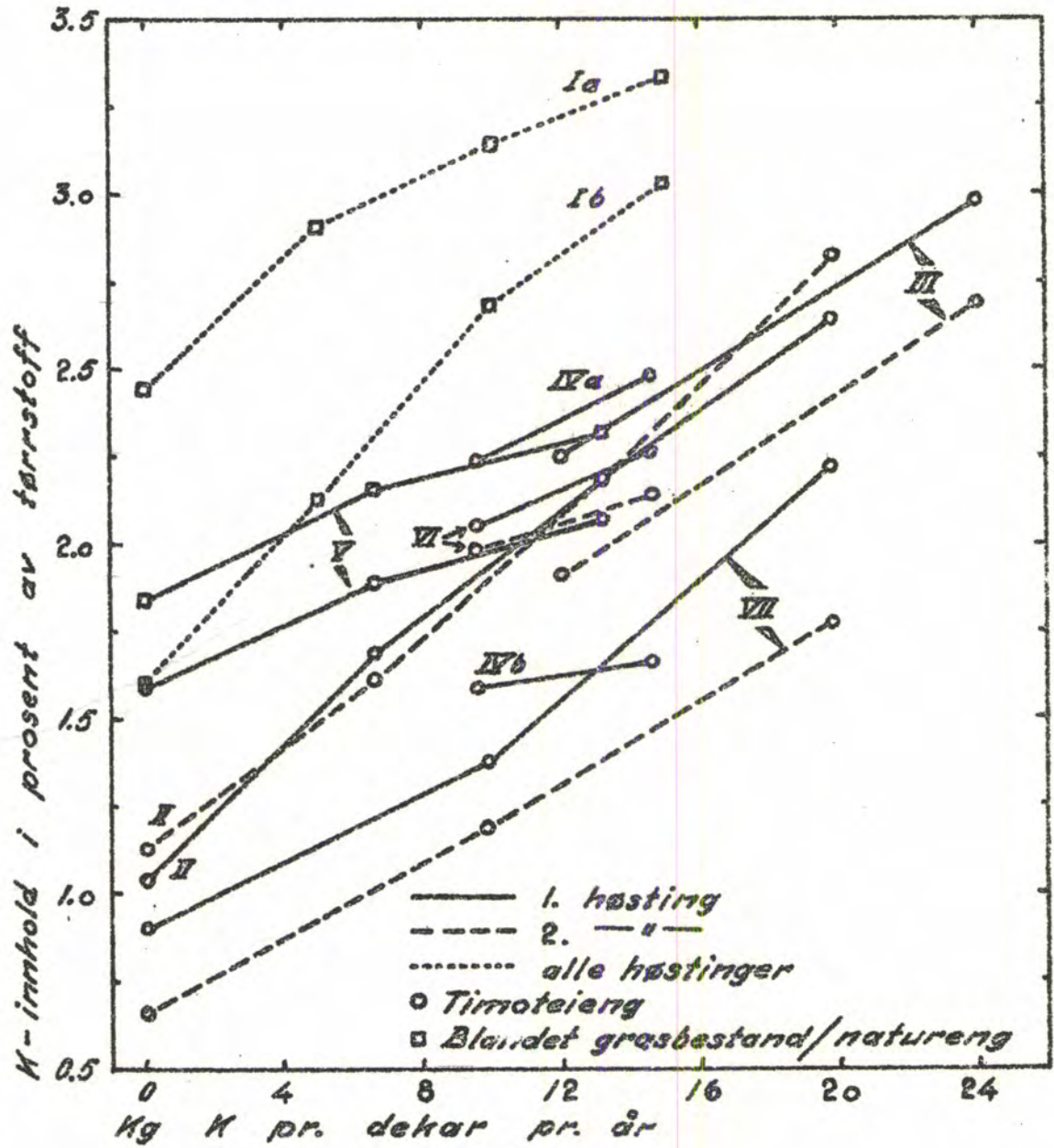
I forsøkene i Troms og Finnmark var det svak nedgang i innhold av råprotein i avlingen fra timoteieng etter første kaliumgjødseltrinn (6,6 kg K pr. dekar), men ingen ytterligere nedgang etter andre gjødseltrinn. I natureng kunne det ikke påvises noen virkning av kaliumtilførsel på innholdet av råprotein (Andersen & Schjelderup 1973). I andre forsøksserier er det ikke påvist sikre utslag av kaliumgjødsling på innholdet av råprotein i avlinga (Pestalozzi & Retvedt 1959, Mosland 1962 a, Håland 1974a).

pestalozzi & Retvedt (1959) fant en tendens til økning i innholdet av trevler og reduksjon i innholdet av N-frie ekstraktstoffer både hos timotei og kløver ved økning av kaliummengden fra 9,6 til 14,6 kg pr. dekar. Utslagene var imidlertid små og usikre.

Kaliuminnholdet i avlingen øker med stigende kaliumgjødsling. Dette går fram av figur 34 som viser resultater fra forskjellige norske undersøkelser. Både kaliumnivået i plantene og utslaget for gjødsling vekslet mye fra forsøk til forsøk. Høgest kaliuminnhold og størst utslag for K-gjødsling fant Mosland (1962a) som undersøkte avlingen fra eldre kulturbeite med blandet grasbestand som ble høstet tre ganger i sesongen. I forsøket på Tjøtta ble kaliuminnholdet i graset nesten fordoblet ved tilførsel av 15 kg kalium pr. dekar (økning fra ca. 1,6 % til over 3 % av tørrstoffet). Det høge kaliuminnholdet skyldes bl.a. at graset her ble høstet på et tidlig utviklingstrinn. Både kaliuminnholdet generelt og virkningen av stigende gjødsmengder avtar med utsatt høstetid. Dette går fram av resultatene til Ødelien & Hvidsten (1957) som omfattet både tidlig og sein høsting (figur 34).

Resultatene tyder på at virkningen av kaliumtilførsel om våren er om lag den samme ved andre slått som ved første slått. Dette vil imidlertid være avhengig av høstetida. I forsøket til Ødelien & Hvidsten (l.c.) som omfattet to høstetider av timotei-enga, ved begynnende skyting (a) og ved full blomstring (b), var kaliuminnholdet i prosent av tørrstoffet for de ulike høstinger:

	Høste- tid	Kg kalium pr. dekar	
		9,6	14,6
Første høsting	a	2,23	2,48
"	b	1,59'	1,66
Andre høsting	a	1,44	1,49
"	b	1,54	1,88



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

Figur 34. Virkning av stigende mengder kaliumgjødsel på innholdet av kalium i avlingen.

Utsettelse av første høsting førte til øket utslag på kaliuminnholdet i gjenveksten, som da ble tatt på et tidligere utviklingsstadium av graset enn gjenveksten etter tidlig høsting. Undersøkelsene til Håland (1974a) viste at virkningen av sterk kaliumgjødning på K-innholdet i graset økte ut gjennom forsøksperioden. Ved første slått var kaliuminnholdet i prosent av tørrstoffet i gjennomsnitt for tre forsøksfelter på Jæren og i Aust-Agder.

