

Rekommendationer för gödsling och kalkning 2026

JO25:7



Förord

Jordbruksverket tar årligen fram skriften "Rekommendationer för gödsling och kalkning". Syftet är att ge underlag vid planeringen av gödsling och kalkning på den enskilda gården, främst inom konventionell odling. Det är viktigt att planera både i förväg och över tid men också att arbeta med anpassningar under växtodlingssäsongen och efter rådande förhållanden. Rekommendationerna i skriften bygger på resultat från fältförsök, praktisk erfarenhet och på antaganden om priser. De är inte juridiskt bindande. Vi bedömer att de gödslingsgivor och de strategier som vi rekommenderar begränsar risken för förluster av växtnäring.

I årets skrift har vi uppdaterat kväverekommendationer utifrån nya försöksresultat och aktuella priskvoter för spannmål och vall. Schablonvärden för gödselproduktion och växtnäringsinnehåll i stallgödsel är uppdaterade för vissa nötkreatur. En arbetsgrupp i markkarteringsrådet har sett över texten God markkarteringssed i [bilaga 4](#). I alla kapitel har vi gjort mindre språkliga justeringar för att öka läsbarheten.

Arbetet med att ta fram "Rekommendationer för gödsling och kalkning" är en del av verksamheten inom Kunskapsnav miljö och klimat och utförs av Greppa Näringens centrala verksamhet på Jordbruksverket. Data som tas fram i rapporten används som grundläggande underlag i flera av Greppa Näringens beräkningsverktyg och rådgivningsmoduler. Under arbetets gång har vi diskuterat innehållet med forskare och rådgivare och med de organisationer som ingår i Markkarteringsrådet.

Författare

Emelie Andersson, Gunilla Frostgård, Emma Hjelm, Pernilla Kvarmo, Johan Malgeryd och Maria Stenberg.

Redaktör

Emelie Andersson

Layout

8190 AB

Omslagsfoto

Janne Andersson

Innehållsförteckning

1. Behovsanpassad gödsling	5
1.1. Markkartering är en grundförutsättning.....	5
1.2. Gödslingsstrategi efter grödans behov.....	9
1.3. Optimal gödsling gynnar både ekonomi och miljö	12
1.4. Växtnäringsbalanser ger facit på växtnäringseffektiviteten.....	12
2. Gödselmedel	15
2.1. Mineralgödsel	15
2.2. Stallgödsel	17
2.3. Biogödsel.....	35
2.4. Avloppsslam.....	36
2.5. Gödselmedel för ekologisk odling.....	39
3. Spridningsteknik	43
3.1. Spridningstekniken styrs av vilken form gödselmedlet har	43
3.2. Stallgödsel och andra organiska gödselmedel.....	45
3.3. Teknik för att styra gödselgivan.....	49
4. Strategier och riktgivor för kvävegödsling	51
4.1. Kvävets roll i växten och symptom vid brist.....	51
4.2. Målet är att uppnå ekonomiskt optimal kvävegiva.....	51
4.3. Kväverekommendationer och strategier för stråsäd.....	55
4.4. Kväverekommendationer och strategier för oljeväxter	67
4.5. Kväverekommendationer och strategier för slätter- och betesvall samt gräsfrövall...	72
4.6. Kväverekommendationer och strategier för fodermajs.....	84
4.7. Kväverekommendationer för potatis.....	85
4.8. Kväverekommendationer för sockerbetor	86
4.9. Kväverekommendationer och strategier för salix.....	87
4.10. Justera kvävegivan efter förfrukten.....	88
4.11. Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt.....	91
5. Fosfor	93
5.1. Gödsla efter grödans behov och markens fosforinnehåll.....	94
5.2. Rekommenderad fosforgödsling till olika grödor	96
5.3. Strategier för fosforgödsling	100
5.4. Minska risken för fosforförluster.....	104
6. Kalium	108
6.1. Kaliumbrist visar sig oftast på äldre blad.....	108
6.2. Kalium i marken.....	108
6.3. Gödsling med kalium – riktgivor och strategier	109

7. Magnesium, svavel och mikronäringsämnen	114
7.1. Tillgängligheten är mer avgörande än mängden	114
7.2. Magnesium – risk för brist på lätta jordar	115
7.3. Svavel – gödsla i proportion till kväve	117
7.4. Bor – upptaget påverkas av torka	118
7.5. Mangan – tillgänglighet styrs av markens pH och syrehalt	119
7.6. Koppar – förrådet i jorden ökar med stigande lerhalt	121
7.7. Övriga mikronäringsämnen och samspel mellan ämnen	122
8. Kalkning	123
8.1. Kalka för goda odlingsförutsättningar	123
8.2. Kalkning påverkar marken	123
8.3. Flera processer påverkar markens pH-värde	124
8.4. Skördeökning vid kalkning och rekommenderat pH	127
8.5. Provtagning och analys	129
8.6. Olika kalkmängd krävs på olika jordar	129
8.7. Strukturkalk förbättrar lerjordens struktur	132
9. Referenser	135
Personliga meddelanden	145
Bilaga 1	146
Så beräknar du behovet av kvävegödsel	146
Bilaga 2	147
Att tänka på för att få bästa växtnäringsutnyttjande och minimera förlusterna när du sprider stallgödsel på sand- och mojordar	147
Bilaga 3	148
Att tänka på för att få bästa växtnäringsutnyttjande och minimera förlusterna när du sprider stallgödsel på lerjordar	148
Bilaga 4	149
God markkarterings sed (GMS) enligt Markkarteringsrådet	149

1. Behovsanpassad gödsling

För bästa ekonomiska resultat av odlingen behöver du anpassa gödslingen efter grödans behov och skördepotential samt efter markens och årets förutsättningar. Planera utifrån odlingsmål, markkartering, förfrukt och erfarenhet. Anpassa sedan kvävegivan efter årsmån, skördepotential och markens egen kväveleverans.

När du lyckas uppnå ekonomiskt optimum, gödslar du också med största möjliga näringseffektivitet, vilket ger minsta möjliga miljöpåverkan.

För att kunna optimera gödslingen är det viktigt att

- planera gödslingen efter gröda, förfrukt, odlingsmål, erfarenhet och aktuell markkarta. För fosfor och kalium bör planen sträcka sig över hela växtföljden.
- anpassa kvävegödslingen efter årsmån och skördepotential. Att anlägga nollrutor är ett bra sätt att följa kväveleveransen.
- stämma av kort- och långsiktigt genom att göra växtnäringsbalanser på fältnivå och/eller gårdsnivå.
- variera givan inom fältet med hjälp av markkarta och andra hjälpmedel.
- följa grödorna under säsongen och vidta åtgärder vid behov. Exempelvis kan växtanalys visa om mikronäring behöver tillföras.

1.1. Markkartering är en grundförutsättning

Det är viktigt att ha en aktuell markkarta för att kunna behovsanpassa tillförseln av växtnäring och kalk. Med markkartering menar vi jordprovtagning och analys av växtnäring samt pH-värde kopplade till en karta över fälten. Även jordart och mullhalt kan analyseras.

Oftast märker provtagaren ut var provet är taget med hjälp av globalt positioneringssystem (GPS). Då går det att återkomma till samma plats vid en omkartering och se förändringar mellan provtagningarna. Dessutom ger det möjligheter att anpassa gödsling och kalkning inom fältet på ett bättre sätt. Du hittar mer information om markkartering och analyser i God Markkarteringssed i [bilaga 4](#).

1.1.1. Analysera efter dina behov

Beroende på vilken jordart och odlingsinriktning du har, behöver du olika typer av analyser. Viktigast är att bestämma pH-värde samt fosfor (P) och kalium (K). Lättlösligt magnesium (Mg) och kalcium (Ca) kan analyseras i samma extrakt som fosfor och kalium. Om du får dessa analyser utan extra kostnad, bör du även göra dem på alla prover.

På lätta jordar, på mulljordar och på jordar där det kan finnas risk för brist på koppar (Cu), bör du även beställa analys av detta ämne. Om du ska beräkna kalkbehovet behöver du analysera lerhalt och mullhalt samt pH. Lerhalten är oförändrad över tid, så den analysen

behöver du bara göra vid ett tillfälle. Lerhalt, mullhalt och pH kan också ge vägledning om växttillgänglighet av olika näringsämnen och eventuella risker för brister.

För att bestämma markens innehåll av löslig fosfor, kalium, magnesium och kalcium använder laboratorerna en lösning med ammoniumlaktat-acetat (AL), medan de använder en lösning med saltsyra (HCl) för att bestämma det svårslösliga förrådet.

Gödslingsrekommendationerna för fosfor ([kapitel 5](#)) grundar sig på jordens innehåll av löslig fosfor, P-AL. Rekommendationerna för kalium ([kapitel 6](#)) grundar sig på både K-AL och K-HCl. K-HCl ger värdefull information om jordens långsiktiga leverans av kalium. Jordarnas förråd av kalium kan också bedömas utifrån lerhalten. Lätta jordar har ett litet kaliumförråd medan styva lerjordar oftast har ett större kaliumförråd.

Jordens innehåll av löslig fosfor (P-AL) delas in i sex klasser ([tabell 33](#)), medan innehållet av kalium delas in i fem klasser ([tabell 38](#)).



Bild 1. För att ta ut jordprover vid markkartering kan man använda en jordborr som är monterad på en fyrhjuling. Det är bra att fastställa provplatsernas positioner med GPS.
Foto: Magnus Westöö.

1.1.2. Täck in variationen inom fälten

Det är viktigt att täcka in så mycket som möjligt av variationen inom fälten i markkarteringen. Det är nödvändigt för att kunna anpassa gödsling och kalkning efter ett varierande behov och för att få ett rättvisande medelvärde. Det vanligaste sättet är att ta ett prov per hektar i ett regelbundet rutnät över fälten. På så vis får du god geografisk täckning.

Ibland kan variationen inom fält göra att ett regelbundet rutnät missar övergångar till exempel i jordart. Dessutom kan prover hamna på fläckar som inte är representativa. Då kan du flytta enskilda provpunkter i rutnätet eller lägga till nya punkter för att få med variationen (Wetterlind m.fl., 2018). Som stöd för ny provplacering kan du till exempel använda mätningar med marksensorer, variationer i grödan som syns på satellitbilder eller skördekartor, jordartsinformation från gamla karteringar eller [digitala åkermarkskartan](#).

Hur tätt du behöver ta prov beror på hur stor variation du har inom fältet och hur du har tänkt använda analyserna. Ett prov per hektar ger en bild av den övergripande variationen inom fältet och fungerar generellt bättre som underlag för precisionsstyrning av växtnäring och kalk än ett medelvärde för fältet (Söderström, 2008). Om du har stor variation inom fältet eller om du vill fånga en mer detaljerad variation i jordart och näringsämnen är det bra att ta två prov per hektar. Fler prov ger säkrare kartor vid en interpolation (Söderström, 2010).

1.1.3. Gödsling och kalkning kan påverka analysresultaten

Du ska provta tidigast en månad efter senaste gödsling och tidigast ett år efter kalkning för att vara säker på att utförd gödsling eller kalkning inte påverkar analyserna.

Vill du se trender mellan olika karteringsomgångar är det viktigt att du tar proverna på samma plats i växtföljden. Du bör sträva efter att ta proverna vid samma årstid, under liknande fuktförhållanden i marken och ungefär lika lång tid efter senaste stora gödselgivan. Det är svårt att pricka helt rätt. När du tolkar analysen är det viktigt att du är medveten om var i växtföljden du tog proverna och när du tillförde större gödselgivor eller kalkade senast.

Höga givor av framför allt organiska gödselmedel påverkar analyserna. Stora givor av fosfor, till exempel 100 kg P per hektar, höjer P-AL tillfälligt och det kan vara förhöjt under ett antal år efter givan (Ringdahl, 2018). Ett exempel på betydelsen av när i växtföljden provtagningen görs är att värdena från en K-AL-analys i vall blir väldigt olika om man tar provet före första vallåret eller efter andra vallåret (Gruvaeus, 1989). Läs mer om kaliumgödsling till vall i [kapitel 6](#).

1.1.4. Markkartera med fem till femton års mellanrum

Normalt bör du markkartera med fem till femton års mellanrum. Om du söker stöd för precisionsjordbruk – planering får markkarteringen dock inte vara äldre än 10 år. Läs mer om markkartering i [bilaga 4](#) och om villkor i stöd på [jordbruksverket.se](#).

Kortare intervall kan vara aktuellt om du odlar specialgrödor med stort näringsbehov som potatis och sockerbetor, eller om det finns stort kalkbehov. På lättare jordar med lägre buffringsförmåga kan du förvänta dig snabbare förändringar av till exempel pH och

kalium. Därför kan det vara aktuellt med kortare intervall mellan markkarteringarna på lätta jordar. Det gäller även på gårdar med tillförsel av stora mängder organiska gödselmedel och vid intensiv vallodling utan regelbundna uppföljningar med växtnäringsbalanser. Vid kortare tidsintervall mellan provtagningarna kan du snabbare avgöra om markens växtnäringsinnehåll ökar, minskar eller ligger kvar på oförändrad nivå.

Längre intervall kan vara aktuellt om du har jämna jordarter, inget behov av kalkning och endast tillför mineralgödsel. Likaså om du tillför måttliga givor av organiska gödselmedel samt om du gör regelbundna växtnäringsbalanser för fosfor och kalium eller uppföljningskarteringar. Om den första uppföljande karteringen visar förväntade resultat utifrån gödsling och skörd och om du fortsätter att följa gödslingsråden, kan du också vänta längre med nästa kartering.



Bild 2. Med markkartan som underlag kan du planera tillförseln av växtnäring och kalk till varje gröda samt över växtföljden. Du kan också använda markkartan som grund om du vill variera mängden gödsel eller kalk inom fältet. Färgmarkeringarna på markkartan visar interpolerade värden mellan provpunkterna, i detta fall pH. Foto: Hushållningssällskapet.

1.2. Gödslingsstrategi efter grödans behov

Ett viktigt mål med gödslingen är uppnå högsta möjliga effektivitet av den växtnäring du tillför. Genom att anpassa gödslingen efter på hur mycket som förs bort med skörden samt fältets leverans av olika näringsämnen, ökar du gödslingseffektiviteten.

1.2.1. Bortförsel med grödan

Mängden växtnäring som förs bort från fältet beror på skördens storlek och näringsinnehåll. [Tabell 1](#) visar exempel på bortförsel av växtnäring med några olika grödor vid en angiven skördenivå och normala halter av kväve, fosfor och kalium.

I stråsådens halm och rötter finns cirka 40 % av grödans totala kväveinnehåll. Av det totala näringsinnehållet i en vallgröda finns ungefär en tredjedel i rotsystemet. Brukar du ner halm och blast återgår en stor del av växtnäringen direkt till jorden. Om du använder skörde-resterna som strö eller foder till egna djur kommer merparten av näringen återföras med stallgödseln.

Tabell 1. Ungefärlig mängd kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i några olika grödor och skördeprodukter.

Gröda	Skörd ton/ha	Kg/ha		
		N	P	K
Fodervete, kärna, 11 % protein	6	90	19	26
Brödvete, kärna, 12 % protein	7	127	22	30
Korn, kärna	5	80	17	22
Stråsådeshalm	4	30	4	40
Oljeväxter	3,5	108	24	32
Ärter	3,5	123	13	35
Potatis, knölar	40	140	20	200
Vall, klövergräsensilage	6 (ts)	140	16	130
Sockerbetor, betor	65	130	26	90
Sockerbetor, blast	30	133	15	170

1.2.2. Gödslingsstrategi för fosfor och kalium

För fosfor och kalium kan du välja gödslingsstrategi utifrån markvärden och vilka grödor du odlar i växtföljden. Låt den mest krävande grödan bestämma vilket innehåll av fosfor och kalium som ska bibehållas. Markkartan och grödornas behov ger vägledning för om du bör förbättra markens näringsstatus över tid eller om du kan tära på förrådet.

Om du till exempel odlar grödor som är känsliga för låga fosforvärden bör du sträva efter att bibehålla högre fosfortal än om du odlar grödor som inte kräver lika mycket fosfor. Läs mer om strategier för gödsling med fosfor och kalium i [kapitel 5](#) och [6](#).

Genom att göra en växtnäringsbalans på gårdsnivå eller på fältnivå över hela växtföljden, kan du få information om huruvida markens fosfor och kaliuminnehåll ökar eller minskar över tid. Då har du också möjlighet att gödsla mer till de grödor som svarar mest på gödningen och mindre till de grödor i växtföljden som inte ger samma utbyte det enskilda året.

Du ska också fundera över om du vill använda sammansatta gödselmedel eller om det är lämpligare att använda enkla gödselmedel:

- Om fälten har ett ojämnt innehåll av fosfor och kalium och du vill jämna ut nivåerna är det lämpligt att precisionsgödsla med dessa näringsämnen ett i taget.
- Har du jämna fält och vill kombiså är det lämpligt att använda ett sammansatt gödselmedel som exempelvis en NPKS-produkt. Då sparar du dessutom körningar.

Använder du organiska gödselmedel ska dessa utgöra en grund och vid behov kompletteras med mineralgödsel.



Bild 3. Vid behov kan du komplettera organiska gödselmedel med mineralgödsel.
Foto: Mårten Svensson.

1.2.3. Kvävestrategin ska möjliggöra årsmånsanpassning

Skördepotential och odlingsmål avgör varje grödas totala kvävebehov. Detta behov kan tillgodoses genom gödsling, men också genom markens egen leverans av kväve.

Eftersom markens kväveleverans (restkväve från året innan, förfruktseffekter samt mineralisering av kväve) varierar mycket beroende på årsmånen, måste du anpassa gödslingen nog efter varje enskilt års förutsättningar.

För att kunna anpassa mängden kväve till årets förutsättningar och för att minska riskerna för förluster bör du planera för två eller flera kvävegivor till de flesta grödor. Genom att lägga lite mindre kväve än genomsnittliga behovet till stråsåden inför stråskjutningen, möjliggör du anpassning efter totala behovet. Skulle årets skördepotential vara låg eller markens egen kväveleverans vara hög, behöver du kanske inte komplettera med mer kväve. Men om det visar sig att grödan har hög potential eller om markens mineralisering är låg, kompletterar du med mer kväve.

Du kan skapa dig en god uppfattning om markens kväveleverans för ett enskilt år genom att anlägga noll- och maxrutor:

- En **nollruta** är en jämförelseyta på fältet som inte är kvävegödslad. Rutan skapar du enkelt genom att lägga en presenning över grödan före varje gödslingstillfälle. Vid kombisådd kan du stänga gödslingsutmatningen på ett par meter. Du kan uppskatta kväveupptaget i nollrutan på flera sätt. Mest exakt resultat får du om du har möjlighet att mäta med en kvävesensor. Även genom att titta på grödans färg eller mäta strårlängden kan du bilda dig en uppfattning. Om du jämför nollrutans upptag med omkringliggande normalgödslad gröda ser du skillnaden i kväveupptag och förstår om markens kväveleverans är stor eller liten. Detta kan vara en god hjälp när resterande kvävebehov ska bestämmas.
- Förutom nollrutan kan du också anlägga en så kallad **maxruta**. I maxrutan lägger du på extra kväve utöver normal kvävegödsling, så att du är säker på att grödan inte lider av kvävebrist. Bedöm grödan i maxrutorna på samma sätt som i nollrutorna och jämför med omkringliggande gröda. Om maxrutorna är betydligt frodigare än omkringliggande gröda vid tidpunkten för axgång eller senare, kan det indikera att komplettering behövs. Är det ingen skillnad jämfört med grödan utanför maxrutan kan det visa på att det är annat än kväve som är begränsande för kväveupptaget, till exempel om det är brist på vatten.

Det finns också andra hjälpmedel att använda för att bestämma fältets genomsnittliga kvävebehov ett enskilt år. N-Testern mäter klorofyllkoncentrationen i bladen och visar om grödans kvävebehov är tillfredsställt. Nitratstickor visar nitrathalten i växtsaften vid stråbasen. Detta kan vara en viktig information till exempel vid torka, när du behöver veta om kväveupptaget är i gång eller om det kan finnas outnyttjat kväve kvar i marken.

Kvävegödslingsbehovet varierar också inom samma fält. För att variera kvävegivan över fältet kan du använda till exempel CropSAT eller andra verktyg baserade på satellitbilder för att göra styrfiler. Läs mer om teknik för att styra kvävet i [kapitel 3](#).

1.3. Optimal gödsling gynnar både ekonomi och miljö

Störst skördeökning per kilo kväve får du vid låga och måttliga kvävegivor. Kväveutnyttjandet sjunker om du gödslar över ekonomiskt optimum. Samtidigt ökar risken för stora restkvävemängder i marken efter skörd och det ökar i sin tur risken för förluster genom utlakning eller lustgasavgång från marken. Även risken för liggsäd ökar vid överoptimal kvävegödsling, framförallt vid hög kvävetillgång tidigt under säsongen. Med hänsyn till ekonomi, resurshushållning och miljö bör du därför undvika att gödsla mer än den ekonomiskt optimala givan.

Kväveutlakningen ökade betydligt från försöksfält med havre då gödningen överskred den optimala givan enligt en undersökning av Delin & Stenberg (2012). Men så länge varje extra kilo kväve gav minst 10 kg högre skörd ökade utlakningen obetydligt. Detta stämmer relativt väl med ekonomiskt optimal gödsling. Blir skördeökningen mindre än 10 kg per extra kg kväve så ökar kväveutlakningen för varje ytterligare kilo kväve som tillförs.

Kväveförsök i höstvetete har visat att restkvävemängden i marken efter skörd ökar först efter det att mängden tillförd kväve överstiger ekonomiskt optimum (Gruvaeus & Carlsson, 2024).



Bild 4. Om du gödslar mer än optimum minskar kväveutnyttjandet samtidigt som risken för kväveförluster ökar. I värsta fall kan liggsäd förstöra skörden. Foto: Hans Jonsson.

1.4. Växtnäringsbalanser ger facit på växtnärings effektiviteten

En växtnäringsbalans gör du genom att räkna på skillnaden mellan tillförd och bortförd växtnärings. Detta kan göras på olika nivåer och för kortare och längre tid. Du kan räkna på kväve, fosfor och kalium, eller andra växtnäringsämnen. För att kunna jämföra olika balanser eller överskott måste de vara gjorda på samma sätt. Det går inte att jämföra en balans för ett fält med en balans för hela gården.

Gårdsbalans

Du kan räkna på hela gården för att få koll på de totala flödena av växtnäring. På plussidan räknar du allt som förts in på gården, dvs inköp av foder, gödsel, och levande djur samt atmosfäriskt nedfall och fixering via baljväxter. Från denna summa drar du sedan bort det du bortför, det vill säga all näring som lämnar gården i växt- och djurprodukter samt stallgödsel. Du kan själv göra en växtnäringsbalans på Greppa Näringens webbsida greppa.nu, under Mina sidor.

Inom Greppa Näringen har vi sammanställt ett stort antal växtnäringsbalanser på gårdsnivå från gårdar med olika driftsinriktningar, vilket gör att vi har ett gediget referensmaterial (Hjelm m fl, 2021). Det finns stora skillnader i växtnäringsutnyttjande mellan olika produktionsinriktningar men även mellan enskilda gårdar. Genom Greppa Näringens rådgivning kan du få hjälp att analysera din växtnäringsbalans och få tips om olika åtgärder. Om du har ett stort växtnäringsöverskott, kan du få råd om hur du kan minska överskottet och utnyttja växtnäringen på ett mer effektivt sätt.

Fältbalans

När du gör en fältbalans räknar du på tillförsel och bortförsl för ett visst fält. För fosfor och kalium kan du relatera balansen till markkartan och din odlingsinriktning. Då får du en indikation på fosfor och kaliumtillståndens utveckling mellan markkarteringstillfällena. Du kan läsa mer om fosfor och kalium i [kapitel 5](#) och [6](#). Om du tillför stallgödsel får du normalt ett högre kväveöverskott i fältbalansen än om du enbart använder mineralgödsel eftersom det organiska kvävet i stallgödsel inte har omedelbar effekt.

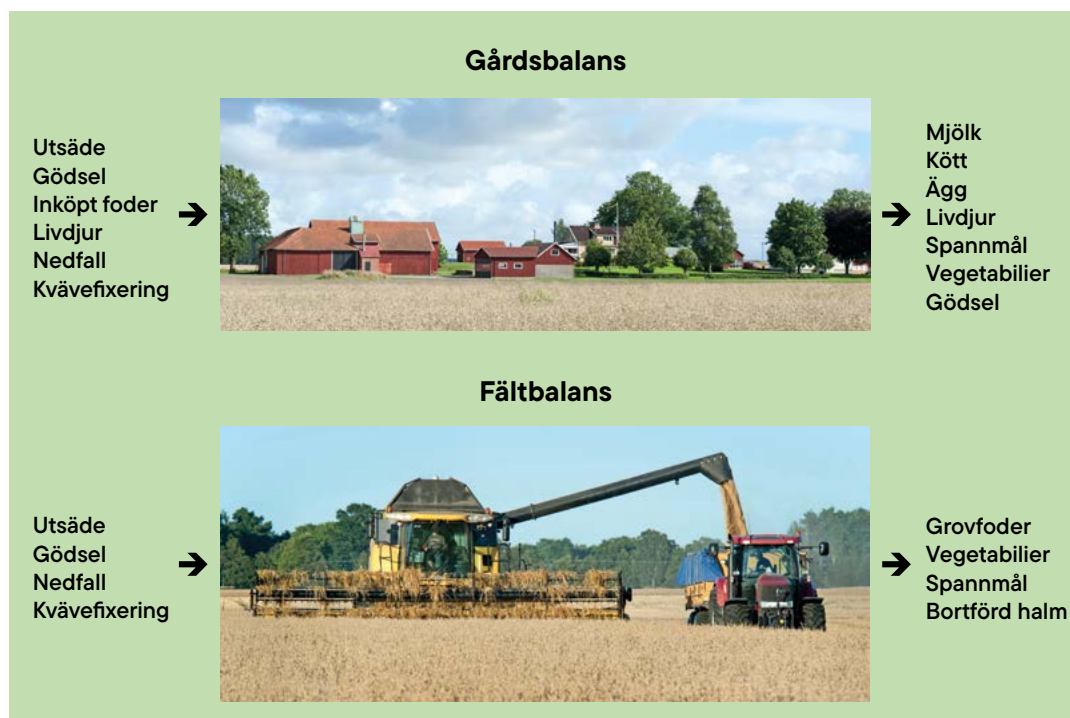


Bild 5. Med en växtnäringsbalans på gårdsnivå kan du se hur effektivt du använder växtnäringen på hela gården. En balans på fältnivå visar växtnärings effektiviteten på varje fält. Den kan också, om den följs upp över tid, visa hur markens status av fosfor och kalium utvecklas på sikt på varje enskilt fält. Foto: Janne Andersson.

1.4.1. Gör en växtodlingsplan

Genom att dokumentera planerad tillförsel av växnäring och kalk i en växtodlingsplan som uppdateras efter eventuella justeringar samt skördenivåer, kan du hålla koll på tillförda mängder på längre sikt. Om du markkarterar regelbundet och gör växnäringsbalanser ser du tydligt skillnaden mellan tillförsel och bortförsel. På lång sikt kan det leda mot önskat växnäringsstillstånd.

Ligger din gård inom nitratkänsligt område enligt Jordbruksverkets föreskrift om miljöhänsyn i jordbruket, SJVFS 2004:62, behöver du dokumentera hur du har beräknat grödornas kvävebehov utifrån förväntad skörd och riktgiva för respektive gröda, se [bilaga 1](#). Du behöver också ta hänsyn till stallgödselets långsiktiga kväveeffekt, förfruktseffekt från föregående gröda, om du odlar på mulljord och hur mycket kväve som kommer från stallgödsel och andra organiska gödselmedel. Oftast kan du ange dessa uppgifter i ett växtodlingsprogram, exempelvis Vera. Har du inte tillgång till ett program behöver du dokumentera uppgifterna enligt [bilaga 1](#) på annat sätt.

2. Gödselmedel

2.1. Mineralgödsel

2.1.1. Kvävegödselmedel med olika egenskaper

Enkla kvävegödselmedel, som ofta även innehåller svavel, innehåller vanligtvis kväve i form av ammoniumnitrat, som består av lika delar ammonium- och nitratkväve. Exempel på sådana produkter är **NS 27-3** och **NS 27-4** (Axan). N34 består också av ammoniumnitrat men innehåller inte svavel (S) och används i mindre omfattning.

Nitratkväve löser sig i markvätskan och kan därför lätt transporteras till växtrötterna. Ammoniumkvävet däremot kan fastläggas i marken och måste omvandlas till nitrat innan det kan transporteras.

Kalksalpeter (N15,5) innehåller bara nitratkväve. Produkten är löslig och kan snabbt transporteras till rötterna. Den har också en säkrare effekt vid torr väderlek. Kalksalpeter används främst för kompletteringsgödsling.

Urea (N46) är det mest använda kvävegödselmedlet i världen. I norra Europa används det dock inte i någon större utsträckning eftersom effekten är långsammare. Urea måste omvandlas i flera steg innan växterna kan ta upp kvävet.

Andra kväveprodukter som används i mindre omfattning är **ammonsulfat** och **Sulfammo 22**. Ammonsulfat (NS 21-24) innehåller enbart ammoniumkväve, medan Sulfammo 22 innehåller både ammonium- och ureakväve.



Bild 6. Det vanligaste kvävegödselmedlet är ammoniumnitrat. Foto: Märten Svensson.

Flytande gödselmedel används sällan i Sverige. **NS 30-7** och flytande **NS 27-3** är två exempel. Flytande NS 27-3 innehåller även ammoniumtiosulfat. Tiosulfatdelen bromsar upp omvandlingen från urea till ammoniumkväve. NS 30-7 är en blandning av ammoniumnitrat och ammonsulfat.

I försöksserien L3-2300 (2016-2018) jämfördes effekten av olika kvävegödselmedel. Resultaten visar att kvävebehovet för att nå samma kväveskörd är ungefär lika stort för NS 27-4, N34 och urea. För kalksalpeter behövdes mindre kväve jämfört med Axan för att nå samma kväveskörd, för sulfammo något mer och för flytande NS 27-3 ytterligare mer (Jönsson & Hansson, 2018).

Äldre försök visar att urea ger sämre kväveeffekt i höstsäd jämfört med gödselmedel baserade på ammoniumnitrat. I vårsäd, där gödseln myllas ner, är effekten däremot likvärdig.

Olika kvävegödselmedel påverkar markens pH-värde på olika sätt. Läs mer om det i [kapitel 8.2](#).

2.1.2. Sammansatta gödselmedel beroende på ändamål

NPK-gödselmedel, som ofta även innehåller svavel, används till många olika grödor.

För vårsådda grödor är det bra att kombiså med en NPK-produkt som är anpassad efter grödans behov och markens innehåll av fosfor och kalium. Ofta grundgödslar man med NPK och kompletterar senare med kvävegödsel.

Även höstsådda grödor kan få NPK-gödsel, antingen vid sådd eller vid första gödslings-tillfället på våren. Höstgödsling med NPK rekommenderas främst till höstoljeväxter. Stråsåden behöver mindre kväve på hösten och klarar sig ofta utan mineralgödselkväve.

Det finns också mer skräddarsydda NPK-produkter med tillsats av natrium (Na), magnesium (Mg) och/eller mikronäringsämnen. Dessa används främst till oljeväxter, sockerbetor och frilandsgroänsaker.

Om marken har lågt innehåll av fosfor och kalium rekommenderas höstgödsling med dessa ämnen till höstsäd. Exempel på gödselmedel är **P20**, **PK 11–21** och **NP 12–23 (MAP)**. NP 12–23 används också som startgiva till majs på våren.

Enkla kaliumgödselmedel, till exempel kaliumklorid, är främst aktuella i situationer där du inte kan trygga kaliumtillgången i marken på annat sätt. Läs mer om kalium i [kapitel 6](#).

2.1.3. Välj gödselmedel med låg klimatpåverkan

En stor del av klimatavtrycket från växtodlingen kommer från användningen av mineralgödsel. Klimatavtrycket beror både på emissioner av lustgas som sker efter gödsling med kväve, och på utsläppen som sker vid tillverkningen av kvävegödselmedel. Du kan minska klimatpåverkan genom att välja produkter som är tillverkade med bästa möjliga teknik (BAT – Best Available Technique). Klimatavtrycket från olika gödselmedel uttrycks som kg koldioxidekvivalenter per kg kväve (kg CO₂e/kg N).

Många kvävegödselmedel har fått halverat klimatavtryck de senaste åren. Vissa tillverkare använder dock fortfarande äldre teknik som ger stora utsläpp av växthusgaser. Om du väljer gödselmedel som är tillverkade i Europa får du produkter som tillverkats med modern reningsteknik.

Nästa steg för att minska klimatpåverkan är att tillverka kvävegödsel med fossilfri energi. 2023 kom de första leveranserna till svensk marknad.