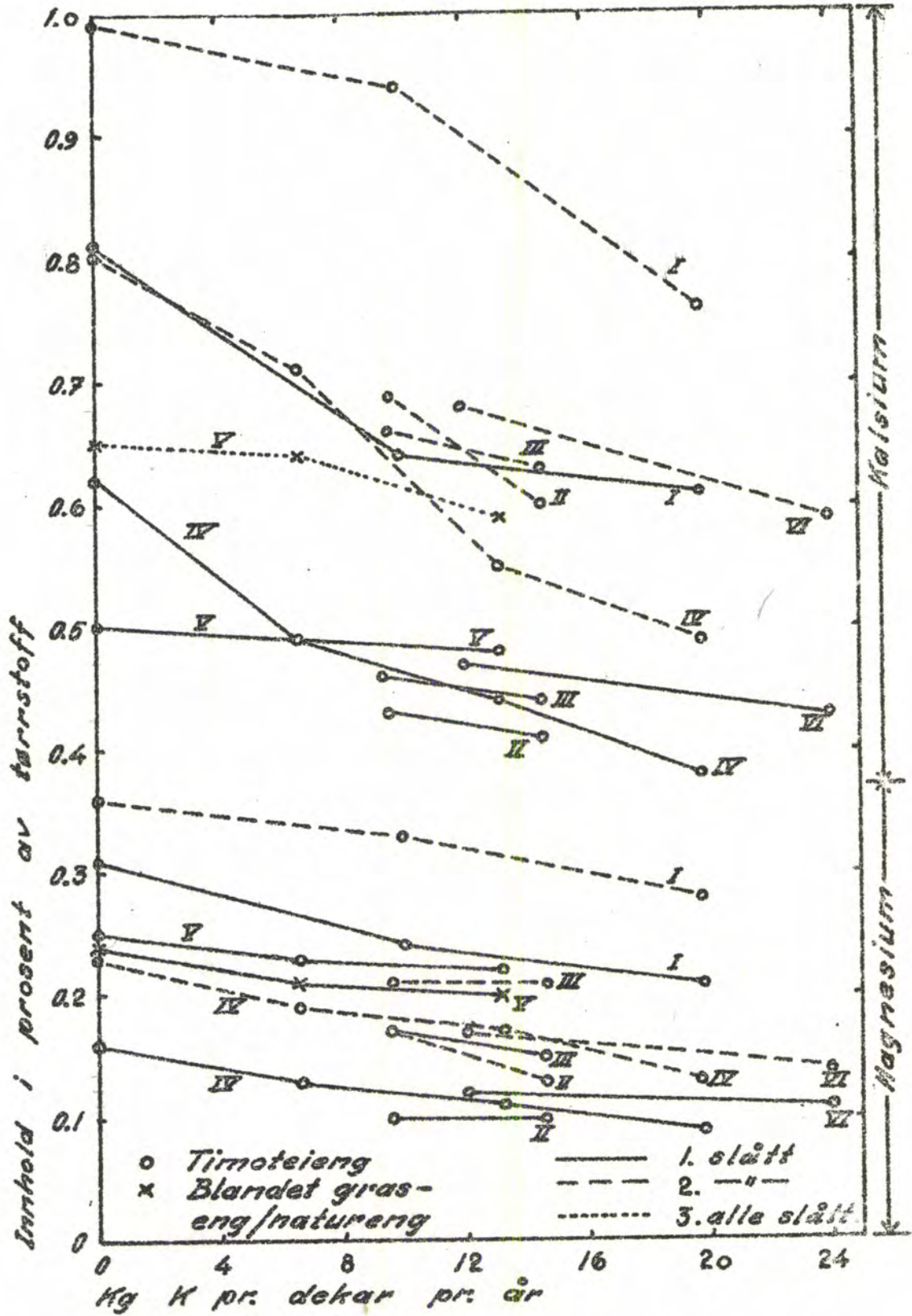
	Kg kalium pr. dekar	
	12	24
1. forsøksår	2,42	2,71
2. "	2,34	2,94
3. "	2,15	2,93

Virkningen av kaliumgjødning på innholdet av kalsium og magnesium i graset i forskjellige forsøk går fram av figur 35. I de fleste tilfellene var det en klar nedgang i innholdet av begge stoffene ved stigende kaliummengder, men utslaget varierte betydelig fra forsøk til forsøk.

Økningen av kaliuminnhold og nedgangen i innhold av magnesium og kalsium i graset som følge av stigende kaliumgjødning, er uheldig fra et helsemessig synspunkt. Dette gjelder særlig for beitegras, fordi innholdet av de tre stoffene er av betydning for forekomst av grastetani hos beitedyra. Hollandske undersøkelser (Kemp & t'Hart 1957) tyder på at tetanifrekvensen øker sterkt når mengdeforholdet  $K/(Ca + Mg)$  blir høyere enn 2,2. Håland (1974a) beregnet denne kvotienten for graset fra 6 av feltene i forsøks-serien på Sør- og Vestlandet med dette resultatet:

	$K/(Ca + Mg)$
<u>1. slått</u>	
12 kg K pr. dekar	1,73
24 " " " "	2,50
<u>2. slått</u>	
12 kg K pr. dekar	1,02
24 " " " "	1,67





Figur 35. Virkning av stigende mengder kaliumgjødning på innhold av magnesium(nede) og kalsium(øvre del) i gras.

## VII. KALKING

### A. Virkning på avlingsnivået

Tabell 50 viser resultater av forsøk med kalking av eng i forskjellige deler av landet. I alle tilfelle ble det brukt kalksteinsmjøl, som på kortvarig eng ble tilført og harvet ned i jorda i gjenleggsåret. I forsøkene på langvarig eller permanent eng ble kalken spredd på overflata. Varigheten av forsøkene varierte betydelig. Det var fra 2 til 6 forsøksår med eng på de enkelte feltene. I gjennomsnitt for forsøksseriene var det fra ca. 3 til ca. 4  $\frac{1}{2}$  engår. Det ble foretatt forskjellige grupperinger av feltene i de fleste seriene. I tabellen har en tatt med noen av resultatene av grupperinger etter jordas innhold av organisk materiale og pH.

Resultatene varierte betydelig, men i de fleste tilfellene var det klart positivt avlingsutslag for kalking. I forsøkene til Solberg (1930) i Vestfold gav således tilføring av 300 kg CaO pr. dekar en meravling på over 100 kg høy pr. dekar i middel for feltene. Utslaget var klart større på felter med pH på 5,4 eller lågere enn på feltene med høyere pH. I forsøkene i Akershus var kalkingseffekten betydelig mindre (Solberg 1937). Resultatene av jordanalysene tyder ikke på noen vesentlig forskjell i pH-nivå mellom de to forsøksseriene.

I forsøkene til Løvø (1934) i Trøndelag og i Møre og Romsdal var det store utslag for kalking. Tilføring av 250-300 kg CaO pr. dekar gav en meravling på 120 - 140 kg høy pr. dekar i gjennomsnitt. pH-analysen viser at jorda jevnt over var svært sur. I Nord-Norge var det relativt små utslag for kalking (Rasmussen 1928, Vikeland 1959, 1962). Dette gjaldt også forsøkene til Uhlen (1957) i Akershus-Østfold til tross for at feltene var lagt på typisk sur og fosforfattig jord. Disse forsøkene omfattet også ledd med og uten fosfor-gjødsling. Virkningen av kalking var klart størst når det ikke ble tilført fosfor. Dette skyldes at kalking gjør fosforet i jorda lettere tilgjengelig.

Forsøkene til Pestalozzi (1970c) på Vestlandet tyder på at en i denne landsdelen kan regne med store utslag for kalking av eng. I middel for 30 tre- eller fireårige felter gav kalking med 300 kg CaO pr. dekar en meravling på 127 kg høy pr. dekar. Forsøket på nydyrket myr på Fureneset omfattet også et ledd med 800 kg CaO pr. dekar. Denne mengden førte til en avlingsnedgang de to første årene sammenliknet med 400 kg CaO pr. dekar. I slutten av forsøksperioden var det imidlertid positiv effekt, slik at



Tabell 50. Forsøk med kalking av eng. Avling og avlingsutslag i kg høy pr. dekar pr. år.