2.1.4. Regler för spridning av mineralgödsel

Reglerna för gödselspridning i Sverige bygger till stor del på EU:s nitratdirektiv. Du kan läsa mer om nitratdirektivet, känsliga områden och regler för stallgödsel och andra organiska gödselmedel i [avsnitt 2.2.4](#). I Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring SJVFS 2004:62 (Jordbruksverket, 2004) finns några regler som gäller gödselmedel generellt och en som omfattar enbart mineralgödsel också.

2.1.4.1. Känsliga områden – sprid inte gödsel för nära sjöar och vattendrag och anpassa kvävegivan till grödans behov

Vidare får gödselmedel inte spridas närmare än två meter från fältkant som gränsar till vattendrag eller sjö eller på jordbruksmark som gränsar till vattendrag eller sjö och där markens lutning mot vattnet överskrider 10 %.

Inom känsliga områden får inga gödselmedel spridas under perioden 1 november – 28 februari. Gödselmedel får heller inte spridas på vattenmättad, översvämmad, snötäckt eller frusen mark.

Tillförseln av kväve via gödselmedel ska anpassas så att den inte överstiger grödans behov med hänsyn till förväntad skördenivå och kväveleverans från marken på växtplatsen. På jordbruksföretag ska verksamhetsutövaren kunna visa hur behovet av gödselkväve för den förväntade skördenivån har beräknats. Beräkningen ska sparas och kunna visas upp för tillsynsmyndigheten vid behov.

Krav på att anpassa kvävegivan till grödans behov gäller även vid höstsådd. Inom känsliga områden ska den mängd lättillgängligt kväve som tillförs inför höstsådd anpassas till grödornas behov på hösten. Du får tillföra högst 60 kg lättillgängligt kväve per hektar inför höstsådd av oljeväxter och högst 30 kg lättillgängligt kväve per hektar inför höstsådd av övriga grödor.

2.1.4.2. Hela landet – bruka ned inom 4 timmar

Om du sprider mineralgödsel som innehåller urea på obevuxen mark måste du mylla eller bruka ner den inom 4 timmar.

2.2. Stallgödsel

Stallgödsel består av träck, urin, vatten, foderrester och strömedel i olika proportioner. Grovt brukar man dela in stallgödseln i urin, flyt-, klet-, fast- och djupströgödsel beroende på konsistens och hanteringsegenskaper ([tabell 2](#)).

Fjäderfärgödsel har annorlunda egenskaper jämfört med annan stallgödsel. Värdena i [tabell 2](#) kan därför inte tillämpas på fjäderfärgödsel. Bland annat krävs det betydligt högre ts-halt för att den ska kunna staplas till angiven höjd. Volymvikten är också högre. Eftersom fåglar utsöndrar en stor del av kvävet som urinsyra är andelen ammoniumkväve liten i fårskötsel och gödsel som lagrats torrt, men den ökar om gödseln fuktas upp.

Tabell 2. Egenskaper hos olika typer av stallgödsel. Värdena i tabellen kan inte tillämpas på fjäderfägödsel.

Gödselslag	Ts-halt (%)	pH-värde	Andel NH ₄ -N (%) ^{a)}	Ungefärlig C/N-kvot	Volymvikt (kg/m ³)	Hanterings-egenskaper
Urin	1–5	7,5–9	90	2	1 000	Pumpbar
Flytgödsel	3–12	6,5–8	50–70	<10	1 000	Pumpbar
Kletgödsel	12–16	7–8,5	40–50	12	900	Flyter ut
Kletgödsel	15–20	7–8,5	40–50	15	900	Inte helt stapelbar
Fastgödsel	18–25	7,5–9	25	20	750	Kan staplas >1 m
Djupströgödsel	>25	7,5–9	10	30	500	Kan staplas >2 m

a) Andelen ammoniumkväve i procent av totalt kväveinnehåll. Där det finns ett intervall avser den lägre siffran nötgödsel och den högre grisgödsel.

2.2.1. Räkna ut behovet av lagringskapacitet

I förordningen om miljöhänsyn i jordbruket (SFS 1998:915) finns det krav på minsta lagringskapacitet för stallgödsel beroende på djurslag, storlek på djurhållningen och var i landet verksamheten bedrivs. Hur mycket gödsel som produceras och gödselns egenskaper varierar beroende på djurslag men påverkas också av andra faktorer som foderstat, inhysningssystem, gödselhantering, mängd och typ av strömedel och intensitet i produktionen.



Bild 7. Hur mycket gödsel som produceras och vad den innehåller varierar beroende på djurslag, foderstat, strömedel och gödselhantering. Foto: Janne Andersson.

I [tabell 3](#) hittar du normtal för hur mycket gödsel som produceras från olika djur. Motsvarande tabell finns också i bilaga 7 till Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (SJVFS 2004:62).

En ny version av föreskriften där bland annat schablonvärdena är uppdaterade kommer att träd i kraft vid årsskiftet 2026/2027. Av olika skäl kan tabellerna i föreskrifterna och denna skrift och schablonvärdena i beräkningsprogrammet Vera inte alltid uppdateras samtidigt, men ambitionen är att de ska vara synkroniserade. Du kan använda tabellvärdena för att räkna fram behovet av lagringskapacitet, men i praktiken kan gödselmängden variera både uppåt och neråt. För flytgödsel och urin kan även en liten förändring i ts-halt ha stor inverkan på gödselvolymen. Var uppmärksam på det när du beräknar behovet av lagringskapacitet. I beräkningsprogrammet Vera går det att göra mer gårdsanpassade beräkningar. Mer information om Vera hittar du på greppa.nu/vera.

Så beräknas schablonvärdena

När vi har räknat fram schablonvärdena för gödselproduktion och behov av lagringskapacitet har vi summerat träck- och urinproduktion, strötillsats, vattenspill, tvättvatten och vattentillskott via nederbörd. Vi har också tagit hänsyn till omsättningsförluster vid lagring av fast- och djupströgödsel. När vi har räknat fram fördelningen av torrsubstans (ts), kväve, fosfor och kalium mellan fastgödsel och urin har vi för mjölkkor och andra nötkreatur räknat med att 25 % av urinen sugas upp av ströet och hamnar i fastgödseln medan resten hamnar i urinbehållaren. För kletgödsel har vi räknat med att andelen urin som sugas upp är 50 %.

Regnvatten påverkar gödselvolymen

I schablonvärdena ingår ett vattentillskott via nederbörd på 300 mm (halva årsmedel-nederbörden). I en 3 meter djup flytgödsel- eller urinbehållare motsvarar det en utspädning av gödseln med 10 %. Tillskottet via dräneringsvatten från gödselplatta som leds till urin- eller flytgödselbehållaren baseras på antagandet att den fasta gödseln lagras till 1 meters höjd, det vill säga att plattan är lika många kvadratmeter stor som lagringsbehovet för fastgödseln i kubikmeter. Tak över behållaren minskar behovet av lagringskapacitet med cirka 10 % för flytgödsel och 5 % för urin. I ett fastgödselsystem minskar tak över gödselplattan behovet av lagringskapacitet i urinbrunnen med cirka 40 % för nöt och 20 % för gris.

Gödselns torrsubstanshalt påverkar behovet av lagringskapacitet

Hur stort behovet av lagringskapacitet är beror till stor del på gödselns torrsubstanshalt. För fasta gödselslag har också volymvikten och omsättningsförlusterna vid lagring stor betydelse. Baserat på gödselanalyser har vi antagit rimliga ts-halter för respektive djur- och gödselslag och på så sätt standardiserat mängden gödsel som varje djurkategori producerar.

Tabell 3 visar normtal för producerad mängd gödsel för olika djurslag och lagringstider. För mjölkkor tillkommer 200–450 liter diskvatten per ko och månad. Den större vattenmängden gäller för stallar med mjölkkningsrobot. Mängden diskvatten kan dock variera beroende på fabrikat och hur robotarna är installerade.

Tabell 3. Normalt för producerad mängd gödsel (inklusive normal strömängd och nederbörd) för olika djurslag och lagringstider. Värdena för fast- och djupströgödsel avser nettomängder efter omsättningsförluster.

Djurslag	Producerad mängd gödsel per djurplats och år vid olika lagringstid (m ³)															
	Flytgödsel ^{a)}				Fastgödsel ^{b)}				Urin + gödselvatten				Djupströgödsel ^{c)}			
	Lagringstid (antal månader)		Lagringstid (antal månader)		Lagringstid (antal månader)		Lagringstid (antal månader)		Lagringstid (antal månader)		Lagringstid (antal månader)		Lagringstid (antal månader)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
Nöt																
Mjölkkko, 8 000 kg ECM ^{d)} /år	14,5	19,4	24,2	29,1	7,1	9,5	11,9	14,3	4,4	5,9	7,3	8,8	14,4	19,2	23,9	28,7
Mjölkkko, 10 000 kg ECM ^{d)} /år	14,8	19,7	24,6	29,5	7,2	9,6	12,0	14,4	4,5	6,0	7,5	9,0	14,6	19,5	24,4	29,3
Mjölkkko, 12 000 kg ECM ^{d)} /år	16,6	22,1	27,6	33,1	8,0	10,7	13,4	16,1	5,1	6,8	8,5	10,2	15,3	20,3	25,4	30,5
Diko inkl. kalv upp till 6 mån ^{e)}	7,5	9,9	12,4	14,9	4,0	5,3	6,6	7,9	2,8	3,8	4,7	5,7	4,9	6,5	8,2	9,8
Mellankalv, 2–8 mån, 2,0 omg/år	4,1	5,5	6,8	8,2	2,3	3,1	3,9	4,7	1,6	2,1	2,6	3,2	3,8	5,1	6,3	7,6
Kviga mjölkras <1 år, 2–12 mån, 1,0 omg/år	2,7	3,7	4,6	5,5	1,6	2,1	2,6	3,1	1,0	1,4	1,7	2,1	2,0	2,6	3,3	4,0
Kviga mjölkras >1 år, 12–24 mån, 1,0 omg/år	5,4	7,2	9,0	10,8	2,9	3,8	4,8	5,7	2,2	2,9	3,6	4,4	4,0	5,3	6,6	7,9
Intensiv tjur mjölkras, 2–16 mån, 0,86 omg/år	4,7	6,2	7,8	9,4	2,6	3,5	4,4	5,3	1,8	2,4	3,0	3,6	5,4	7,2	8,9	10,7
Extensiv tjur mjölkras, 2–20 mån, 0,67 omg/år	5,3	7,1	8,9	10,6	3,0	4,0	4,9	5,9	2,0	2,6	3,3	4,0	5,1	6,8	8,5	10,2
Stut mjölkras, 2–24 mån, 0,55 omg/år	5,1	6,9	8,6	10,3	2,7	3,7	4,6	5,5	2,1	2,8	3,5	4,2	3,8	5,1	6,4	7,7
Rekryteringskviga köttras 6–18 mån, 1,0 omg/år ^{e)}	4,7	6,2	7,8	9,3	2,5	3,3	4,1	5,0	1,9	2,5	3,2	3,8	3,3	4,4	5,4	6,5
Slaktkviga lätt köttras 6–22 mån, 0,75 omg/år	5,6	7,5	9,3	11,2	3,0	4,0	5,0	6,0	2,2	3,0	3,7	4,5	4,3	5,7	7,2	8,6
Intensiv tjur lätt köttras, 6–13 mån, 1,0 omg/år	5,2	6,1	6,2	6,3	3,0	3,5	3,5	3,5	1,6	1,9	2,1	2,3	6,0	7,0	7,0	7,0
Extensiv tjur lätt köttras, 6–18 mån, 1,0 omg/år	6,1	8,2	10,2	12,2	3,4	4,5	5,6	6,7	2,2	3,0	3,7	4,5	6,2	8,3	10,3	12,4
Stut lätt köttras, 6–22 mån, 0,75 omg/år	6,7	8,9	11,1	13,4	3,5	4,7	5,9	7,0	2,7	3,6	4,5	5,4	5,3	7,0	8,8	10,5
Slaktkviga tung köttras 6–18 mån, 1,0 omg/år	6,1	8,1	10,2	12,2	3,2	4,3	5,3	6,4	2,6	3,4	4,3	5,1	4,3	5,7	7,1	8,6
Intensiv tjur tung köttras, 6–13 mån, 1,0 omg/år	6,0	7,0	7,1	7,3	3,4	4,0	4,0	4,0	1,9	2,3	2,5	2,7	7,1	8,2	8,2	8,2
Extensiv tjur tung köttras, 6–18 mån, 1,0 omg/år	6,7	9,0	11,2	13,5	3,7	4,9	6,1	7,4	2,5	3,3	4,1	5,0	7,0	9,3	11,6	13,9
Stut tung köttras, 6–18 mån, 1,0 omg/år	7,2	9,5	11,9	14,3	3,7	4,9	6,2	7,4	3,0	4,0	5,0	6,0	5,1	6,8	8,5	10,1

Djurslag	Producerad mängd gödsel per djurplats och år vid olika lagringstid (m ³)															
	Flytgödsel ^{a)}				Fastgödsel ^{b)}				Urin + gödselvatten				Djupströgödsel ^{c)}			
	Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
Gris																
Sugga i produktion, 2,2 omg/år	4,7	6,3	7,8	9,4	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,9	5,9	2,6	3,5	4,3	5,2
Digivande sugga (inkl. 10,7 smågrisar till 10 kg per omgång), 8,7 omg/år	5,5	7,3	9,2	11,0	1,9	2,5	3,1	3,7	3,1	4,2	5,2	6,3	2,7	3,7	4,6	5,5
Sinsugga, 6,5 omg/år	1,7	2,3	2,8	3,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,1	1,5	1,9	2,3	1,4	1,9	2,4	2,9
Slaktgris 3,0 omg/år	1,6	2,1	2,6	3,1	0,4	0,5	0,6	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1				
Övriga djurslag																
Värphöns, frigående 100 st	5,1	6,8	8,5	10,2	2,1	2,7	3,4	4,1								
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	1,5	2,0	2,5	3,0	0,6	0,8	1,0	1,2								
Häst, fritid (500 kg)													5,0	6,6	8,3	9,9
Häst, ponny (300 kg)													3,5	4,7	5,9	7,1
Får + 1,8 lamm, 6 mån stallperiod													1,0			
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år													0,7	1,0	1,2	1,5
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år													2,4	3,1	3,9	4,7

- a) Volymvikt för flytgödsel: 1 000 kg/m³. Ts-halt före tillskott av nederbörd: Mjölkkor 9 %, övriga nöt 10 %, slaktgris 6 %, sugga 8 %, sinsugga 10 %, värphöns 12 %.
- b) Volymvikt för fastgödsel: Nöt, sugga och slaktgris 750 kg/m³; värphöns och unghöns 900 kg/m³. Ts-halt: Nöt 18 %, gris 24 %, värphöns och unghöns 30 %.
- c) Volymvikt för djupströgödsel: Slaktkyckling och kalkon: 600 kg/m³, övriga djurslag: 500 kg/m³. Ts-halt: Nöt 28 %, gris 30 %, slaktkyckling och kalkon 50 %.
- d) ECM = energikorrigerad mjölk.
- e) Viktat medelvärde för lätt och tung köttas samt vinter- och vårkalvning (4/9 lätt ras vårkalvning, 2/9 lätt ras vinterkalvning, 2/9 tung ras vårkalvning och 1/9 tung ras vinterkalvning).

2.2.2. Hur mycket växtnäring innehåller stallgödseln?

Tabell 4 visar hur mycket kväve, fosfor och kalium djuren utsöndrar per djurplats och år (brutto före kväveförluster via ammoniakavgång). Värdena är beräknade utifrån standardfoderstater för varje djurslag. Från 2011 och framåt har vi uppdaterat foderstaterna för mjölkkor, gris och fjäderfä och nu senast även för dikor och ungnöt. Beräkningarna för nötkreatur och grisar är ursprungligen baserade på Jordbruksverkets rapporter 2001:13 för gris (Jordbruksverket, 2001) och 1995:10 för nöt (Jordbruksverket, 1995), men genom åren har foderstater, indelning i djurkategorier och en del andra indata och delar i beräkningarna justerats och anpassats till dagens produktionsformer.

Gödselns innehåll av fosfor och kväve styr bland annat behovet av spridningsareal. Motsvarande schablonvärden för fosforutsöndring som i tabell 4 finns också i bilaga 8 i SJVFS 2004:62, men när det gäller kväve är det gödselns kväveinnehåll före spridning man

utgår från i regelverket. Kväveförlusterna via ammoniakavgång från stall och lager får alltså räknas bort först.