Kilde	Område	Jordbunn (glødetap)	pH	Felt-tall	Tall-forsøksEng <sup>1)</sup> år type	Kalk <sup>2)</sup>	Kg CaO pr. dekar												
							0	100	150	200	250	300	400	450	600				
Rasmussen (1928)	Nordland	Sand-moldjord-torvj.	5,0-5,4	11	1-3	I	325												+60
Solberg (1930)	Vestfold	Mineraljord	5,5-5,8	7	2-5	I	512		+115										+134
"	"	"	5,5-5,8	9	2-5	I	506		+56										+84
Solberg (1937)	Akershus	Mineraljord	4,8-5,9	31	2-4	I	576		+40										+54
Løvø (1934)	Trøndelag	"	4,4-5,8	49	3-5	I	630												+143
"	Møre og Romsdal	"	4,3-5,5	47	2-4	I	690												+134
"	"	"	4,6-5,5	9	3-4	I	464	+81											+56
Vikeland (1959)	Troms	Moldblandet sandjord	5,0-6,5	7	3,5	I	638												+31
"	"	"	"	6	3-5	I	434												+46
Vikeland (1962)	Finmark	Sandjord	5,0-6,5	6	3-4	I	482												+73
Uhlen (1957)	Akershus, Øst-fold	Mineraljord (4,8-9,6)	5,1-6,5	16	3	I	609												+30
"	"	"	"	"	"	I	727												+144
Pestalozzi (1970c)	Vestlandet	Mineraljord (<15)	5,1-5,4	8	3	I	857		+75										+124
"	"	"	5,5-5,7	5	"	I	836		+32										+60
"	"	"	4,1-4,9	11	"	I	694		+117										+142
"	"	"	5,0-5,4	6	"	I	993		+35										+65
"	Fureneset	Torvjord	"	1	7	I	630		+123										+179
Myhr (1971b)	Vestlandet	Mineraljord, moldjord, torvjord	5,1	24	4-5	I	848												+58
"	"	"	"	24	"	IIa	842												+43
Hovde (1973)	Vestlandet	Mineraljord (<20)	4,5-5,4	7	4-5	IIa	698		+31										+32
"	"	"	5,5-5,9	3	"	IIa	719		+35										+31
"	"	Torvjord (>40)	4,4-5,1	5	"	"	655		+31										+58
"	"	"	5,2-5,5	6	"	"	614		-4										+25
Hovde (1974b)	Vestlandet	Torvjord, moldholdig	5,1	9	3-5	IIa	748		+24										+56
Hovde (1974c)	Fureneset	morene (41,5)	"	5	4	IIb	1120		+22										+38
																			+133

1) A: Kortvarig eng 1) Timotei eller timotei/kløver 2) Blandet gras- eller gras/kløverbestand.

B: Langvarig/permanent eng

2) I. Tilført i gjenleggsåret, harvet ned i jorda. II. Tilført på overflaten: a. ved starten av forsøket, b. tilsv. mengder gitt hvert år.

3) Medregnet avling i gjenleggsåret, tørr lo eller tørr grønnsak.

4) Øverst: uten fosforgjødsling, nederst: med fosforgjødsling.

det i gjennomsnitt for 7 år ble en meravling på 27 kg pr. dekar.

Også i forsøkene til Hovde (1974 c) på Fureneset var det god virkning av kalking. I de andre forsøksseriene på Vestlandet var det imidlertid mindre utslag (Myhr 1971, Hovde 1973, 1974 b). De to siste gjaldt permanent eng der kalken ble gitt på overflata, og dette kan være noe av årsaken til de relativt små utslagene. Forsøkene til Myhr (1971) viser at virkningen er noe mindre når kalken blir spredd på overflata i eldre eng enn når den blandes inn i jorda ved gjenlegg. Ved overflatekalking får en liten eller ingen virkning første året, men om lag full effekt fra og med andre året (Myhr 1971, Hovde 1973, 1974b).

To av forsøkene i tabell 50 omfattet sammenlikning av forskjellige kalkslag. Resultatene tyder på at virkningen av brent kalk (Solberg 1930) eller skjellsand (Hovde 1973) er om lag den samme som virkningen av samme mengde CaO gitt i kalksteinsmjøl.

Hovde (l.c.) sammenliknet årlig kalking med tilføring av tilsvarende mengde hvert 5. år. Årlig kalking gav minst avling de tre første årene, men størst avling 4. og 5. forsøksår. Tabell 50 viser at pH-målinger gir verdifulle opplysninger om jordas kalkbehov. Det vil i de fleste tilfelle være lønnsomt utslag for kalking når pH er 5,5 eller lågere på mineraljord, mens tilsvarende "grenseverdi" for torvjord og moldrik jord er 5,0 - 5,2 (Solberg 1930, Pestalozzi 1970, Hovde 1973). Ved høgere pH er utslaget langt mer usikkert. Verdien av pH-målinger og andre jordanalyser som grunnlag for vurdering av kalkbehovet har vært belyst i flere undersøkelser. Tabell 51 viser resultater fra noen forsøksserier der en har beregnet korrelasjon mellom analysetall og avlingsutslag for tilføring av 300 kg CaO i kalksteinsmjøl pr. dekar. Det var i alle tilfelle signifikant korrelasjon for pH, men koeffisientene var jevnt over låge. I beste fall kunne forskjeller i pH forklare ca. 40 prosent av variasjonen i kalkvirkning. Dette gjelder pH målt i vann-suspensjon, som har vært den vanlige metoden her i landet til nå. Viggerust (1970) fant at en nyere metode der pH ble bestemt i  $\text{CaCl}_2$ -løsning, gav et noe bedre uttrykk for kalkbehovet, særlig på torvjord og moldrik jord. Basemetningsgraden eller "x-verdien", som i prinsippet er om lag det samme, viste i de fleste tilfellene bedre sammenheng med utslaget for kalking enn pH.

Det er ellers gjort tilsvarende korrelasjonsberegninger for en rekke andre

Tabell 51. Korrelasjonskoeffisienter for sammenhengen mellom resultater for jordanalyser og avlings-  
utslag for kalking av eng.

Kilde	Område	Felt- tall	Gløde- tap, %	Jordanalyser				Multi- ppl korrelasjon R
				pH, målt i:		Base- metnings grad 3	x-verdi iflg. Heggenhøgen 4	
				H <sub>2</sub> O 1	CaCl <sub>2</sub> 2			
Vigerust (1970) <sup>2)</sup>	Trøndelag, Møre og Romsdal	35	< 15	-0,34			-0,50	0,50
"	"	20	15-40	-0,45			-0,67	0,67
"	"	25	> 40	-0,46			-0,45	0,49
Vigerust (1970) <sup>2)</sup>	Akershus, Vestfold	38		-0,33			-0,55	0,55
Uhlen (1957)	Akershus, Østfold	16	5-10	-0,64			-0,76	
Vigerust (1970)	Vestlandet	19	< 15	-0,64	-0,67		-0,79	0,80(2+3)
"	"	25	> 15	-0,52	-0,71		-0,58	0,72 "
"	"	44	Alle felt	-0,59	-0,69		-0,69	0,75 "

1) x-verdi =

$\text{NH}_4\text{-oppl. CaO} \times 100$

$\text{NH}_4\text{-oppl. CaO} + \text{syreavspaltning med Na-acetat}$

2) Beregnet på grunnlag av resultater fra eldre forsøk  
(Løvvø 1934, Solberg 1937).

jordanalyser enn de som er tatt med i tabell 51, men ingen av disse synes å komme på høyde med basemetningsgraden som indikator på jordas kalkbehov (Løvø 1934, Solberg 1937, Uhlen 1957, Vigerust 1970).

Det er også utført beregninger av multiple korrelasjoner der en har tatt med to eller flere jordanalyser. Resultater fra noen slike beregninger er tatt med i tabell 51. I de fleste tilfellene fikk en ikke vesentlig høyere koeffisienter enn den høyeste for de enkle korrelasjonene. Ett unntak danner forsøkene på Vestlandet (Vigerust 1970), der pH og basemetningsgrad tilsammen gav en bedre beskrivelse av kalkbehovet enn noen av de to analysene enkeltvis.

#### B. Virkning på engbestanden.

Forsøkene til Hovde (1974 c) på Fureneset omfattet forskjellige grasarter sådd i reinbestand. Resultatene i gjennomsnitt for fem 4-årige felter viser at grasartene reagerte forskjellig på kalking (tabell 52).

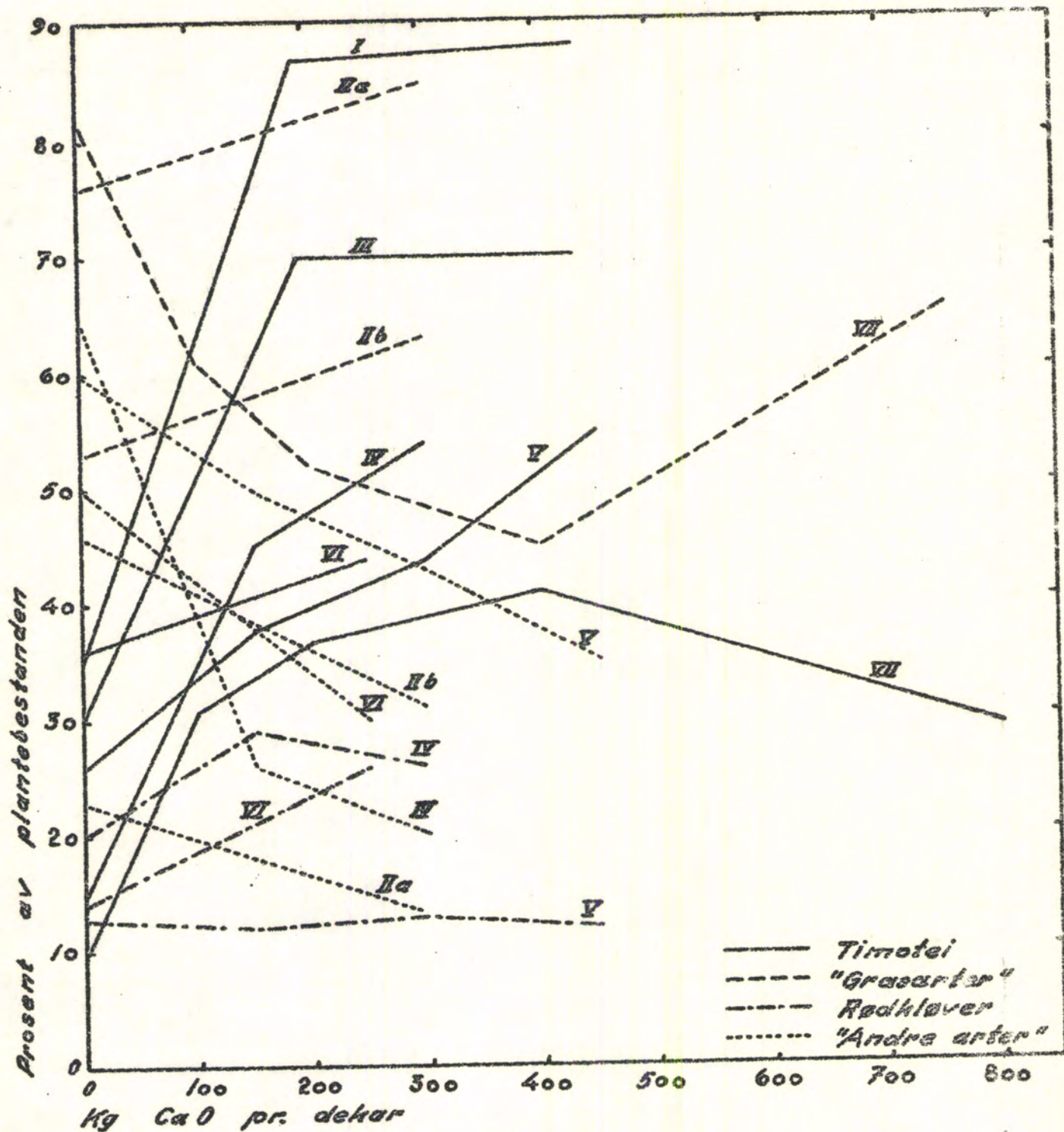
Tabell 52. Utslag for kalking hos forskjellige grasarter.

	Utslag, kg høy pr. dekar		Prosent sådd gras	
	Total avling	Sådd gras	Ukalket	Kalket
Timotei	+ 133	+ 165	77	82
Engsvingel	+ 113	+ 129	75	79
Raigras	+ 146	+ 134	50	56
Bladfaks	+ 180	+ 261	25	53
Engrapp	+ 83	+ 165	36	49

Bladfaks har reagert mest positivt på kalking og har antakelig større kalkbehov enn de andre artene som står nokså likt.

Også i en rekke andre forsøk er det vist at grasartene har forskjellig behov for kalking. Figur 36 viser resultater av botaniske analyser tredje fjerde eller femte året i forskjellige forsøk. Kalking hadde til dels meget sterk positiv effekt på varigheten av timotei i plantebestanden. På Fureneset var det imidlertid reduksjon i timotei-innholdet når kalkmengden ble økt fra 400 til 800 kg CaO pr. dekar (Pestalozzi 1970c).

I dette forsøket var det også stort positivt utslag på innholdet av eng-



- I. Finnmark, 1 felt i 4. forsøksår (Vikeland 1962)  
 IIa. Vestlandet, 12 felt i 3.-4. forsøksår, kortvarig eng (Myhr 1971)  
 IIb. " " " " " " varig eng " "  
 III. Troms, 2 felt i 5. forsøksår (Vikeland 1959)  
 IV. Vestfold, 4 felt i 4. forsøksår (Solberg 1937)  
 V. Akershus, 6 felt i 4.-5. forsøksår (Solberg 1937)  
 VI. Trøndelag, Møre og Romsdal, 19 felt i 2.-5. forsøksår (Løvø 1934)  
 VII. Fureneset i Sunnfjord, 1 felt på torvjord, 1.-7. forsøksår, Pestalozzi 1970

Figur 36. Virkning av kalking på botanisk sammensetning i eng.

svingel, som økte helt opp til største kalkmengde. Også markrapp synes å ha relativt stort behov for kalking (Myhr 1971<sub>b</sub>). I forsøkene til Solberg (1937) og Pestalozzi (1970<sub>c</sub>) førte kalkingen til en sterk reduksjon i innholdet av engkvein i plantebestanden.

Virkningen av kalking på kløverinnholdet veksler en god del. I Trøndelag/Møre og Romsdal og i Vestfold var det klar positiv virkning (Løvø 1934, Solberg 1937), mens det ikke var noe utslag i Akershus (Solberg l.c.). Andre resultater fra forsøkene til Løvø (1934) tyder på at rødkløver og timotei reagerer temmelig likt på kalking. Dette går fram av tabell 53, som viser resultater i gjennomsnitt for 49 felter, der en undersøkte virkningen av 250 kg CaO pr. dekar i sammenlikning med ledd uten kalking for de to artene i reinbestand.

Tabell 53. Meravling for kalking og botanisk innhold på ruter med rødkløver og timotei sådd i reinbestand. Ingen (0) og 250 kg CaO pr. dekar.

Ruter tilsådd med	Kg høy pr. dekar		Prosent av plantebestanden					
	0	250	Kløver		Timotei		Andre arter	
			0	250	0	250	0	250
Rødkløver	619	+119	38	50	8	7	54	43
Timotei	607	+115	6	7	53	63	41	30

Virkningen av kalking var om lag den samme for begge artene, både i avling, varighet i bestanden og innvandring av ugras. Gruppen "andre arter" ble i alle tilfelle sterkt redusert på grunn av kalking. I forsøkene til Solberg (1937) bestod denne gruppen i hovedsaken av kvein, i forsøkene på Vestlandet (Myhr 1971<sub>b</sub>) av forskjellige urter.

### C. Virkning på forkvaliteten.

Kalking fører til økning i innholdet av Ca i graset. Tabell 54 viser Ca-innholdet i prosent av tørrstoffet uten kalking og etter tilføring av 300-400 kg CaO pr. dekar.

Tabell 54. Virkning av kalking på Ca-innholdet i gras i forskjellige undersøkelser. Ingen (0) og 350 kg CaO pr. dekar.