Utfodringen och hur produktionen bedrivs varierar mellan olika gårdar. Det påverkar mängden växtnäring i stallgödseln, både per djurplats och per ton gödsel. En effektiv produktion där foder och andra insatsmedel utnyttjas väl ger mindre näring kvar i gödseln eftersom en större andel av näringsämnen hamnar i produkterna som säljs (mjölk, kött, ägg, livdjur etc.). I beräkningsprogrammet Vera kan du välja om du vill räkna på schablonvärden eller göra en stallbalans (växtnäringsbalans för djurhållningen) baserad på den egna gårdens foderstat och produktion. Med en stallbalans får du mer exakta värden på hur mycket kväve, fosfor och kalium gödseln på just din gård innehåller.

Tabell 4. Årsproduktion av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i färsk träck och urin från olika djurslag. Värdena anges per djurplats, vilket kan motsvara olika antal omgångar beroende på uppfödningstid.

Djurslag	Innehåll av växtnäring (kg/djurplats och år)		
	N	P	K
Nöt			
Mjölko, 8 000 kg ECM ^{a)} /år	132	15,2	114
Mjölko, 10 000 kg ECM ^{a)} /år	142	16,5	106
Mjölko, 12 000 kg ECM ^{a)} /år	178	21,0	117
Diko inkl. kalv upp till 6 mån ^{b)}	79	8,7	79
Mellankalv, 2–8 mån, 2,0 omg/år	38	5,9	20
Kviga mjölkras <1 år, 2–12 mån, 1,0 omg/år	24	3,9	24
Kviga mjölkras >1 år, 12–24 mån, 1,0 omg/år	56	8,1	59
Intensiv tjur mjölkras, 2–16 mån, 0,86 omg/år	50	7,0	34
Extensiv tjur mjölkras, 2–20 mån, 0,67 omg/år	49	6,2	47
Stut mjölkras, 2–24 mån, 0,55 omg/år	51	7,1	54
Rekryteringskviga köttras 6–18 mån, 1,0 omg/år ^{b)}	47	7,0	50
Slaktkviga lätt köttras 6–22 mån, 0,75 omg/år	56	7,8	59
Intensiv tjur lätt köttras, 6–13 mån, 1,0 omg/år	34	5,1	20
Extensiv tjur lätt köttras, 6–18 mån, 1,0 omg/år	60	7,6	54
Stut lätt köttras, 6–22 mån, 0,75 omg/år	68	9,0	72
Slaktkviga tung köttras 6–18 mån, 1,0 omg/år	63	8,4	67
Intensiv tjur tung köttras, 6–13 mån, 1,0 omg/år	40	6,0	24
Extensiv tjur tung köttras, 6–18 mån, 1,0 omg/år	68	7,5	61
Stut tung köttras, 6–19 mån, 1,0 omg/år	75	9,5	80
Gris			
Sugga, 2,2 omg/år (inkl. 23 smågrisar till 30 kg)	35	6,7 ^{c)}	13
Slaktgris, 3,0 omg/år	10	1,6 ^{c)}	4,3
Övriga djurslag			
Häst, fritid (500 kg)	48	9	58
Häst, ponny (300 kg)	33	6,4	42
Får inkl. 1,8 lamm	14	2,0	19
Värphöns, frigående 100 st	71	15,5 ^{c)}	24
Värphöns, EKO 100 st	79	18,3	17
Unghöns 0–16 veckor, 100 st, 2,2 omg/år	23	6,0 ^{c)}	7,6
Unghöns 0–16 v EKO 100 st, 2,2 omg/år	29	6,0	6,0
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år	39	7,6 ^{c)}	15
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år (medeltal av höna 0–10 veckor och tupp 0–19 veckor)	125	35	43

a) ECM = energikorrigerad mjölk.

b) Viktat medelvärde för lätt och tung köttras samt vinter- och vårkalvning (4/9 lätt ras vårkalvning, 2/9 lätt ras vinterkalvning, 2/9 tung ras vårkalvning och 1/9 tung ras vinterkalvning).

c) Förutsätter användning av foder med tillsats av fytas. Om fytas inte används blir fosforinnehållet i gödseln högre.

Tabell 5 visar riktvärden för växtnäringsinnehåll per 10 ton gödsel efter lagring och vilken ungefärlig kväveeffekt man kan förvänta vid vårspridning. I praktiken är dock variationerna stora. Använd därför tabellvärdena med försiktighet.

Tabell 5. Riktvärden för växtnäringsinnehåll i stallgödsel efter lagring och ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning. Ts-halterna i flytgödsel avser ts-halter före vattentillskott via nederbörd.

Gödseltyp	Växtnäringsinnehåll (kg/10 ton)			Andel ammoniumkväve (% av tot-N)	Ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning (kg per 10 ton)
	Tot-N	P	K		
Fastgödsel					
Fastgödsel, nöt, 18 % ts	60	15	52	25	10
Fastgödsel, gris ^{a)}	65	25	25	25	10
Fastgödsel, höns, 30 % ts ^{b)}	150	41	65	60	90
Fastgödsel, höns, 60 % ts ^{b)}	275	88	140	40	110
Djupströ/ströbädd					
Djupströgödsel, nöt, 28 % ts	75	15	105	10	5
Djupströgödsel, gris	48	15	45	10	5
Djupströgödsel, häst	49	15	100	10	5
Djupströgödsel, får	95	15	200	10	5
Ströbäddsgödsel slaktkyckling, 50 % ts	380	86	170	20	150
Ströbäddsgödsel kalkon, 50 % ts	360	125	155	20	140
Urin					
Urin, nöt, täckt behållare ^{c)}	40	<1	70	90	30
Urin, gris, täckt behållare ^{c)}	18	2	12	90	15
Flytgödsel					
Flytgödsel, nöt, 9 % ts ^{d)}	45	6	38	50	15
Flytgödsel, gris, 8 % ts ^{e)}	36	8	19	70	20
Flytgödsel, gris, 6 % ts ^{e)}	27	6	14	70	15
Flytgödsel, höns, 12 % ts	60	15	24	75	45

a) avser gödsel från suggor – gödsel från slaktgris har något högre kväveinnehåll.

b) avser kletig respektive torr fastgödsel från värphöns.

c) om urinen lagras utan täckning är kväveeffekten cirka 30 % lägre.

d) avser gödsel från mjölkkor – gödsel från övriga nöt har högre kaliuminnehåll pga. större andel grovfoder i foderstaten.

e) avser gödsel från slaktgrisar – gödsel från suggor har något lägre kväveinnehåll.



Bild 8. Foderstaten påverkar hur mycket växtnäring gödseln innehåller. Om du inte använder foder med tillsats av fytas till grisar eller fjäderfä blir fosforinnehållet högre än vad som anges i [tabell 5](#). Foto: Janne Andersson.

2.2.3. Kväveeffekten varierar beroende på gödselslag, spridningsteknik och tidpunkt

Stallgödsel har en mer varierande och i många fall långsammare kväveeffekt än mineralgödsel samtidigt som risken för kväveförluster via ammoniakavgång är större. Hur snabbt grödan får nytta av stallgödseln beror bland annat på hur stor andel ammoniumkväve respektive organiskt bundet kväve gödseln innehåller. Andelen växttillgängligt kväve varierar beroende på gödselslag, från ca 10 % för djupströgödsel till 90 % för urin – se [tabell 2](#) och [5](#). Resten av kvävet är organiskt bundet och frigörs allt eftersom det organiska materialet bryts ner.

Färsk djupströgödsel har svag kväveeffekt första året medan komposterad djupströgödsel kan ge ungefär lika mycket kväve som fastgödsel. Kletgödselns kväveeffekt ligger någonstans mittemellan fast- och flytgödsel. Torvinblandning minskar ammoniakavgången från både stall och lager för fasta gödselslag och kan förbättra gödselns kväveeffekt ytterligare.

När på året och till vilken gröda du sprider gödseln har också stor betydelse för kväveutnyttjande och förluster. Vid sommarspridning utan nedmyllning på vall kan kväveförlusterna via ammoniakavgång bli stora.

För de flesta gödselslag kan du bedöma stallgödselns förväntade kväveeffekt utifrån innehållet av ammoniumkväve efter avdrag för förluster i stall, under lagring och i samband med spridning. Undantaget är fast fjäderfägödsel där en stor andel av kvävet kan finnas i form av urinsyra, vilket ger en högre kväveeffekt än vad innehållet av ammoniumkväve indikerar. Kol-/kväveknoten har också betydelse. Läs mer om det och om kväveeffekten hos olika typer av stallgödsel och andra organiska gödselmedel i skriften Att sprida organiska gödselmedel (Delin & Engström, 2021).

2.2.3.1. Analysera flytgödsel och urin

Genom att analysera flytgödsel och urin får du ett bättre underlag för att bedöma kväveeffekten. Skillnaderna mellan olika gårdar är ofta stora och kväveinnehållet kan också variera under året på en och samma gård.

Oftast är det aktuellt att analysera gödseln i samband med vårspridning. Du kan skicka in ett gödselprov till ett laboratorium för analys eller analysera gödselns innehåll av ammoniumkväve själv med hjälp av en kvävemätare för gårdsbruk, den så kallade "kväveburken".

Det är viktigt att gödseln är väl omblandad när du tar ut provet, särskilt om innehållet av torrsubstans, fosfor och totalkväve ska analyseras. Eftersom det är svårt att ta ut representativa prover av fast och kletgödsel rekommenderar vi bara analyser av flytgödsel och urin. Instruktioner för provtagning och hantering av gödselprover, beställning av provburkar och följensedlar hittar du på laboratoriernas webbplatser.

2.2.3.2. Sprid gödsel med stor andel lättillgängligt kväve på våren

Flytgödsel, urin och biogödsel ger normalt bäst effekt vid spridning på våren och i växande gröda eftersom de innehåller en stor andel lättillgängligt kväve. Det gäller även fjäderfägödsel. I försök har man fått mycket goda effekter av grisflytgödsel som bandspridits på våren i växande höstgröda (Hammarstedt, 2013). Det ammoniumkväve som finns kvar efter spridningsförluster i flytgödsel från gris antas ha lika stor effekt som mineralgödselkväve medan ammoniumkvävet i nötflytgödsel antas ha 75 % effekt jämfört med mineralgödselkväve.

Vid höstspridning av flytgödsel, urin och biogödsel är kväveeffekten som regel sämre även om den kan variera beroende på gröda. Under senhösten och vintern är det stor risk för förluster genom utlakning och denitrifikation om det finns mycket lättillgängligt kväve i marken. Därför bör du i möjligaste mån undvika eller i varje fall begränsa spridning av dessa gödselslag på hösten, särskilt på obevuxen mark och till andra grödor än höstoljeväxter och vall. Höstoljeväxter kan dock ta upp en hel del kväve på hösten. Sprider du inför sådd av höstoljeväxter eller till gräsdominerad vall kan du få ett godtagbart kväveutnyttjande. Även om kväveeffekten är sämre vid höstspridning så är det ammoniumkväveinnehållet som styr hur mycket man får sprida enligt reglerna som begränsar tillförseln av lättillgängligt kväve före höstsådd i känsliga områden – se vidare i [avsnitt 2.2.4.3](#).

Sprider du däremot fast- och djupströgödsel med liten andel ammoniumkväve kan växtnäringseffekten bli lika god vid spridning på hösten som på våren. Risken för förluster vid höstspridning kan uppvägas av att en del av det organiskt bundna kvävet omsätts i marken under höst och vår och blir tillgängligt för grödan snabbare än om du sprider gödseln på våren. Om du sprider fast- eller djupströgödsel på våren kommer en del kväve att frigöras först på hösten efter att grödan är skördad. Därför bör du bara sprida sådan gödsel på våren om du planerar en höstväxande gröda eller har sått in vall eller en fånggröda som fortsätter växa och ta upp kväve på hösten.

Förlusterna och därmed också kväveeffekten av höstspridd stallgödsel påverkas av nederbörd, temperatur, jordart, geografiskt läge och om marken är bevuxen under höst och

vinter. Störst risk för utlakningsförluster är det på lätta jordar i varmt, nederbördsrikt klimat. På lerjordar kan de gasformiga kväveförlusterna via denitrifikation vara betydande.

2.2.3.3. *Verktyg för att beräkna kväveeffekt vid spridning*

Om du vill räkna på stallgödselets kväveeffekt och ekonomiska värde vid olika spridningstidpunkter kan du använda Gödselkalkylen. Den finns på Greppa Näringens webbplats greppa.nu och ingår också i beräkningsverktyget Vera (se nedan).

I Vera finns det också stallgödselberäkningar där du kan räkna på kväveeffekt och kväveförluster via ammoniakavgång och utlakning för olika kombinationer av gödselslag, spridningsteknik, gröda och spridningstidpunkt. Du kan också göra en gödslingsplan, växtnärbalans och beräkna gårdens utsläpp av växthusgaser. Mer information om Vera hittar du på greppa.nu.

2.2.3.4. *Minska förlusterna genom att sprida vid rätt tidpunkt och brukar gödseln snabbt*

En stor del av kväveförlusterna från stallgödsel sker via ammoniakavgång. Förluster uppkommer i hela hanteringskedjan, från stall, lager och i samband med spridning, men med rätt åtgärder går det att minska förlusterna. Läs mer om detta i skriften "Ta vara på kvävet! – God jordbrukarsed för att begränsa ammoniakförluster" (Durling m.fl., 2023).

Ammoniakavgången vid spridning stod 2019 för 27 % av Sveriges samlade ammoniakutsläpp. Då vi i Sverige inte har lyckats klara vårt nationella utsläppstak för år 2020 enligt EU:s takt direktiv 2016/2284/EU (Europaparlamentet, 2016) är det extra viktigt att vi gör vad vi kan för att minska ammoniakavgången. Genom att förbättra kväveutnyttjandet kan vi också minska behovet av inköpt mineralgödsel, vilket är positivt med tanke på beredskap och självförsörjningsgrad.

Genom att sprida stallgödsel vid mulet, svalt och fuktigt väder och brukar gödseln snabbt kan du hålla ammoniakförlusterna på en rimlig nivå. Det är helt avgörande för att få god effekt av ammoniumkvävet. Efter spridning kan stora mängder kväve gå förlorat i form av ammoniak om du inte myllar eller brukar ner gödseln tillräckligt snabbt. Förlusterna blir särskilt stora vid soligt, blåsigt och varmt väder. Vid spridning på vall efter första skörd kan i ogynnsamma fall allt ammoniumkväve gå förlorat.



Bild 9. Genom att bruka ner gödseln snabbt efter spridning kan du begränsa ammoniakförlusterna. Då kan grödan utnyttja kvävet i stallgödseln bättre. Foto: Henrik Nätterlund.

Om du sprider stallgödsel när marken är frusen kan kväveförlusterna via ammoniakavgång öka på grund av att gödseln inte kommer i tillräckligt god kontakt med markpartiklarna. Frusen mark innebär också större risk för fosforförluster via ytavrinning i samband med regn eller snabb snösmältning. För att minska risken att stallgödsel rinner av på markytan bör du undvika att sprida gödsel på frusen eller snötäckt mark eller där det är risk för ytavrinning eller stående vatten på fältet. Läs mer om regler kring detta i [avsnitt 2.2.4](#).

Om du brukar ner gödseln i nära anslutning till spridningen kan förlusterna vid vårspridning uppgå till 20 % av ammoniumkvävet för fastgödsel och urin och 10 % för flytgödsel. Om du inte brukar ner gödseln direkt blir förlusterna högre.

Sprider du flytgödsel i växande gröda ger bandspridning mindre ammoniakavgång och bättre kväveeffekt jämfört med bredspridning. Genom att gödseln läggs i strängar på marken och inte på bladverket blir den exponerade gödselytan mindre samtidigt som gödseln lättare tränger ner i marken där den kommer i kontakt med jordpartiklar.

Om du använder ytmyllningsaggregat för att sprida flytgödsel på vall får du förutom lägre kväveförluster också mindre risk för försämrade ensilagekvalitet. På senare år har intresset för att sprida flytgödsel med släpfotsramp ökat i Sverige. Den placerar gödseln i nära anslutning till marken och myllar den om jorden är lucker. Läs mer om spridningsteknik i [kapitel 3](#).

Kväve från stallgödsel frigörs under hela säsongen, även efter det att kväveupptaget i många grödor har upphört. Då finns det risk för att kvävet utlakas under påföljande höst och vinter. Störst är risken om du sprider djupströgödsel som inte är komposterad på våren eller senare under växtsäsongen. I sådana fall är det bra om du sår in vall eller en

fånggröda. Det minskar risken för utlakningsförluster under hösten och vintern efter huvudgrödan. I [bilaga 2](#) och [3](#) har vi sammanfattat när och till vilka grödor du bäst sprider stallgödsel beroende på gödselslag och jordart. [Bilaga 2](#) gäller sand- och mojordar och [bilaga 3](#) lerjordar.