Kilde		Første slått		Andre slått	
		0	350	0	350
Uhlen (1957)		0,26	0,32	0,68	0,74
Pestalozzi (1970c)	pH under 5,0	0,24	0,41	0,42	0,60
"	pH over 5,0	0,40	0,45	0,54	0,56
Myhr (1971b)	Kortvarig eng	0,32	0,42	0,53	0,68
"	Permanent eng	0,44	0,58	0,78	0,87
Hovde (1974c)		0,30	0,36	0,52	0,62

Resultatene til Uhlen (l.c.) gjelder timotei, mens tallene fra undersøkelsene til Hovde (l.c.) er gjennomsnitt for 5 grasarter dyrket i reinbestand. I de to andre forsøkene bestod analyseprøvene av forskjellige grasarter. Resultatene til Pestalozzi (1970 c) viser at virkningen av kalking på Ca-innholdet i graset er størst på sur jord.

Grasets innhold av fosfor, kalium og magnesium synes ikke å bli påvirket i vesentlig grad av kalking (Uhlen 1957, Pestalozzi 1970c, Myhr 1971b, Hovde 1974 c). Dette gjelder også innholdet av råprotein og trevler (Myhr l.c., Hovde l.c.).

#### VIII. BEITING AV ENG

Høstbeiting av slåtte-eng er vanlig praksis de fleste steder i landet. På Vestlandet og i Nord-Norge blir enga ofte beitet også tidlig om våren. Tabell 55 gir en oversikt over forsøk med beiting av eng som ellers ble høstet en gang til vanlig tid for høyslått. Det ble ikke gitt overgjødsling i forbindelse med beiting, slik at gjødslinga i alle tilfellene var den samme for alle ledd. Virkningen av høstbeiting varierte sterkt, fra ikke noe utslag til en avlingsreduksjon på opp til 300 kg høy pr. dekar. I de tilfellene da høstbeiting bare førte til en mindre reduksjon i høyavling, ble dette trolig oppveid av beitedyras forøpptak.

Det er mange årsaker til den store variasjon i utslag. Graden av beiting har vesentlig betydning. Snaubeiting har mer negativ ettervirkning enn moderat beiting (Andersen 1960, Olsen 1969). Engsvingel- og engkvein-eng og natureng tålte høstbeiting bedre enn timotei- eller timotei/kløver-eng

Tabell 55. Virkning av beiting på slátte-eng. a: ubeltet, b: moderat høstbeiting, c: sterk høstbeiting, d: vårbeiting, e: vår- og høstbeiting.

Kilde	Forsøkssted	Antall felter	Varighet av hvert felt år	Engbestand	Aving og avlingsutslag, kg høy pr. dekar					Prosent sidd gras siste forsøksår				
					a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Vikeland (1954)	Holt (Troms)	1	4	Timotei	705	- 91		-110	-163	72	63	57	33	
"	"	1	4	Natureng	759	- 39		-113	-149					
"	"	1	4	Natureng	418	- 18		- 81	- 90					
Andersen (1960)	Troms	3	3	Timotei	762	-116	-304			82	68	39		
Andersen (1963)	Troms	3	1	Timotei	562	-249								
Larsen (1972)	Vågønes	3	4	Timotei	739			-159		60		60	70	
Foss (1965)	Trøndelag	4	1-3	Timotei	750	+ 5		-232	-275	86	78	87	66	
"	"	4	1-3	Engsvingel	588	+ 6		-157	-129	65	64	67	62	
"	"	4	1-3	Engkvein	611	- 43		-195	-165	67	65	68	62	
Myhr (1968)	Fureneset	5	3-4	Tim./engsv.	1067	- 68		-208	-268	41	37	33	30	
"	Sogn og Fj.	5	3-4	Natureng	688	+ 9		- 94	- 81					
Olsen (1969)	Løken, Valdres	1	4	Tim./kløver	697	-115	-141			86	55		9	
"	"	1	4	Tim./kløver	689	-123			-316	79	17		90	
"	"	1	4	E.sv./tim/kv.	700	- 19			-194	92	89			
Bø/1972)	Tjøtta	2	2	Tim./engsv.	889	- 24		-169	-184	76	79	70	75	



(Vikeland 1954, Myhr 1968, Olsen 1969). Værforholdene om vinteren er en viktig faktor. Høstbeiting kan virke sterkt inn på overvintringen når forholdene er ugunstige. Dette ble vist i forsøk i Troms (Andersen 1963). Forsøksfelter i timotei-eng som var behandlet forskjellig om høsten, ble i løpet av vinteren utsatt for langvarig isdekke. Dekningsgraden av timotei i prosent om våren går fram av tallene nedenfor:

Lokalitet	Ikke beitet	Høst beitet
A	69	13
B	73	25
C	54	13

Beitingen hadde ført til nesten total utgang av timotei i løpet av vinteren. Tabell 55 viser at vårbeiting fører til større avlingsreduksjon enn høstbeiting. Noe av reduksjonen ble oppveid ved beitedyras foropptak. Dette ble undersøkt i noen av forsøkene (Vikeland 1954, Myhr 1969, Larsen 1972), men foropptaket svarte bare til 25-30 prosent av avlingsreduksjonen regnet på tørrstoff-basis. Vårbeiting synes således å være ulønnsom. Beiting både høst og vår førte i alle tilfellene til en sterk avlingsreduksjon. Utslaget var, noe overraskende, i flere tilfeller mindre enn ved bare vårbeiting.

Tallene for prosent sådd gras i tabell 55 viser at i de fleste tilfellene førte beiting til en raskere utgang av timotei og øket innvandring av andre grasarter og ugras. Engsvingel og engkvein har større evne enn timotei til å holde seg oppe i engbestanden ved beiting (Foss 1965, Olsen 1969). I forsøket på Tjøtta førte beitingen til betydelig reduksjon av timotei-innholdet i enga, men dette ble oppveid ved at innholdet av engsvingel økte i om lag samme grad (Bø 1972).

Upubliserte resultater av nye forsøk med vårbeiting av eng tyder på at den negative virkning på høyavlingen henger mer eller mindre sammen med høstetidspunktet. Hvis gras som er beitet om våren, får vokse til det har nådd samme utvikling som ikke beitet gras ved høsting, blir det ingen avlingsreduksjon. Dette synes i alle fall å gjelde i strøk med lang veksttid.

#### IX. LITTERATUR

- Andersen, I. L. 1960. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. Forsk. Fors. Landbr. 11, 635-660.

- Andersen, I.L. 1963. Overvintringsundersøkelser i eng i Nord-Norge. II. Noen undersøkelser over is- og vannskader i eng. Forsk. Fors. Landbr. 14, 639-669.
- " 1970. Gjødsling til eng og kjemisk innhold i avlinga i Troms og Finnmark. Informasjonsmøter, Hurdalssjøen 3.-7. febr. 1970. Rådet for jordbruksforsøk, 71-74.
- " og I. Schjelderup 1973. Gjødsling til eng i Troms og Finnmark. Forsk. Fors. Landbr. 24, 89-125.
- Austvoll, J. 1974. Verknad av ymis mengd og fordeling av nitrogengjødssel på avling og overvintring av italiensk raigras. Hovedoppgave Norges landbrukshøgskole. 55s.
- Bentholm, R. 1969. Hög proteinskörd vid vallodling. Svensk Valltidskrift 8, 164-166.
- Bærug, R. 1975. Gjødsling til eng- spesielt med tanke på kalium. Norsk Landbruk 94 (7), 6-7.
- " 1975 a. Gjødsling til eng på Sør-Østlandet, med spesiell vekt på virkningen av kaliumtilførsel på avling og kjemisk innhold. Institutt for jordkultur. Stensiltrykk, 6 s.
- Bø, S. 1970. Grasarer, frøblandingar og gjødselmengder til langvarig eng på Tjøtta. Forsk. Fors. Landbr. 21, 213-218.
- " 1972. Beiting med sau på slätte-eng. Norden 76, 481-483.
- Celius, R. 1969. Forsøk med ulike stubbehøyder i flerårig eng. Medd. fra Det Norske Myrselsk. 67, 1-20.
- Chestnut, D.M.B. 1972. The effect of white clover and applied nitrogen on the nitrogen content of various grass/clover mixtures. J. Brit. Grassld. Soc. 27, 211-216.
- Christensen, N. Aa. 1967. Kvalstoffforsøg i græsarter. NJF-kongressen 27.-30. juni 1967. Fortrykk av foredrag. Seksjon VI, 29-34.