2.2.3.5. God effekt av fosfor och kalium i stallgödsel

Andelen oorganisk fosfor är cirka 90 % i flytgödsel och 50–80 % i fastgödsel. På lång sikt är fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som fosfor i mineralgödsel, men på kort sikt brukar man räkna med att fosforeffekten är 60–70 % jämfört med mineralgödsel. Kalium förekommer främst i oorganisk form och är därmed lika tillgängligt som kalium i mineralgödsel. Liksom kväveinnehållet kan halterna av fosfor och kalium i stallgödsel variera och avvika betydligt från schablonvärdena i [tabell 5](#). En variation på ± 50 % är inte ovanligt. Varierande ts-halt, foderstater och innehåll av fosfor och kalium i fodermedlen är de främsta orsakerna.



Bild 10. Bandspridning i växande gröda ger bättre kväveeffekt än bredspridning. När gödseln läggs i strängar på marken och inte på bladverket blir ammoniakavgången lägre genom att den gödselbemängda ytan minskar. Gödseln tränger också lättare ner i marken. Foto: Jens Blomquist.

2.2.3.6. Räkna med övriga växtnäringsämnen också

Förutom kväve, fosfor och kalium innehåller stallgödseln även kalcium, magnesium, svavel och mikronäringsämnen. I [tabell 6](#) kan du se ungefär hur mycket av dessa ämnen gödseln innehåller. Värdena är i huvudsak hämtade från Naturvårdsverkets rapport 4974 (Steineck m.fl., 1999) och JTI-rapport Lantbruk & industri 349 (Salomon m.fl., 2006), men är här omräknade till angivna ts-halter.

Fodertillsatser, till exempel zink (Zn), påverkar gödselns innehåll av mikronäringsämnen och tungmetaller. Foder som odlats på jord med lågt innehåll av mikronäringsämnen ger mikronäringsfattig gödsel.

Stallgödsel innehåller en del svavel, men andelen växttillgängligt svavel är liten eftersom det mesta är bundet i organisk form. På sikt kan du räkna med att svavel och kväve frigörs i förhållandet 1:10 när det organiska materialet i stallgödseln mineraliseras, vilket är rätt proportioner för de flesta grödor utom de mest svavelkrävande, till exempel oljeväxter. Läs mer om magnesium, svavel och mikronäringsämnen i [kapitel 7](#).

Tabell 6. Riktvärden för innehåll av kalcium, magnesium, svavel och mikronäringsämnen i stallgödsel. Värdena avser gödsel från konventionell djurhållning. Stallgödsel från ekologisk nötkreaturshållning innehåller ofta något mer kalcium men mindre svavel, magnesium, koppar och mangan (Steineck m.fl., 1999; Salomon m.fl., 2006).

Växtnäringsämne	Näringsinnehåll i stallgödsel (kg/10 ton)			
	Nöt		Gris	
	Fastgödsel 18 % ts	Flytgödsel 9 % ts	Fastgödsel 24 % ts	Flytgödsel 8 % ts
Kalcium (Ca)	23	14	60	21
Magnesium (Mg)	11	6	14	6
Svavel (S)	9	6	14	6
Bor (B)	0,04	0,03	0,02	0,02
Koppar (Cu)	0,06	0,04	0,31	0,14
Mangan (Mn)	0,41	0,22	0,63	0,24

2.2.3.7. Ta hänsyn till stallgödselns långtidseffekt

Stallgödseln innehåller mullämnen som bidrar till att bygga upp markens struktur och bördighet. Det organiskt bundna kvävet frigörs successivt och behöver mineraliseras innan det kan utnyttjas av växterna. De mer svårnedbrytbara fraktionerna bidrar till att bygga upp markens mullhalt och har en långsam kväveverkan som varar i flera år.

Vid regelbunden tillförsel av stallgödsel motsvarande ett ton torrsubstans per hektar och år i minst 30 år ökar markens kväveleverans med cirka 10 kg kväve per hektar och år genom stallgödselns långtidseffekt. Efter cirka 10 års regelbunden tillförsel av samma mängd stallgödsel kan du räkna med att kväveleveransen ökar med 5 kg per hektar och år. Det går också att beräkna långsiktig kväveeffekt utifrån hur många djur per hektar som funnits på gården under de senaste 30 åren, se [tabell 7](#). Kväveleveransen det enskilda året kan dock variera en hel del beroende på temperatur, nederbörd och förhållanden i övrigt. Om det är kallt eller torrt i marken frigörs mindre kväve än om förhållandena för mikroorganismerna som bryter ned organiskt material är optimala.

Tabell 7. Långsiktig kväveeffekt efter minst 30 års djurhållning med angivet djurantal per hektar. Värdena gäller alla grödor utom vall. I kväverekommendationerna till vall ingår redan en långsiktig kväveeffekt motsvarande 20 kg per hektar och år.

Antal djur per hektar (motsvarar 1 djurenhet)	Långsiktig kväveeffekt (kg/hektar och år)
1 mjölkko	20
6 kalvar, 1–6 månader	21
3 övriga nöt, 6 månader eller äldre	22
10 slaktgrisplatser	15
3 suggor i produktion	18
100 värphöns	10
200 slaktkycklingar	10

När du ska räkna ut grödornas kvävebehov enligt [bilaga 1](#) bör du justera givan i alla grödor utom vall för att ta hänsyn till den långsiktiga stallgödseffekten. Läs mer om det i [kapitel 4.5](#). Vid lägre eller högre djurtäthet än en djurenhet per hektar gör du ett tillägg eller avdrag i kväverekommendationen till vall i proportion till värdena i [tabell 7](#). Om det exempelvis tidigare bara har varit 0,5 djurenheter per hektar bör du höja kvävegivan till vall med 10 kg kväve per hektar jämfört med vad som anges i [tabell 23](#).

Genom att anlägga en nollruta får du en god bild av markens kväveleverans på det aktuella fältet. Då ingår både förfruktseffekt, långsiktig stallgödseffekt, mullhalt, årsmån och andra påverkande faktorer. Läs mer om hur du anlägger en nollruta i [avsnitt 1.2.3](#).

2.2.3.8. Anpassa givan till grödans behov

Stora stallgödselgivor innebär ökad risk för förluster och sämre växtnäringsutnyttjande. Generellt är det en god regel att anpassa givan till grödans behov och markens fosforinnehåll och tillföra måttliga givor av stallgödsele oavsett tidpunkt. Sprid inte större givor än att grödan kan utnyttja kvävet som frigörs under odlingsåsongen.

Du bör inte lägga mer än cirka 30 ton nötflytgödsel, 25 ton grisflytgödsel eller 20 ton urin per hektar vid vårspridning. Om du sprider i växande vall är det särskilt viktigt att hålla nere givorna med tanke på foderhygien. Vid höstspridning bör du minska givan med 5–10 ton per hektar för att minska risken för utlakning kommande höst och vinter. Du bör heller inte lägga mer än 30 ton fastgödsel per hektar. Fjäderfärgödsel är högkoncentrerad och innehåller mycket växttillgängligt kväve. Därför bör du endast sprida sådan gödsel på våren och då med en giva på max 7–8 ton per hektar. Förslag till hur du bör gödsla med stallgödsel till olika grödor finns i [bilaga 2](#) och [3](#).

Ofta är det lämpligt att anpassa stallgödselgivan till grödans fosforbehov och komplettera med kväve via mineralgödsel eller på annat sätt. Använd markkartan som ett hjälpmedel för att bedöma fosforbehovet. I dag finns teknik för att skapa tilldelningsfiler och styra stallgödselelgivan inom fält efter till exempel markens fosforklass. Läs mer om spridningsteknik i [kapitel 3](#) och fosforgödsla i [kapitel 5](#).

2.2.3.9. Minska risken för sporer i grovfoder och mjölk

För att minska risken för sporer i fodret och mjölken bör du:

- Undvika att sprida stora mängder stallgödsel i vall.
- Sprida fast- och kletgödsel jämnt och finfördela den väl.
- Mylla flytgödsel noggrant.
- Använda rätt skördeteknik och hålla lämplig stubbhöjd.
- Förtorka ensilage och torka hö så snabbt som möjligt.
- Undvika att skörda direkt utan förtorkning.
- Använda tillsatsmedel vid ensilering om det är sämre skördeförhållanden.
- Hacka, packa och täcka ensilage noggrant vid ensilering i plansilo eller limpa.
- Plasta in ensilagebalar ordentligt.
- Hålla god hygien vid mjölkningen för att undvika att sporer hamnar i mjölken.

2.2.4. Regler för spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel

Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring, SJVFS 2004:62 (Jordbruksverket, 2004), och Statens jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket, SJVFS 2020:2 (Jordbruksverket, 2020b), innehåller regler för spridning av gödsel i jordbruksföretag. På [Jordbruksverkets webbplats](#) hittar du de aktuella versionerna.

Spridningsreglerna omfattar bland annat regler för hur mycket kväve och fosfor man får tillföra vid spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel, begränsningar i när och hur gödsel får spridas, krav på skyddsavstånd vid gödselspridning intill sjöar och vattendrag i känsliga områden och förbud mot spridning av gödsel på naturbetesmarker. Gödsel får heller inte spridas så att den hamnar utanför åkern.

Vissa regler gäller i hela landet medan andra varierar beroende på om gården ligger i eller utanför känsligt område. I Skåne, Halland och Blekinge finns det också särskilda regler för att minska ammoniakavgången. Mer information om reglerna och vilka områden som betraktas som känsliga hittar du på Jordbruksverkets webbplats, <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtnaring>.

Kommunen kan också ställa mer långtgående krav inom till exempel detaljplanelagt område och vattenskyddsområde.

Skriften Gödsel och miljö 2022 (Lindgren, 2022) är en vägledning till regler om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (främst lagring och spridning av gödsel) som Jordbruksverket tagit fram. Du kan ladda ner den senaste versionen från [Jordbruksverkets webbutik](#).

Här nedan sammanfattar vi några av de viktigaste reglerna för spridning av stallgödsel. Du kan läsa mer om vilka regler som gäller specifikt för slam i [kapitel 2.4.2](#).

2.2.4.1. Hela landet – max 22 kg fosfor per hektar och år via organiska gödselmedel i genomsnitt under en femårsperiod

Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får inte spridas i större mängd än vad som motsvarar 22 kg totalfosfor per hektar spridningsareal och år, räknat som ett genomsnitt på hela spridningsarealen under en femårsperiod.

Om det finns betesdjur på gården får du också räkna in betesmark i spridningsarealen i den omfattning som den bidrar till foderstaten på årsbasis. Om till exempel 20 % av djurens årliga foderintag kommer från betet får högst 20 % av spridningsarealen utgöras av betesmark.

I spridningsarealen får du inte räkna in:

- mark som ligger i träda
- mark där förbud mot spridning råder eller där spridning är olämplig, till exempel på grund av närhet till ytvatten eller vattentäkt.

2.2.4.2. Hela landet – förbjudet att sprida gödsel i naturbetesmarker

För att värna den biologiska mångfalden är det enligt Statens jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket, SJVFS 2020:2 (Jordbruksverket, 2020b) förbjudet att sprida gödsel i naturbetesmarker. Det är också förbjudet att sprida gödsel så att den hamnar utanför åkern.

2.2.4.3. Känsliga områden – begränsningar under höst och vinter, skyddsavstånd och anpassad kvävegiva

Enligt EU:s nitratdirektiv måste alla medlemsländer peka ut känsliga områden. En översiktlig karta över nitratkänsliga områden i Sverige ser du i [bild 11](#). Exakt vilka områden som ingår kan du se i bilaga 1–3 i föreskriften SJVFS 2004:62 (Jordbruksverket, 2004). Vart fjärde år ser Jordbruksverket över vilka områden som ska ingå. Här nedan kan du se en kort sammanfattning av de viktigaste reglerna som gäller i känsliga områden. Vissa regler gäller endast i Blekinge, Skåne och Halland.

I alla känsliga områden ska tillförseln av kväve via gödselmedel begränsas så att den inte överstiger grödans behov med hänsyn till förväntad skördenivå och kväveleverans från marken på växtplatsen. Det finns också krav på att dokumentera hur kvävebehovet har beräknats, se [bilaga 1](#).

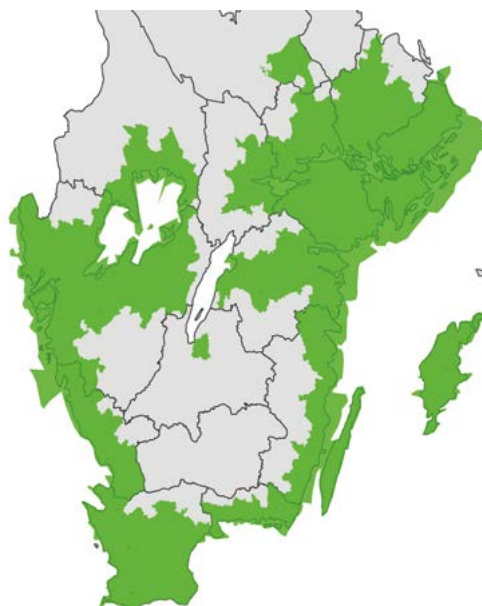


Bild 11. Karta över Sveriges känsliga områden enligt nitratdirektivet. Grönfärgade områden är känsliga. Källa: Jordbruksverket.

Dessutom gäller att:

- gödselmedel inte får spridas närmare än två meter från fältkant som gränsar till vattendrag eller sjö¹
- gödselmedel inte får spridas på jordbruksmark som gränsar till vattendrag eller sjö och där markens lutning mot vattnet överskrider 10 %¹
- inga gödselmedel får spridas under perioden 1 november – 28 februari¹
- det är förbjudet att sprida gödselmedel på vattenmättad, översvämmad, snötäckt eller frusen mark¹
- kvävetillförseln via stallgödsel inte får överstiga 170 kg totalkväve per hektar och år, räknat som ett genomsnitt på hela spridningsarealen det aktuella året
- max 60 kg lättillgängligt kväve per hektar får tillföras inför höstsådd av oljeväxter¹
- max 30 kg lättillgängligt kväve per hektar får tillföras inför höstsådd av övriga grödor¹.

Utöver dessa regler finns det också begränsningar i när och till vilka grödor stallgödsel och andra organiska gödselmedel får spridas under hösten. De syftar främst till att minska risken för kväveutlakning och varierar mellan olika delar av de känsliga områdena.

I känsliga områden utanför Blekinge, Skåne och Hallands län gäller följande:

- 1 augusti–31 oktober: Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får endast spridas i växande gröda eller inför höstsådd.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag (med undantag för fjäderfägödsel) får även spridas på obevuxen mark utan krav på höstsådd.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag som sprids på obevuxen mark ska brukas ner inom 12 timmar.

I känsliga områden i Blekinge, Skåne och Hallands län gäller:

- 1 augusti–31 oktober: Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får endast spridas i växande gröda eller inför sådd av höstoljeväxter. På lerjordar är dock spridning även tillåten inför höstsådd av annan gröda än oljeväxter.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag (med undantag för fjäderfägödsel) får även spridas på obevuxen mark utan krav på höstsådd.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag som sprids på obevuxen mark ska brukas ner inom 4 timmar.

I hela Blekinge, Skåne och Hallands län gäller att:

- Stallgödsel som sprids på obevuxen mark ska myllas ned inom 4 timmar (OBS! Inom känsliga områden ska fasta gödselslag som sprids under perioden 1–31 oktober brukas ner inom 4 timmar).

¹ Gäller alla typer av gödsel, både stallgödsel, andra organiska gödselmedel och mineralgödsel.

- Spridning av flytgödsel i växande gröda ska ske med bandspridningsteknik eller annan liknande teknik som innebär att gödseln placeras på marken under växttacket, myllningsaggregat, teknik som innebär att 1 del gödsel späds ut med minst ½ del vatten före spridning eller teknik som innebär att spridningen följs av bevattning med minst 10 mm vatten. Om det regnar får regnmängden räknas från kravet på minst 10 mm vatten.