- Dam Kofoed, A. og P. Søndergaard Klausen 1969. Kvalstofgødning til kløvergræs og rent græs. Tidsskr. for Planteavl 73, 203-246.
- Ebbersten, S. 1974. Produktion av vallfoder. N.J.F. Grovfodersymposium, Randers 27.-28. mai 1974. Konsulentavdelningens stencilserie Husdjur 44, C1-C28.
- Fjarvoll, K. 1938. Slåttetidsforsøk på timoteieng, 1928-1936. Meld. Statens forsøksgard Holt for 1935-1936, 7-26.
- Flatekvål, J. 1969, Gjødsling til eng i fjellbygdene. Forsk. Fors. Landbr. 20, 257-273.
- Foss, S. 1965. Engforsøk i fjellbygdene i Trøndelag og i Møre og Romsdal. Ibid 16, 153-178.
- " 1968. Vekstrytme hos timoteisorter. Ibid 16, 153-178.
- " 1971. Eng-gjødslingsforsøk i Trøndelag og i Møre og Romsdal. Ibid 22, 21-42.
- Fossbakken, B. 1971. Høy fra timoteieng og natureng som oppdrettsfor til sau. Ibid 22, 523-567.
- Fyrileiv, E. 1971a. Råproteinet i gras ved stigende nitrogengjødsling. Norsk Landbruk 90 (6), 36-38.
- " 1971b. Tørrstoffets kjemiske sammensetning hos gras ved stigende N-gjødsling. Foreløpige data. Norsk Forkonservering "Nofo". Styrets beretning og regnskap for 1971. Forlag Buskap og avdrått, 31-36.
- Grønnerød, B. 1968. Stubbehøgdeforsøk med slaghøster og slåmaskin i timotei/ rødkløver- og engsvingelseng. Jord- og plantekulturmøtet NLH febr. 1968. Stensiltrykk, 8 s.
- " 1970a. Forsøk med grasarter i blanding med rødkløver eller luserne ved tre nitrogenmengder og tre gangers høsting. Forsk. Fors. Landbr. 21, 253-267.

- Grønnerød, B. 1970b. Nyere resultater av forsøk med grasarter og engfrøblandinger. Plantekulturmøtet, NLH Febr. 1970. Stensiltrykk 15 s.
- " 1971. Intensiv engdyrking. Resultater av forsøk på Sørøstlandet 1967-69. I Informasjonsmøter, Hamar 15.-19. februar 1971. Rådet for jordbruksforsøk, 52-58.
- " 1972. Engvekster og høsteintensitet. Norsk Landbruk 91 (6), 9-11.
- " 1974a. Mer kløver mer protein. Ibid 93 (6), 4-6.
- " 1974b. Rødkløver - en viktig engplante med fornyet aktualitet. Plantekulturmøtet, NLH, mars 1974. Stensiltrykk, 7s.
- " 1974c. Konkurransen mellom engvekstene, Samvirke 69, 61-64.
- Hansen, H.B. 1946. Slåttetidsforsøk på forsøksgården Vågnes. Meld. Statens forsøksgård Vågnes 23, 10-47.
- Harbo, S.H. 1973. Avling og skotutvikling i eng ved to og tre haustingar i sesongen og ved aukande gjødselmengder. Hovudoppgåve, NLH. 68 s.
- Hernes, O. 1958. Stigende mengder kalksalpeter til eng. Forsk. Fors. Landbr. 9, 201-219.
- " 1969. Gjødslingsbehov til eng i Hedmark og Oppland, Ibid. 20, 165-186.
- " 1972. Forsøk med en og flere gangers slått og høstetidspunktet for første slått. Ibid. 23, 435-445.
- Henriksen, 1965. Om afgrødernes mineralstofindhold. Tidsskrift for Planteavl 68, 784-804.

- Homb, T. 1952. Kjemisk sammensetning og fordøyelighet av engvekster. 71. Beretn. Foringsforsøkene. Norges landbrukshøgskole. 214 s.
- " 1953. Slåttetid, kvalitet og avling. Foringsforsøkene, Norges landbrukshøgskole. Flygeblad nr. 24, 21s.
- Honne, B.I. 1968. Måling av carbohydratreserver hos timotei. Hovedoppgave ved Norges landbrukshøgskole. 82 s.
- Hovde, A. 1971. Kor sterkt bør ein gjødsla enga? Vestl. Landbr. 58, 124-126.
- " 1973. Overflatekalking av eng på Vestlandet. Ibid. 24, 325-330.
- " 1974a. Ulike haustetider og stigande gjødsling til silogras: Markforsøk. I: Informasjonsmøter, Hamar 18.-21. februar 1974. Rådet for jordbruksforsøk, 123-128.
- " 1974b. Årleg kalking samanlikna med kalking kvart 5. år på overflata av eng. Årsmeld. 1973 for forsøksringane i Hordaland, Sogn og Fjordane og Sunnmøre, 39-41.
- " 1974c. Ulike grasartar med og utan kalking. Forsk. Fors. Landbr. 25, 353-365.
- Huokuna, E. 1967. Stora kvävemängder på beten för mjölkkor. NJF-Kongressen 27.-30. juni 1967. Fortrykk av foredrag. Seksjon VI, 35-37.
- " 1971. Gødslingens inverkan på gräsens övervintringsförmåga, NJF-kongressen 29. juni-2. juli 1971. Fortrykk av foredrag. Seksjon IV, 15-19.
- " and S.-L. Hiivola, 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on sward density and winter survival of grasses. Ann. Agric. Fenn. 13, 88-95.
- Hvidsten, H., M. Ødelien, R. Bærug and S. Tollefsrud, 1959. The influence of fertilizer treatment on the mineral composition of the herbage and the incidence of hypomagnesia in dairy cows. Acta Agric. Scand. 9, 261-291.

- Håland, Å. 1965. Forsøk med ulike kuttehøgder i eng. Jæren fors. ring.  
Årsmeld. nr. 8, 54-55.
- " 1974a. Kalium og nitrogen til eng i Vest-Norge. Forsk. Fors.  
Landbr. 25, 145-167.
- " 1974b. Nitrat i gras og grønforvekstar på Jæren. I: Informasjons-  
møter, Hamar 18.-21. februar 1974. Rådet for jordbruksforsk, 152-158.
- Ingebrigtsen, S. 1959. Gjødsling til kløverrik eng. Forsk. Fors. Landbr.  
10, 159-206.
- Jacobsen, A. 1974. Stigende mengder kvalstoff og slåtantal i græsarter  
1971-72. Delrapport fra N-gruppens internordiske forsøg.  
N.J.F. Grovfodersymposium, Randers 27. - 28. mai 1974.  
Konsulentavdelingens stencilserie. Husdjur 44, D1-D3.
- Jetne, M. 1970. Forsøk med grasarter, gjødselmengder og slåttetider.  
Forsk. Fors. Landbr. 21, 157-194.
- Kemp, A. and M.L. t'Hart, 1957. Grass tetani in grazing milking cows. Neth.  
J. Agric. Sci. 5, 4-17.
- Laine, T. 1967. Gräsväxternas kvävegjødsling på lerjordar. NJF-Kongressen  
27.-30. juni 1967. Fortrykk av foredrag. Seksjon VI, 4-5.
- Larsen, A. 1972. Forsøk med høstetider, gjødsling og vårbeiting på timotei-  
eng. Norden 76, 357-361.
- Lein, H. 1960. Virkningen av fosfat- og kvelstoffgjødning på avling og kjemisk  
sammensetning av en del grasarter og kvitkløver på beite.  
Forsk. Fors. Landbr. 11, 203-253.
- Lende-Njaa, J. 1921. Beretn. Det Norske Myrselskaps Forsøksstasjons 11.  
og 12. arbeidsår 1918-1919.
- Lindeman, P.-O. 1969. Intensiv betesdrift kræver bevattning. Svensk Vall-  
tidskrift 8, 98-101.
- Linland, D. 1932. Slåttetidsforsøk. Beretn. Statens forsøksgård Forus 1931,  
22-34.