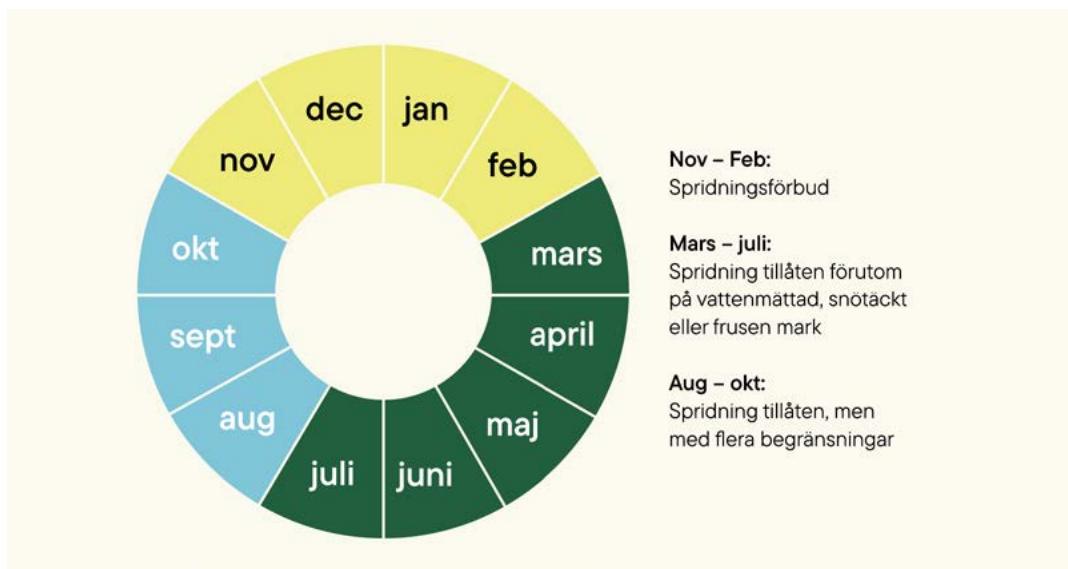


Bild 12. Översikt – spridningsregler inom känsliga områden.

2.2.4.4. Utanför känsliga områden – bruka ned gödseln inom 12 timmar om du sprider på senhöst eller vinter

Utanför de känsliga områdena ska stallgödsel och andra organiska gödselmedel som sprids under tiden 1 december–28 februari brukas ned inom 12 timmar. För övriga tider under året finns inga specifika restriktioner förutom Miljöbalkens allmänna hänsynsregler.

2.3. Biogödsel

Biogödsel är den rötrest som blir kvar efter att organiskt material behandlats i en biogasanläggning. Materialet som används för att framställa biogas består ofta av en blandning av stallgödsel, matrester från hushåll och restauranger, restprodukter från livsmedelsindustrin och ensilerade växtprodukter.

I biogasanläggningen omvandlas delar av det organiska materialet till gas, främst metan, koldioxid och vattenånga. Växtnäringen (N, P, K, S och mikronäringsämnen) passerar däremot anläggningen i stort sett utan förluster och finns alltså kvar i biogödseln.

Under rötningen i biogasanläggningen avgår kol i gasform främst som metan och koldioxid. Då minskar mängden kol i biogödseln och kol-/kväveknoten (C/N) blir lägre än i de ingående råvarorna. Samtidigt mineraliseras en del av det organiskt bundna kvävet och blir mer växttillgängligt. Därför ger biogödsel en snabbare kväveeffekt än de ingående

råvarorna. Andelen ammoniumkväve brukar vanligtvis vara cirka 10 procentenheter högre i rötad stallgödsel än i orötad.

Ofta brukar leverantören tillhandahålla analysvärden som visar hur mycket växtnäring och andra ämnen biogödseln innehåller. Om du lagrar biogödseln utan täckning eller med svämtäcke bör du göra en ny analys av ammoniumkväveinnehållet strax innan spridning.

Eftersom biogödsel innehåller en större andel ammoniumkväve och har högre pH än obehandlad stallgödsel ökar risken för ammoniakavgång vid lagring och spridning. Därför bör du täcka rötrestbehållaren och använda spridningsteknik som minskar ammoniakavgången, till exempel bandspridning med släpslang i växande gröda, ytmyllning eller snabb nedbrukning.

Biogödsel som är certifierad enligt Avfall Sveriges certifiering SPCR 120 är godkänd av flera branschföreningar och uppköpare. Kontrollera alltid uppköparens krav innan du tar emot och sprider biogödsel. Om du odlar ekologiskt behöver du också se till att biogödseln från den aktuella anläggningen är godkänd för ekologisk odling.



Bild 13. Biogödsel ger ofta snabbare kväveeffekt än orötad stallgödsel eller annan organisk gödsel. Det beror på att en del av det organiskt bundna kvävet mineraliseras under rötningprocessen. Foto: Mårten Svensson.

2.4. Avloppsslam

Avloppsslam liknar stallgödsel på flera sätt. Slammet innehåller dock mindre ammoniumkväve och kalium, eftersom dessa ämnen till stor del följer med det renade vattnet ut från reningsverket. En hel del kväve avgår också i gasform i samband med kvävereningen. Trots det kan du räkna med en viss kväveeffekt av slam.

Fosforinnehållet är högt, eftersom en stor del av fosfor i avloppsvattnet fälls ut och hamnar i slammet. Fosfor från slam är dock svårare för växterna att ta upp än fosfor i mineralgödsel, eftersom kemikalierna som används för att fälla ut fosfor i reningsverken bildar svårslösliga fosforföreningar.

Naturvårdsverkets föreskrift SNFS 1994:2 tillåter fosforgödsling motsvarande sjuårsgivor vid slamspridning, men vi bedömer att det i de flesta fall är olämpligt att lägga mer än en femårsgiva vid ett och samma tillfälle.

2.4.1. Be om en varudeklaration

Om du planerar att ta emot slam, be om en varudeklaration som visar innehållet av växt-näring samt halter av tungmetaller och svårnedbrytbara organiska ämnen. Via certifierings-systemet Revaq (Renare vatten – bättre kretslopp) arbetar branschen kontinuerligt med att förbättra kvaliteten på slamm, bland annat genom att minska tillförseln av metaller och andra farliga ämnen uppströms reningsverken. Målet är att skapa en hållbar återföring av växtnäring samt hantera riskerna på vägen dit. Mer information om Revaq och vad certifieringen innebär hittar du på Svenskt Vattens webbplats.

2.4.2. Regler för spridning av slam – begränsad tillförsel av fosfor och metaller

Regler för spridning av slam finns både i Jordbruksverkets och i Naturvårdsverkets föreskrifter. I Jordbruksverkets föreskrift SJVFS 2004:62 (Jordbruksverket, 2004), omfattar definitionen "övriga organiska gödselmedel" även avloppsslam och alla spridningsregler som gäller "övriga organiska gödselmedel" gäller därmed även vid slamspridning.

Du får inte använda avloppsslam på betesmark, inte heller på åkermark du ska använda för bete eller där du ska skörda vallfodergörödor inom tio månader från att du sprid slam. Du får inte heller sprida slam på mark där du odlar eller ska odla bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt (gäller inte frukt på träd) som ska skördas inom tio månader. Det gäller också produkter som normalt är i direkt kontakt med jorden och normalt konsumeras råa, under tio månader före skörden enligt Naturvårdsverkets föreskrift SNFS 1994:2 (Statens Naturvårdsverk, 1994).

Du måste anpassa mängden slam efter markens fosfortillstånd och innehåll av tungmetaller samt slammets innehåll av totalfosfor, ammoniumkväve och tungmetaller enligt Naturvårdsverkets föreskrifter, SNFS 1994:2. Maximalt tillåtna givor med hänsyn till fosfor och ammoniumkväve hittar du i [tabell 8](#). Begränsningarna i Naturvårdsverkets föreskrifter gäller på varje enskilt hektar åkermark där slam sprids.

Tabell 8. Maximal mängd totalfosfor och ammoniumkväve som får tillföras åkermark via avloppsslam och andra avloppsfraktioner enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (Statens Naturvårdsverk, 1994).

P-AL-klass	Totalfosfor (kg/ha och år)	Ammoniumkväve (kg/ha och år)	Totalfosfor (kg/ha och spridningstillfälle)
I och II	35	150	245
III - V	22	150	154

I Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring SJVFS 2004:62, (Jordbruksverket, 2004), står det att stallgödsel och andra organiska gödselmedel inte får spridas i större mängd än vad som motsvarar 22 kg

totalfosfor per hektar och år. Det ska beräknas som ett genomsnitt på hela spridningsarealen under en femårsperiod. Vid spridning inför höstsådd kan även ammoniumkväveinnehållet begränsa slamgivan i vissa fall. Läs mer i [kapitel 2.2.4](#).

Slam får inte spridas på mark med för höga metallhalter. Gränsvärden för metallhalter i åkermark och maximal tillförsel av metaller vid användning av avloppsslam finns i [tabell 9](#).

Tabell 9. Högsta tillåtna metallhalter i åkermark och maximal tillförsel av metaller vid användning av avloppsslam enligt Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1994:2, (Statens Naturvårdsverk, 1994).

Metall	Gränsvärden för metallhalter i åkermark (mg/kg ts jord)	Maximal tillförsel av metaller användning av avloppsslam (g/ha och år)
Bly (Pb)	40	25
Kadmium (Cd)	0,4	0,75
Koppar (Cu)	40	300 ^{a)}
Krom (Cr)	60	40
Kvicksilver (Hg)	0,3	1,5
Nickel (Ni)	30	25
Zink (Zn)	100	600

a) Större mängder kan godtas om den aktuella åkermarken behöver koppartillskott.

I juli 2018 tillsatte regeringen en utredning som skulle föreslå hur ett krav på utvinning av fosfor ur avloppsslam och ett förbud mot att sprida avloppsslam bör utformas. Utredningens betänkande SOU 2020:3 Hållbar slamhantering (Holmgren m.fl., 2020) publicerades i januari 2020 och finns tillsammans med inkomna remissvar på regeringen webbplats.

Redan 2012–2013 genomförde Naturvårdsverket ett arbete om hållbar återföring av fosfor från avloppsslam och andra fosforhaltiga restprodukter, till exempel biogödsel och kompost, på uppdrag från regeringen. I Naturvårdsverkets rapport 6580, Hållbar återföring av fosfor, (Naturvårdsverket, 2013), kan du läsa mer om återföring av fosfor och om olika fosforresurser och deras innehåll av oönskade ämnen.

2.4.3. Särskilda villkor i odlingskontrakt

Du kan sälja spannmål som gödslats med slam, men inte i alla kvalitetssegment. Slammet måste uppfylla kraven i Revaq (Svenskt Vattens certifieringssystem). Kontrollera alltid om dina odlingskontrakt eller leveransvillkor har särskilda regler för slam användning. Vissa livsmedelsföretag accepterar inte grödor odlade med slam. Slam får heller inte användas i ekologisk odling. Uppdatera dig om aktuella certifieringsregler och villkor inför varje spridningstillfälle.

2.5. Gödselmedel för ekologisk odling

En väl genomtänkt växtföljd som ger ett lågt sjukdomstryck lägger en bra grund för en frisk gröda som kan utnyttja växtnäring effektivt. Etableringen av grödan är viktig. Bra dränering och struktur i marken gynnar grödornas rotsystem. Då får grödan goda förutsättningar att ta upp växtnäring och vatten i hela markprofilen. Växtnäringstillförsel i ekologisk odling sker huvudsakligen genom att

- odla baljväxtrika vallar, trindsäd och grön gödslingsgrödor som fixerar kväve
- odla växter med djupt rotsystem
- använda stallgödsel och andra organiska gödselmedel eller biprodukter.

Stallgödsel, biprodukter och annat organiskt material bör i första hand komma från ekologisk produktion. Vissa typer av stallgödsel och biprodukter från konventionell produktion får också användas om de uppfyller fastställda krav.

2.5.1. Vilka gödselmedel är tillåtna i ekologisk odling?

EU:s och KRAV:s regler styr vilka gödselmedel du får använda i ekologisk odling. Grundprincipen är att allt som inte uttryckligen är tillåtet att använda enligt reglerna, är förbjudet. Vilka insatsmedel som ekologiska odlare i Sverige får använda framgår i Insatslistan för Sverige, som tillkom hösten 2021. Läs mer om listan och dess bakgrund på [insatslista.se](https://www.insatslista.se). KRAV:s regler är i hög grad anpassade till EU:s regler, men KRAV har ytterligare några regler utöver EU:s. Du kan läsa mer om EU:s regler på Jordbruksverkets webbplats, [jordbruksverket.se](https://www.jordbruksverket.se). Information om KRAV:s regler finns på KRAV:s webbplats, [krav.se](https://www.krav.se).

EU:s regler för ekologisk produktion förordar framför allt stallgödsel från ekologisk djurhållning. Det är inte tillåtet att använda stallgödsel från ett antal former av mer intensiv konventionell djurhållning, till exempel specialiserad produktion av nötkreatur i spaltgolvsboxar och vissa typer av produktion av slaktgris och fjäderfä, men du får använda stallgödsel från några typer av konventionell djurhållning. Det är också tillåtet att använda biogödsel från biogasproduktion där viss typ av slakteriavfall används i rötningen. Biogasanläggningen ska då vara KRAV-certifierad eller tillåtetbedömd.

Om biogödsel innehåller animaliska biprodukter (ABP) får den inte spridas på ätliga delar av grödan. Som odlare har du ansvaret att ABP-produkter inte hamnar på ätliga delar av grödan. Enligt Europaparlamentets och rådets förordning nummer 1069/2009 får du använda rötresten och kompost i växande vall om det sedan får gå 21 dagar innan skörd av grovfoder (Europaparlamentet, 2009). Betande djur får du släppa ut tidigast efter sex veckor på växande vall där spridning av rötresten eller kompost har skett (Jordbruksverket, 2006).

Animaliska biprodukter med hygieniserade slaktresten som blod- eller benmjöl, ingår ofta i torkade, pelleterade gödselmedel för ekologisk odling. Om du använder sådana produkter gäller särskilda regler för spridning i växande grödor, exempelvis vall. Regler för växtnäring i ekologisk produktion hittar du på [Jordbruksverkets webbplats](https://www.jordbruksverket.se) och under Nationella riktlinjer.

Förutom stallgödsel och biogödsel är ett antal fasta och flytande specialgödselmedel tillåtna i ekologisk odling. Många har sitt ursprung i olika organiska restprodukter,

till exempel kycklinggödsel, vinass, köttmjöl, benmjöl, blodmjöl eller andra biprodukter från livsmedelsindustrin. Vissa oorganiska gödselmedel är också tillåtna enligt EU:s regler till exempel kaliumråsalt, kaliumsulfat framställt av kaliumråsalt genom fysikalisk extraktion, och kalimagnesia. Naturligt förekommande magnesiumsulfat (kieserit) är också tillåtet

Många av de gödselmedel som används i ekologisk odling innehåller ganska mycket fosfor i förhållande till kväve. Du behöver ta hänsyn till fosforinnehållet i de gödselmedel du använder så att givorna blir i linje med reglerna för hur mycket fosfor som får tillföras via stallgödsel och andra organiska gödselmedel och rimliga i förhållande till markens fosforinnehåll och grödans behov. Läs mer om reglerna i [avsnitt 2.2.4.1](#) och fosforgödsling i [kapitel 8](#). Du kan också kontakta ditt kontrollorgan för mer information.

2.5.2. Tungmetallinnehållet kan begränsa tillförseln

För vissa gödselmedel kan tungmetallinnehållet begränsa hur stora givor du får sprida. I KRAV:s regler hittar du gränsvärden för högsta tillåtna tillförsel av tungmetaller med införda gödselmedel per hektar och år under en femårsperiod.

2.5.3. Mylla eller bruka ner organiska gödselmedel

Fasta, organiska gödselmedel är ofta pelleterade men kan också säljas i mjölform, som granulat eller minigranulat. Växtnäringsinnehåll och kemisk sammansättning varierar beroende på vilka råvaror som ingår. Växtnäringsinnehållet är ofta lägre än i mineralgödsel men högre än i stallgödsel. Det är vanligt med givor mellan 500 och 1000 kg per hektar. Välj en spridningsteknik som passar gödselslaget och den giva du har tänkt sprida. Du får bäst effekt av både fasta och flytande organiska gödselmedel om du myllar eller brukar ner dem. Du kan kombiså eller bredsprida pelleterade produkter med mineralgödselspridare. Om du kombisår får du ett bättre kväveutnyttjande samtidigt som du undviker problem med fåglar som kan äta betydande mängder gödselpellets. Nyare försök visar att du får ett bättre kväveutnyttjande av pelleterad organisk gödsel på lerjordar om du myllar ner den 4–6 cm. Även på lättare jordar visar försöken bättre kväveeffekt vid myllning då det ger högre skörd (Delin & Engström, 2021).

Flytande produkter som till exempel vinass, fruktsaft från stärkelseindustrin och biogödsel kan du med fördel mylla ned i samband med radhackning. Andra alternativ är bredspridning och nedbrukning före sådd eller bandspridning med släpslangsramp i växande gröda.



Bild 14. Du får bäst effekt av både fasta och flytande organiska gödselmedel om du myllar eller brukar ner dem. Foto: Henrik Andersson.

2.5.4. Kol/kväveknoten visar hur snabbt kvävet blir tillgängligt

Hur snabbt kvävet i organiska gödselmedel blir tillgängligt för växterna varierar mellan olika gödselmedel. Det påverkas bland annat av gödselmedlets kol/kväveknot, men också av spridningstidpunkt, spridningsteknik, nedmyllning samt markens fuktighet och temperatur.

Effekten av kväve under spridningsåret kan anges i förhållande till kväveeffekten hos mineralgödsel. Mineralgödselns effekt sätts då till 100 % och effekten av de organiska gödselmedlen anges i relation till detta. Det värde du får fram kallas mineralgödselvärdet och beskriver hur stor andel av totalkvävet som kan förväntas bli tillgängligt för grödan under växtsäsongen. Mineralgödselvärdet anges oftast i procent av gödselns totala kväveinnehåll (Delin & Engström, 2021).

I flera fältförsök i spannmål med köttmjölspellets (Biofer och Ekoväx) blev 50–90 % av totalkvävet tillgängligt för grödan under spridningsåret. Motsvarande mineralgödselvärdet var 50–80 % för vinass och 60–80 % för biogödsel. För stallgödsel, förutom fjäderfågödsel, var mineralgödselvärdet ungefär lika stort som andelen ammoniumkväve vid spridning. För nötflytgödsel blev till exempel 30–50 % av kvävet tillgängligt under spridningsåret (Delin & Engström, 2021).

Med hjälp av kol/kväveknoten (C/N-knoten) kan du få en uppfattning om hur stor andel av kvävet som kan bli tillgänglig för grödan. Generellt sett blir större andel av kvävet snabbt

tillgängligt om C/N-kvoten är låg. Flera försök har lett fram till följande tumregler (Delin m.fl., 2010; Delin & Engström, 2021):

- I gödselmedel med låga C/N-kvoter (1–5), till exempel biogödsel och blodmjöl, kan du räkna med att 60–80 % av kvävet frigörs första året.
- För pelleterade köttmjölsprodukter med C/N-kvot 4–5 frigörs 50–90 % av kvävet.
- Hästgödsel och vissa kompostmaterial med höga C/N-kvoter på 12–14 ger mycket liten kvävegödslingseffekt på kort sikt, ofta under 10 %.

Det kväve som finns i köttbenmjöl, vinass och kycklinggödsel och som blir växttillgängligt under första året frigörs ofta inom 1–2 månader efter spridning (Delin m.fl., 2010).

När det gäller långtidseffekten av organisk gödsel så är efterverkan störst året efter spridning. Effekten kan då vara 0–20 % av den mängd kväve som tillförts första året (Delin & Engström, 2021). De 2–3 följande åren är efterverkan ofta kring 3–5 %. I [tabell 5](#) hittar du riktvärden för växtnäringsinnehåll i stallgödsel. Du kan läsa mer om stallgödselns långtidseffekt och hur regelbunden stallgödseltillförsel påverkar markens kväveleverans i [avsnitt 2.2.3.6](#).

3. Spridningsteknik

3.1. Spridningstekniken styrs av vilken form gödselmedlet har

Det finns olika tekniker för att sprida mineralgödsel. Är gödseln i fast form som till exempel granulerad, prillad eller kornad kan den bredspridas med centrifugal- eller rampspridare eller myllas med kombisåmaskin i samband med sådd. Är den i flytande form kan spridningen ske med hjälp av växtskyddsprutan.

Fasta, organiska gödselmedel är ofta pelleterade men kan också säljas i mjölform, som granulat eller minigranulat. Växtnäringsinnehållet är ofta lägre än i mineralgödsel men högre än i stallgödsel, läs mer i [kapitel 2](#). Det är vanligt med givor mellan 500 och 1000 kg per hektar. Välj en spridningsteknik som passar gödselslaget och den giva du har tänkt sprida. Organiska gödselmedel bör kombisås, myllas eller brukas ned för att få bästa effekt.

3.1.1. När passar bredspridning med centrifugalspridare, rampspridning eller kombisådd?

Vid bredspridning har centrifugalspridaren en fördel med en hög kapacitet till en lägre investeringskostnad än rampspridaren. Rampspridaren ger dock full giva ända ut till fältkant samtidigt som den är mindre vindkänslig.

Centrifugalspridaren kan försees med lastceller för att underlätta kalibrering och styrning av givan. Den stora nackdelen är spridning intill fältkanter. Utmaningen är att begränsa kastlängden ut mot fältkanten samtidigt som givan inåt fältet inte blir för hög och spridningsbilden acceptabel.

Med kantspridningsutrustning minskar risken att gödsel hamnar utanför fältet. Några tekniska lösningar som finns på marknaden är ledskenor, justering av varvtal samt förflyttning av nedsläppspunkten på tallriken.



Bild 15. Kantspridningsutrustning minskar risken för att gödsel hamnar utanför fältet. Foto: Jens Blomquist.

Kastlängden ut mot fältkant kan i regel ställas in i två lägen:

- Miljöoptimerad
- Skördeoptimerad

Miljöoptimerad inställning används exempelvis intill en kant där ingen gödsel får spridas utanför fältkanten. Enligt Jordbruksverkets föreskrifter SJVFS 2020:2 (Jordbruksverket,

2020b) om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket får mineralgödsel, stallgödsel samt slam eller andra organiska gödselmedel inte spridas på åkermark så att de hamnar utanför åkern. Läs mer i [kapitel 2](#). Med den skördeoptimerade inställningen sprids mer av granulatet intill fältkanten och mängden som hamnar utanför fältet ökar i regel med någon procent. Inställningen används när man kan acceptera att gödsel hamnar utanför fältkanten, exempelvis där skiftet gränsar till ett närliggande skifte.

Vid gödsling i samband med sådd används med fördel kombisåmaskin. Kombisåmaskinen placerar gödseln i marken på lagom avstånd från såraderna, vilket ger förutsättningar för ett bättre växtnäringsutnyttjande och snabbare tillväxt i början av säsongen innan rotsystemet har hunnit utvecklas, särskilt under torra förhållanden. Kombisåmaskin kan också användas för att mylla både mineralgödsel och torkade, pelleterade organiska gödselmedel i växande stråsäd på våren innan grödan hunnit bli för hög. För organiska gödselmedel bidrar myllningen till att det organiskt bundna kvävet frigörs snabbare och utnyttjas bättre samtidigt som risken för kväveförluster via ammoniakavgång minskar.

3.1.2. Gödselns egenskaper påverkar resultatet

För att få ett bra spridningsresultat krävs också att gödselmedlet uppfyller kraven på fysikaliska egenskaper. För en centrifugalspridare med 24 m arbetsbredd ska gödselkornen ha en tryckhållfasthet på minst 3 kg och medelkornstorleken behöver vara över 2 mm i diameter. Rampspridare och kombisåmaskiner med valsutmatning är mindre känsliga för hårdhet och kornstorlek, men dammig och fuktig gödsel bildar lätt klumpar och beläggningar på utmatningsvalsarna vilket kan påverka både utmatning och spridningsbild.

3.1.3. Testa din spridare

En annan förutsättning för att nå ett bra spridningsresultat är att spridaren är korrekt inställd. Instruktionsboken ger bra grundförutsättningar, men slitage och variationer i gödselmedlens egenskaper påverkar också spridningsresultatet. Att testa spridaren i fält med den aktuella gödseltypen är den bästa lösningen för att få ett bra spridningsresultat. Ett test med spridarbackar ger en snabb uppfattning om spridningsjämnheten i sidled. Backar kan köpas från flera leverantörer. Vissa organisationer tillhandahåller dem också för utlåning. Är du medlem i Greppa Näringen finns möjligheten att ta del av rådgivningen Test av mineralgödselspridare (modul 16B) förutsatt att den är upphandlad i ditt län. Läs mer på greppa.nu.



Bild 16. I Greppa Näringen finns möjligheten att genomföra test av mineralgödselspridare. Foto: Christer Johansson.

Tabell 10. Bedömning av spridningsjämnhet. En variationskoefficient på upp till 15 % accepteras i fält.

Variationskoefficient	Bedömning
0–5 %	Mycket bra
5–10 %	Bra
10–15 %	Tillfredsställande
15–20 %	Ej tillfredsställande
> 20 %	Dålig

Vad säger variationskoefficienten?

Variationskoefficienten är ett mått på spridningsjämnheten. Matematiskt beräknas den som standardavvikelsen dividerat med medelvärdet.

Standardavvikelsen i sin tur beräknas enligt nedanstående formel:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n}}$$

där x = varje enskilt mätvärde, m = medelvärdet och n = antalet mätvärden.

Backarna som används vid test av spridare är 50x50 cm.

Om alla backar innehåller exakt lika mycket gödsel efter överlappning med intilliggande kördrag skulle variationskoefficienten vara 0, men så jämn blir sällan spridningen i praktiken.

Arbetsbredden kan variera beroende på gödselns egenskaper. Optimal arbetsbredd är det avstånd mellan kördragen som ger lägst variationskoefficient efter överlappning.

3.2. Stallgödsel och andra organiska gödselmedel

3.2.1. Flytande gödsel som flytgödsel, urin och biogödsel

3.2.1.1. Tankvagn vanligast

Tankvagn är den vanligaste tekniken för att transportera och sprida flytgödsel och urin. Samma teknik används också vid spridning av andra flytande organiska gödselmedel, till exempel biogödsel som är rötrest från biogasframställning, och vinass. På moderna tankvagnar är centrifugalpumpen ofta tillräckligt kraftigt dimensionerad för att flödet ska kunna hållas konstant med flödesreglering. Flödet delas då mellan spridning och retur till tanken.

Nyttillverkade tankvagnar finns i storlekar från 12 m³ till över 25 m³. Trenden har gått



Bild 17. Gödseltunna eller tankvagn är det vanligaste sättet att transportera och sprida flytgödsel. Tankvagnen kan förses med olika typer av spridaraggregat, på bilden en släpfotsramp. Foto: Christer Johansson.

mot allt större vagnar för ökad transportkapacitet. Problemet är de stora totalvikterna. De stora vagnarna kan väga 30 ton vilket innebär en stor risk för markpackning och körskador. För att minska packnings- och körskadorna blir det allt vanligare med 24 meters arbetsbredd, vilket minskar antalet körspår på fältet. I Gödselkalkylen på greppa.nu kan du jämföra kostnader för transport, spridning och markpackning samt värdet av växtnäringen för olika kombinationer av gödselslag, gröda, jordart, tidpunkt och spridningsteknik.

3.2.1.2. *Matarslangsystem minskar markpackningen*

En annan lösning för att behålla en hög transport- och spridningskapacitet och samtidigt minska risken för markpackning är att pumpa ut gödseln till spridarekipaget på fältet. Flera tillverkare marknadsför matarslangsystem där gödseln pumpas från en gödselbehållare eller ett mellanlager vid fältkanten. Med ett mellanlager vid fältkanten kan du få hög spridningskapacitet även med en mindre tankvagn. Transporten mellan gård och mellanlager kan då ske med en större tankvagn eller med lastbil.



Bild 18. Med ett matarslangsystem går det att minska markpackningen jämfört med att köra med en tankvagn. Foto: Christer Johansson.

Mellanlagret kan bestå av till exempel en växelflakscontainer eller en begagnad tank från en lastbil. System med matarslang är fortfarande inte så vanliga, men intresset har ökat på senare tid. Tekniken gör det möjligt att i högre grad styra spridningen till de tider på året då du får bäst växtnäringseffekt.

3.2.1.3. *Bredspridning – enkel och billig teknik*

Principiellt skiljer man mellan bredspridning där gödseln sprids över hela markytan, bandspridning där den läggs i strängar eller band på marken och myllning där den placeras nere i marken.

Den enklaste och billigaste tekniken är bredspridning där gödseln sprids över hela markytan. Den vertikala spridarplattan är vanligast. Den riktar gödseln nedåt och utåt sidorna och spridningsbilden påverkas därför mindre av vinden än med en horisontell spridarplatta. Fördelarna med bredspridning är framför allt att tekniken är billig och okomplicerad. Nackdelen är att gödseln hamnar på grödan och hela markytan, vilket gör att den exponerade gödselytan blir stor. Avgången av både lukt och ammoniak kan därmed också bli stor, särskilt vid spridning på vall, stubb eller i växande stråsäd. Vid spridning på vall är risken också stor att gödsel följer med in vid skörd och ger försämrad kvalitet på ensilaget. Läs mer om förluster i samband med spridning i [kapitel 2.2.3.3](#).

3.2.1.4. *Spridning med släpslang eller släpfot minskar kväveförlusterna*

Med släpslångs- eller släpfotsramp bandsprides gödseln i strängar på markytan. Fördelarna jämfört med bredspridning är framför allt lägre ammoniakavgång, mindre lukt och minskad

nedsnutsning av grödan vid spridning i växande stråsäd och på vall. Bandspridning ger dessutom en bestämd arbetsbredd och bättre spridningsjämnhet i sidled. En nackdel kan vara att tekniken är känsligare för störningar som till exempel föroreningar i gödseln än spridarplattan. Rampens fasta arbetsbredd gör att man kan använda fasta körspår, vilket minskar körskadorna. Bandspridning ger lägre ammoniakförluster än bredspridning i växande gröda och på stubb, men inte alltid på öppen jord. Det beror på att ytan som täcks av gödsel och ytan som ammoniak kan avgå från blir mindre. På öppen jord sker ammoniakavgången långsammare, men om gödseln inte brukas ned blir skillnaden inte så stor i slutändan.



Bild 19. Med släpfot får gödseln en bättre markkontakt. Foto: Johan Malgeryd.

Släpfoten ger gödseln bättre markkontakt än släpslangen. Den har till skillnad från släpslangen en fjädrande upphängning och söker sig fram längs markytan. Vid spridning i växande gröda och på vall viker släpfoten undan strån och växtdelar och placerar gödseln i strängar med god markkontakt. Om jorden är lucker, till exempel vid spridning i växande stråsäd eller på öppen jord, myllas gödseln till och med ned under markytan. Under sådana förhållanden blir ammoniakavgången nästan lika låg som vid spridning med ytmyllningsaggregat. Vid spridning på vall däremot blir ammoniakavgången ungefär densamma som vid spridning med släpslangsramp. Släpfotsteknikens fördelar jämfört med myllningsaggregat är lägre dragkraftsbehov, större arbetsbredd och mindre vikt.

3.2.1.5. Myllning ger lägst ammoniakavgång

Vid ytmyllning av flytgödsel i stubb eller på bearbetad jord, så kallad svartjordsmyllning kan relativt enkla och billiga myllare användas. Vanligast är kultivatoraggregat som har kompletterats med en gödselfördelare och slangar som fördelar ut gödseln. Principen är densamma som för en vanlig kultivator, men till varje kultivatorpinne är en gödselförelare kopplad.

För ytmyllning av flytgödsel på vall och i växande stråsäd används som regel skivbillsaggregat. Aggregat med två vinkelställda skivor har visat sig fungera bäst under hårda markförhållanden (Rodhe, 2003). Jämfört med andra metoder ger spridning med myllningsaggregat avsevärt lägre förluster av ammoniak.

Öppen ytmyllning på vall kan minska ammoniakavgången med 50 % jämfört med bandspridning. Myllningsaggregat har dock större dragkraftsbehov och en begränsad arbetsbredd och ger därmed en



Bild 20. Spridning med matarslang och ytmyllningsaggregat för spridning i vall minskar både markpackning och ammoniakförluster. Foto: Pernilla Kvarmo.

högre spridningskostnad. Myllning kan i vissa fall öka förlusterna av kväve som kvävgas eller lustgas vid spridning i vall eftersom det ibland är lite fuktigare i jorden än på ytan. Eftersom de totala kväveförlusterna minskar jämfört med bandspridning är myllning ändå att rekommendera (Rodhe, 2014).

3.2.2. Fast- och kletgödsel

Dagens fastgödselspridare är konstruerade för att sprida olika typer av fastgödsel och andra organiska gödselmedel med liknande egenskaper, till exempel slam. De har en hydrauliskt driven bottenmatta och kan också utrustas med lastceller för enklare kalibrering och styrning. Spridare med skruvutmatning förekommer också. De är framför allt anpassade för spridning av kletgödsel, hönsgödsel och avloppsslam.