- Løvø, P.J. 1934. Resultater av forsøk med kalking i Trøndelag og Møre.  
Meld. Statens forsøksgard Voll for 1932-33, 12-108.
- " 1938. Forsøk med ulike slåttetider for eng på forsøksgården Voll.  
Meld. Statens forsøksgard Voll for 1937, 9-51.
- Matre, T. og M. Pestalozzi, 1974. Konserverte gras til kjøtproduksjon.  
N.J.F. Grovfodersymposium. Randers 27.-28. mai 1974.  
Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 45, f.1-J.7.
- Mo, M. 1972. Forsøk med maursyresurfor fra moderat og sterkt gjødslet eng  
til melkekyr. Husdyrforsøksmøtet 1972. Rådet for husdyrforsøk,  
148-153.
- " 1974. Surfor fra moderat og sterkt gjødslet eng til melkekyr. N.J.F.  
Grovfodersymposium. Randers 27.-28. mai 1974. Konsulent-  
avdelningens stencilserie. Husdjur 45, H1-H10.
- " 1975. Surfor av hundegras. Husdyrforsøksmøtet 1975. Rådet for  
husdyrforsøk, 128-133.
- " og O. Saue 1974. Proteinrikt for fra eng. Inst. for husdyrernæring  
og foringslære, NLH. Stensiltrykk nr. 39, 1974. 20 s.
- Mosland, A. 1962a. Forsøk med fosfor og kaliumgjødsling til beite. Forsk.  
Fors. Landbr. 13, 37-63.
- " 1962b. Gjødslingas innflytelse på tørrstoffinnholdet i beite-  
graset. Tidsskr. for det norske Landbruk 69, 109-137.
- Myhr, K. 1968. Forsøk med vår- og haustbeiting med sau på slåtteeeng.  
Vestlandsk Landbruk 55, 112-113.
- " 1971a. Tidleg eller sein slått. Ibid 58, 370-373.
- " 1971b. Samanlikning av gamal og ny eng på Vestlandet. Forsk.  
Fors. Landbr. 22, 135-156.

- Mølle, K.G. 1974. Olika gräsarter och slåttid. N.J.F. Grovfodersymposium. Randers 27.-28. mai 1974. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 44, 11-110.
- Møller, E. 1967. Græsmarkafgrøders udbytte og fordøjelighed med hensyn til arter, gødning og slåttantal. NJF-Kongressen 27.-30. juni 1967. Fortrykk av foredrag. Seksjon VI, 52-53.
- " , J. Højland Frederiksen og N.Witt, 1973. Græsser i renbestand. II. Kemisk sammensetning, fordøjelighed og foderverdi. 3. beretn. fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøk.
- Nørgaard Pedersen, E.J., J. Højland Fredriksen, E.B. Skovberg, E. Møller & N.Witt 1971. Græsser i renbestand. I. Artens, kvælstof-gødsningens og slåttantallets indflydelse på græsudbytte og kvalitet. 1. Beretn. fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyr-brugsforsøg. 83 s.
- " og N. Witt, 1973. Undersøgelser over forskellige græsmarkafgrøders egnethed for ensilering. Tidsskr. Pl.avl.77, 74-89.
- Olsen, E. 1969. Høst- og vårbeiting på eng. Forsk. Fors. Landbr. 20, 513-524.
- " 1973. Undersøkelser av forholdet mellom blad og stengel i gras høstet til forskjellig tidspunkt og på to høgdetrinn. Ibid 24, 73-88.
- Opsahl, B. 1965. Forhaustar og gjenvekst. Bondevennen 68, 2-3.
- Pålsson, T. och S. Eriksson, 1971. Smältbart råprotein och pepsinløsligt råprotein i vallfoder. Svensk Valltidsskrift 10 (1), 18-21.
- Pestalozzi, M. 1967. Brukar vi nok kalium til enga? Vestl. Landbr. 54, 367-369.
- " 1970a. Litt om overvintring av italiensk raigras. Bondevennen 73, 1096-1097.



- Pestalozzi, M. 1970b. Deling av kaliungjødsling til eng. I: Informasjonsmøter Hurdalssjøen 3.-7. febr. 1970. Rådet for jordbruksforsøk, 59-62.
- " 1970c. Kalkingsforsøk på Vestlandet 1959-1966. Forsk. Fors. Landbr. 21, 85-110.
- " 1973. Ulik høsteintensitet til ulike grasarter. I: Informasjonsmøter Hamar 12.-16. februar 1973. Rådet for jordbruksforsøk, 101-106.
- " 1974a. Ulike haustetider og stigande gjødsling til silogras-siloforsøk. I: Informasjonsmøter, Hamar 18.-21. februar 1974. Rådet for jordbruksforsøk, 129-134.
- " 1974b. Virkningen av ulik gjødsling på overvintringen av italiensk raigras. Ibid. 147-151.
- " 1974c. Store nitrogenmengder til engsvingeleng. N.J.F. Grovfodersymposium. Randers 27.-28. mai 1974. Konsulentavdelingens stencilserie - Husdjur 44 E1-E5.
- " og T. Matre 1972a. Foringsforsøk med grovfor frå svakt og sterkt gjødsla eng og beite på Særheim. Bondevennen 75, 575-577.
- " " 1972b. Oppdrett av oksekastratar på beite og surfor ved ulik gjødsling. I: Husdyrforsøksmøtet 1972. Rådet for husdyrforsøk, 126-130.
- " " 1973. Røynsler frå kjøtproduksjonsforsøk på Særheim. Bondevennen 76, 1176-1179.
- " og K. Retvedt, 1959. Forsøk med store kunstgjødselmengder til eng 1948-1952. Forsk. Fors. Landbr. 10, 316-412.
- Raininko, K. 1968. The effects of nitrogen fertilization, irrigation and number of harvestings upon leys established with various seed mixtures. Acta Agraria Fennica 112, 1-137.

- Rapp, K. 1971. Forsøk med frøblandinger til eng i Troms og Finnmark. Forsk. Fors. Landbr. 22 43-56.
- " 1972. En eller to gangs høsting av rappeng (natureng) i Finnmark. Norden 76, 270-271.
- Rasmussen, F. K. 1928. Kalkstensmel på eng. Beretn. fra forsøksgården Vågønes for 1927, 14-15.
- Raustein, D. 1972. Engfrøblandinger for intensiv drift på Jæren. Forsk. Fors. Landbr. 23, 81-103.
- Retvedt, K. 1949. Forrådgjødsling med superfosfat i gjenleggsåret. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 29, 75-122.
- Rinne, K. 1974. Ensilagevallarnas gjødsling. N.J.F. Grovfodersymposium. Randers 27.-28. mai 1974. Konsulentavdelningens stencilserie. Husdjur 44, F1-F4.
- Rinne, S.-L., M. Sillanpää, E. Huokuna med S.-L. Hiivola, 1974. Effects of heavy nitrogen fertilization on potassium, calcium, magnesium and phosphorus contents in ley grasses. Ann. Agric. Fenn. 13, 96-108.
- Røyset, S. 1954. Gjødslingsforsøk på eng. Forsk. Fors. Landbr. 5, 411-433.
- Saue, O. 1972. Surforkvalitet og ensileringstap ved ulik gjødsling av enga. I. Husdyrforsøksmøtet 1972. Rådet for husdyrforsøk, 137-141.
- " og M. Mo, 1973. Produksjon av proteinrikt grovfor. Aktuelt om proteinforsyning og proteinforing. Orienteringsmøte, NLH, 10. okt. 1973, 21-38.
- Schjelderup, I. 1970a. Forsøk med grasarter, gjødselmengder og slåttetider i Troms og Finnmark. Forsk. Fors. Landbr. 21, 193-211.
- " 1970b. Gjødsling og avlingsnivå i eng i Troms og Finnmark. I: Informasjonsmøter, Hurdalssjøen 3.-7. febr. 1970. Rådet for jordbruksforsøk, 67-70.

- Sjøseth, H. 1964. Forsøk med ulike slåttetider av hå. *Forsk. Fors. Landbr.* 15, 109-116.
- " 1971. Virkninger av ulik høsting på vekst, rotutvikling og karbohydratinnhold hos timotei. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.*, 50 (14), 30 s.
- Skjelvåg, A.O. 1972. Vekst og utvikling ved ymse miljøpåverknad hos to ekstreme økotypar av norsk timotei (*Phleum pratense* L.) som grunnlag for dyrkingsmåte og utvalskriterium ved foredling. *Lisensiatavhandling ved Norges landbrukshøgskole*, 143 s.
- Skaare, S. 1972. Forsøk med grasarter, frøblandinger og stigende nitrogen-gjødsling til eng og beite. *Forsk. Fors. Landbr.* 23 (3), 219-234.
- Solberg, P. 1930. Kalkingsforsøk i Vestfold, *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 10, 413-498.
- " 1937. 1. Kalkingsforsøk i Akershus. 2. Bidrag til karakterisering av kalktrangen innen Akershus og Vestfold ved hjelp av jordanalyser. *Ibid* 17, 331-371.
- Sorteberg, A. 1956. Sammenhengen mellom resultater av kjemisk jordanalyse for fosfor og kalium og utslaget for fosfor-kaliumgjødsling i eng 1946-1950. *Forsk. Fors. Landbr.* 7, 549-726.
- Stabbetorp, H. 1974. Forskjellige slåttetider og N-gjødsling til forskjellige grasarter. I: *Informasjonsmøter, Hamar 18.-21. febr. 1974.* Rådet for jordbruksforsøk, 135-140.
- Steen, E. 1967. Resultat i Sverige av de nordiska försöken med kväve till gräsarter. *NJF-Kongressen 27.-30. juni 1967.* Fortrykk av foredrag. Seksjon VI, 6-28.
- " 1968. Inverkan av kvävegjødsling på kvaliteten hos fyra vallgräs på betesstadiet. *Lantbrukshøgskolans meddelanden A 92.* 27s.
- " 1969. Aminosyror i vallväxter. *Svensk Valltidsskr.* 8, 188-190.

- Steen, E. 1967. Stigande mængder kvæve till fem vallgräsarter, skördade tre gånger per säsong. Lantbrukshøgskolans meddelanden A 176. 43 s.
- Strande, K. 1952. Forsøk med ulike antall høstinger av beite. Forsk. Fors. Landbr. 3, 145-169.
- Torpen, H. 1969. Hundegras og bladfaks seiler opp. Hedmark fors. ring. Meld. nr. 27, 11-17.
- Tranmæl, T. 1972. Forsøk med N og K til eng. Landbrukstidende 78, 288-291.
- " 1973a. Timotei og engsvingel til silofor. Ibid. 79, 12-15.
- " 1973b. N-gjødsling og haustetider i eng. Ibid. 79, 188-190.
- Tveitnes, S. 1967. Forsøk med stigande mengder nitrogen til eng. Forsk. Fors. Landbr. 18, 23-40.
- Uhlen, G. 1957. Forrådgjødsling med fosfor og kalking til jord i dårlig fosfortilstand på Østlandet. Ibid. 8, 295-328.
- Uhlen, G. 1968. Gjødsling i tida framover. Ny jord. 55, 207-212.
- " 1970a. Virkning av nitrogengjødsling til eng ved 3 gangers slått. I: Informasjonsmøter, Hurdalssjøen 3.-7. febr. 1970, Rådet for jordbruksforsøk 55-58.
- " 1970b. Kaliumgjødsling og kaliumbalanse ved grasproduksjon. Jord og avling 13 (3), 17-19.
- " 1972. Hvor langt kan vi gå med økende gjødselmengder. Samvirke 67, 297-298.
- " og G. Semb, 1962. Sammenlikning av AL-metoden og tidligere brukte metoder for kalium - og fosforanalyse i jordprøver fra forsøksfelter. Forsk. Fors. Landbr. 13, 189-208.
- Uverud, H. 1967. Forsøk med stigende nitrogenmengder til grasarter i reinbestand. NJF-Kongressen 27.-30 juni 1967. Fortrykk av foredrag. Seksjon VI, 1-3.

- Valberg, E. 1968. Stubbehøgder på timoteimark. *Norden* 72, 422-423.
- " 1971. Høstetidsforsøk i Nordland. I: Informasjonsmøter, Hamar 15.-19. febr. 1971. Rådet for jordbruksforsøk, 47-51.
- " og S. Bø 1972. Forsøk med slåttetid og gjødsling på eng i Nord-Norge 1958-1965. *Forsk. Fors. Landbr.* 23, 405-434.
- Vigerust, E. 1970. Kjemiske jordanalyser til rettleiding for kalking. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 49 (29), 29 s.
- " , Y. Vigerust og B. Rognerud, 1969. Skigardene på Lesja. Resultater av levirkningsforsøk. *Ny Jord* 58 (3), 73-88.
- Vigerust, Y. 1963. Forsøk med ulike mengder og fordeling av kaliumgjødsel til eng. *Statens forsøksgard Fureneset. Meld. nr. 7*, 79-81.
- Vik, K. 1936. Forsøk med engvekster og engdyrking i årene 1920-34. *Meld. Norg. LandbrHøgsk.* 16, 185-308.
- " 1955. Forsøk med engvekster og engdyrking II. *Forsk. Fors. Landbr.* 6, 173-318.
- Vikeland, N. 1954. Forsøk med beiting og håslått på eng i Troms og Finnmark. *Ibid.* 5, 393-409.
- " 1959. Kalkingsforsøk i Troms. *Ibid.* 10, 217-227.
- " 1961. Forsøk med forrådgjødsling med superfosfat til eng. *Ibid.* 12, 431-445.
- " 1962. Kalkingsforsøk i Finnmark. *Ibid.* 13, 417-426.
- Volden, B. 1970. Nyere resultater fra forsøk med nitrogen og kalium til eng i Nordland. *Norden* 74, 226-227.
- " 1974. Gjødsling av eng i Nordland med N,P og K ved en høsting i sesongen. Informasjonsmøter, Hamar 18.-21. febr. 1974. Rådet for jordbruksforsøk, 141-146.

- Witt, N. 1967. Undersøgelser over græsmarkplanternes sukkerindhold. Tidsskr. Planteavl 70, 498-504.
- Ødelien, M. 1944. Gjødslingsforsøk på eng. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 24, 159-228.
- " 1947. Orienterende forsøk med store kunstgjødselmengder til eng på Østlandet. Meld. Norg. LandbrHøgsk. 27, 85-154.
- " 1950. Forsøk med sterk gjødsling til eng på Østlandet 1946-1948. Forsk. Fors. Landbr. 1, 347-420.
- " & L. Hvidsten 1957. Stigende kunstgjødselmengder til eng ved ulike slåttetider. Ibid.8, 241-294.
- Østgård, O. 1962. Slåttetidsforsøk i timoteieng i Troms og Finnmark. Forsk. Fors. Landbr. 13, 1-36.
- " 1970. Stubbehøgder og slåttetider i timoteieng og natureng. Norden 74, 338-340.
- Øyen, J. 1973. Ulik kuttehøyde til ulike grasarter. I: Informasjonsmøter, Hamar 12.-16. februar 1973. Rådet for jordbruksforsk, 107-112.
- Aase, K.S. 1972. Sterk gjødsling - surforkvaliteten. Vestlandsk Landbruk 59, 603-605.
- " 1973. Ulike grasarter ved 3 gongers slått. Vestlands Landbr. 60, 160-163.
- Aasen, I. 1965. Samanhengen mellom gjødsling og kjemisk innhold i beitegras i relasjon til resultatet av nokre gjødslingsforsøk. Inst. for jordkultur, NLH. Stensiltrykk, 8 s.