Bild 21. Tvåstegsspridare som sprider fastgödsel. Foto: Christer Johansson.

Det finns olika lösningar för sönderdelning och fördelning av stallgödseln:

- Horisontella spridarvalsar.
- Vertikala spridarvalsar.
- Roterande tallrikar eller vingar.
- Tvåstegsspridare med horisontella eller vertikala valsar samt spridartallrikar eller vingar.

I rapporter från tyska DLG (organisation som bland annat testar lantbruksmaskiner) kan man hitta testresultat för olika typer av gödselspridare, se [tabell 11](#).

Tabell 11. Exempel på spridningsresultat från DLG-tester av stallgödselspridare (DLG 2006a; DLG, 2006b).

Testad spridartyp, fabrikat och modell	Stallgödseltyp	Giva, ton/ha	Arbetsbredd, m	Variationskoefficient, %
Två stående valsar, Samson SP 12 (DLG. 2006a)	Ströbädd	10	11	14
	Ströbädd	30	13	17
	Hönsgödsel	2,7	7,5	17
Tvåstegsspridare, Bergman TSW 2016 S (DLG. 2006b)	Ströbädd	10	17,5	15
	Ströbädd	30	18	16
	Hönsgödsel	2,7	10	17

3.3. Teknik för att styra gödselgivan

Det finns idag stora möjligheter att precisionsstyra spridningen av både mineral- och stallgödsel. Tidigare har man ofta utgått från hela fältet när man beslutat om gödsling. Med sensorteknik och geografisk positionering med hjälp av satellit (GPS) kan du variera givan efter hur markförhållanden och skördepotential varierar inom fältet. Genom att använda GPS-teknik kan centrifugalspridaren anpassa inställningen av spridaren vid exempelvis körning i kilar. Till- och frånslag styrs då automatiskt för att undvika dubbelspridning vid vändtegen.

3.3.1. Styr kväve

Ofta varierar kvävebehovet inom fältet. Genom att variera gödselgivan utifrån behovet kan du uppnå jämnare skörd och kvalitet och minska kväveförlusterna. Du kan variera givan inom fältet med hjälp av styrfiler. Dessa kan baseras antingen på satellitmätningar (till exempel från CropSAT) eller på mätningar gjorda direkt vid körning i fält med en kvävesensor monterad på traktorns tak. Båda dessa system mäter reflekterat ljus i olika våglängder och tar hänsyn till grödans färg och täthet.

Alla metoder som utnyttjar den gröna färgen för att styra kvävegödsling förutsätter att grödan är frisk och att det inte finns några andra växtnäringsbrister eller störningsmoment, exempelvis torka eller alltför mycket ogräs i förhållande till grödan. Därför är det viktigt att även titta i fält för att bedöma orsakerna till att grödan ser ut som den gör på satellitbilden.

Det är bra att kombinera olika metoder när du ska bedöma hur mycket kväve grödan behöver. Läs mer om ogödslade rutor i [kapitel 1](#). Läs mer om olika verktyg och metoder på Greppa Näringens webbplats, greppa.nu och [Precisionsskolan](#).

3.3.2. Styr fosfor och kalium

Om markens innehåll av fosfor och kalium varierar mycket inom samma fält kan du överväga att precisionsgödsla även med dessa näringsämnen för att jämna ut skillnaderna. Du behöver då skapa styrfiler utifrån markkartan, exempelvis P-AL. Med hjälp av markkarteringsdata och lämplig programvara kan man också framställa styrfiler till både flyt- och fastgödselspridare för att styra givan efter markens fosforinnehåll. Några leverantörer kan även utrusta flytgödseltunnor med NIR-instrument som mäter ts-halt, totalkväve-, ammoniumkväve- och kaliuminnehåll i varje lass. NIR-instrument mäter reflekterat ljus med våglängder nära det infraröda spektrumet.



Bild 22. I CropSAT kan du skapa tilldelningsfiler som kan användas för att styra spridare utifrån satellitbilder baserade på vegetationsindex. Foto: Cropsat.se.



Bild 23. Kvävesensorn på traktorns tak mäter grödans färg och täthet. Gödselspridaren varierar sedan kvävegivan efter grödans behov. Foto: Lantmännen.

4. Strategier och riktgivor för kvävegödsling

Kväve är det näringsämne som har störst påverkan på skördens storlek och kvalitet. Brist på kväve sänker skörden och ger låg proteinhalt. Överskott av kväve kostar pengar och utgör en stor risk för förluster till miljön i form av lustgasavgång och utlakning.

4.1. Kvävets roll i växten och symptom vid brist

Kväve ingår i proteiner, klorofyll och vissa hormoner (Fogelfors, 2001). Symtom på kvävebrist kan du se först på äldre blad som blir blekgröna och gulaktiga. Det ska inte förväxlas med svavelbrist där symtomen syns på de yngre bladen. Vid kraftig kvävebrist hämmas tillväxten, blad vissnar och kärn- eller frösättning minskar. I spannmål kan stjälken bli kort och tunn och få en rödaktig färg på nedre delen av stjälken. I raps kan de äldre bladen få gul till rödviolett färgton och stjälken bli tunn (Aasen, 1997; West Larsen, 1998).

Planera och anpassa gödslingen:

- I. Välj strategi och planera noggrant. Ta hänsyn till
 - a. riktgivor utifrån förväntad skörd och önskad kvalitet.
 - b. förfrukt, organiska gödselmedel, såtidpunkt och såteknik.
 - c. egen erfarenhet av fältets skördepotential och kvävelevererande förmåga.
- II. Anpassa gödslingen under säsongen
 - a. efter årsmån.
 - b. efter fältets förutsättningar.
 - c. med hänsyn tagen till inomfältvariationen (precisionsgödsling).

4.2. Målet är att uppnå ekonomiskt optimal kvävegiva

4.2.1. Optimal kvävegiva – kostnad för kväve är lika stor som värdeökning för skörden

När du ökar kvävegivan ökar oftast skörden, men bara upp till en viss nivå. Med ekonomiskt optimal kvävegiva menar vi den mängd kväve där kostnaden för det sista kilot kväve är lika stor som värdet du får tillbaka i skörd. Värdet kan komma från större skörd eller bättre kvalitet, till exempel högre proteinhalt.

4.2.2. Totala behovet kan inte förutsägas

Du kan planera din gödsling i förväg, men aldrig förutsäga slutligt kvävegödslingsoptimum. De årliga variationerna i gödslingsbehov är stora och enda sättet att hitta rätt kvävenivå är att gödsla två eller flera gånger under säsongen och ta hänsyn till årsmånen. För att kunna göra det måste du välja en strategi som börjar med en första giva som gärna är lite lägre än normalbehovet. Om det sedan visar sig att behovet är större kan du fylla på med mer kväve. På så sätt riskerar du inte att gödsla för mycket ett dåligt år eller att förlora intäkt ett bra år.



Bild 24. Vid optimal giva är kostnaden för det sista kilot kväve lika stor som värdeökningen för skördeprodukten. Foto: Erik Karlsson.

4.2.3. Riktgivor som utgångspunkt i planeringen

Vi har tagit fram riktgivor för kvävegödsling till spannmål, vall och oljeväxter. De bygger på gödslingsförsök från regionala försök och forskningsresultat. Använd riktgivorna som stöd när du planerar gödslingen inför kommande säsong.

Riktgivorna för spannmål och oljeväxter är anpassade efter odling på mineraljordar med spannmål som förfrukt och på gårdar utan djur. Du kan alltså behöva ändra kvävegivan om du har en annan förfrukt än spannmål eller om du har haft djur på gården under lång tid. Du kan även använda schemat i [bilaga 1](#) för att göra justeringar.

Riktgivorna för vall är anpassade efter att gården har en djurenhet per hektar. Därför behöver du inte justera vallgödslingen för långsiktig stallgödseffekt om inte djurhållningen är betydligt större eller mindre än en djurenhet per hektar.

Uppskatta ungefärlig skördenivå på fältet och läs i [tabell 16](#) hur mycket kväve som behövs vid den förväntade skördenivån. Därefter anpassar du givan efter förfrukt och förväntad

mineralisering av kväve. Förutsättningarna varierar mycket mellan fält och tabellvärdena stämmer sällan exakt för ett enskilt fält.

När du räknar på gödselgivan ska du räkna in allt kväve som tillförs i lättillgänglig form med stallgödsel och mineralgödsel. Justera givan efter kväveeffektiviteten hos det gödselmedel du väljer. Läs mer i [kapitel 2](#).

4.2.4. Antagna kostnader och intäkter

Vi räknar med ett femårsmedelvärde för priser på gödsel- och skördeprodukter. Rekommendationerna räknas fram med hjälp av en priskvot som är kvävepriset delat med nettopriset för varan. Erfarenheten visar att priskvoten påverkar de rekommenderade kvävegivorna betydligt mindre än de biologiska faktorerna som till exempel nederbörd och mineralisering i marken. Priskvotens betydelse har ofta legat inom +/- 10 kg per hektar, medan skillnaden i optimal gödsling mellan olika försöksplatser ligger på en högre nivå. Läs mer i [kapitel 4.3.4](#). Därför har vi valt att tona ner priskvotens betydelse för gödslingsnivån.

För att visa hur prisvariationer kan påverka gödslingsoptimum har vi gjort känslighetsanalyser för höstvetete, vårkorn och vall. Där visar vi hur mycket den rekommenderade kvävegivan ändras vid olika prisnivåer. Läs mer i [kapitel 4.3.3](#) och [4.5](#).

För spannmål grundar sig femårsmedelvärdet på Lantmännens priser för Pool 1 under de fem senaste åren 2020–2024. När vi beräknat optimum har vi dragit bort rörliga, skördeberoende kostnader från spannmålspriset. Vi har även justerat priserna utifrån proteinhalt för brödvete, malkorn och vårvete - se [tabell 13](#), [14](#) och [15](#). För gödsel grundar sig femårsmedelvärdet på priset för kväve, fosfor och kalium i juli inför respektive odlings-säsong (2020–2024). Priser för spannmål och gödsel hittar du i [tabell 12](#).

Eftersom flera olika faktorer används för att beräkna optimal kvävegiva till oljevaxter har variationer i priskvoten inte så stor betydelse för rekommendationerna. Därför används en fast priskvot på 3 för oljevaxter. Det motsvarar ett pris på 3,30 kr per kg för höstraps om kvävepriset är 10 kr per kg.

Det finns ingen fast marknad för vall och kostnaderna för skörd och lagring varierar mycket. Därför har vi uppskattat värdet för vallen på rot före skörd. Vi uppskattar att vallfoderpriset på rot motsvarar ungefär halva spannmålspriset för fodervete och foderkorn, se [tabell 12](#). Fler skördar ger spädare växtmaterial och högre näringsmässig kvalitet.



Bild 25. Använd riktgivorna för att planera gödslingen, men anpassa givan efter fältets och årets förutsättningar. Foto: Hans Jonsson.

Tabell 12. Antagna priser inför 2026 för gödsel, spannmål och rörliga kostnader.

För vall är det pris på rot.

Gödsel	Pris (kr/kg)
Kväve	15,65
Fosfor	35,76
Kalium	14,50
Spannmål	Pris (kr/kg)
Höstvete (bröd)	2,39
Höstvete (foder)	2,16
Vårkorn (malt)	2,60
Vårkorn (foder)	2,05
Vall	Pris på rot (kr/kg ts)
3 skördar	1,05
Rörliga kostnader spannmål	Pris (kr/kg)
P, K	0,16
Torkning	0,13
Frakt	0,08
Summa (cirka)	0,37

Tabell 13. Prisjustering protein brödvete.

Proteinhalt (%)	Prisjustering (öre/kg)
> 12,0	+5
11,9	+4
11,8	+3
11,7	+2
11,6	+1
11,0–11,5	0
10,9	-1
10,8	-2
10,7	-3
10,6	-4
10,5	-5
< 10,5	Foder

Tabell 14. Prisjustering protein maltkorn.

Proteinhalt (%)	Prisjustering (öre/kg)
> 12,0	Foder
12	-10
11,9	-8,0
11,8	-6,0
11,7	-4,0
11,6	-2,0
11,5	-1
11,4	-0,8
11,3	-0,6
11,2	-0,4
11,1	-0,2
10,0–11,0	0
9,9	-0,2
9,8	-0,4
9,7	-0,6
9,6	-0,8
9,5	-1
9,4	-2,5
9,3	-4,0
9,2	-5,5
9,1	-7,0
9,0	-8,5
< 9,0	Foder

Tabell 15. Prisjustering protein vårvede.

Proteinhalt (%)	Prisjustering (öre/kg)
≥ 14,0	+10
13,9	+8
13,8	+6
13,7	+4
13,6	+2
13,0–13,5	0
12,9	-2
12,8	-4
12,7	-6
12,6	-8
12,5	-10
< 12,5	Foder

4.3. Kväverekommendationer och strategier för stråsäd

4.3.1. Optimal giva utgå från hur skörd och proteinhalt varierar med ökande kvävegödsling

För höstvede och vårkorn finns det många försök med varierande kvävegivor, så kallade kvävestegar. Vi använder resultat från de senaste 10 årens försök, vilket ger en bild av aktuellt sortmaterial och aktuell odlingsteknik. I vissa fall har vi gjort undantag, bland annat om det inte genomförts tillräckligt många försök eller om försöken inte varit representativa för odlingen. För övriga stråsådesgrödor använder vi de försöksresultat som finns tillgängliga och gör jämförelser med höstvede och vårkorn. I gödslingsförsöken används främst mineralgödsel i form av ammoniumnitrat (NH_4NO_3). Som kompletteringsgiva används kalksalpeter.

Vi har beräknat ekonomiskt optimal kvävegiva efter hur skörd och proteinhalt varierar med kvävegivan. Vi har anpassat skörd och proteinhalt efter tredjegradsfunktioner och beräknat nettointäkten för olika kvävenivåer utifrån antagna priser. Därefter bestäms den kvävegiva som är ekonomiskt optimal i varje enskilt försök.

Vi utgår sedan från ett medelvärde för alla försök och korrigerar givan till olika skördenivåer. Korrektionsfaktorerna har vi tagit fram utifrån sambandet mellan optimal kvävegiva och skörd i samtliga försök.

4.3.2. Förebygg liggsäd

Du kan minska risken för liggsäd genom att:

- Välja stråstarka sorter.
- Undvika tidig gödsling i täta bestånd.
- Gödsla flera gånger under säsongen.
- Anpassa den totala kvävegivan efter skördepotential och markens kväveminerisering.

En behandling med tillväxtreglerande medel kan förbättra stråstyrkan och därmed minska risken för liggsäd. Tillväxtreglering är dock inte någon garanti för att liggsäd helt undviks. Det är bättre att jobba med förebyggande åtgärder.

Risken för liggsäd är störst i vårsäd, råg och höstkorn. I höstvetete och rågvete är risken för liggsäd mindre. Riktgivorna för råg i [tabell 16](#) är anpassade för att tillväxtreglering används, medan övriga grödor är anpassade för odling utan tillväxtreglering.

Tabell 16. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till stråsäd 2026. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsäd. Utgå alltid från normalskörd på fältet. Du kan inte läsa tabellen baklänges och räkna med att en högre kvävegiva automatiskt kommer att ge en högre skörd.

Gröda	Skörd (ton/ha)							
	4	5	6	7	8	9	10	11
Höstvetete bröd		120	140	160	180	200	220	240
Höstvetete foder		120	135	150	165	180	195	210
Rågvete/höstkorn		105	125	140	155	170		
Råg		70	80	90	100	110	120	130
Vårvetete bröd ^{a)}	125	145	165	185	205			
Korn foder ^{a)}	70	85	100	115	130	145		
Korn malt ^{a)}	70	85	100	115	130	145		
Havre ^{a)}	60	80	95	110				

a) Givorna till vårsäd avser radmyllning av gödsel. Vid bredspridning öka givan med ca 10 kg N/ha.

4.3.3. Höga priser påverkar rekommendationerna

För att ge en bild av hur priskvoten påverkar riktgivorna har vi beräknat den ekonomiskt optimala givan vid varierade kväve- och spannmålspriser. Beräkningarna utgår ifrån en skörd på 7 ton per hektar för höstvetete till bröd (tabell 17 och diagram 1) och 6 ton per hektar för malkorn (tabell 18 och diagram 2). Tabellerna visar hur olika priskvoter teoretiskt kan påverka optimal giva. I praktiken sker dock justeringar på marknaden så att de ”extrema värdena” för priskvoter sällan blir långvariga.

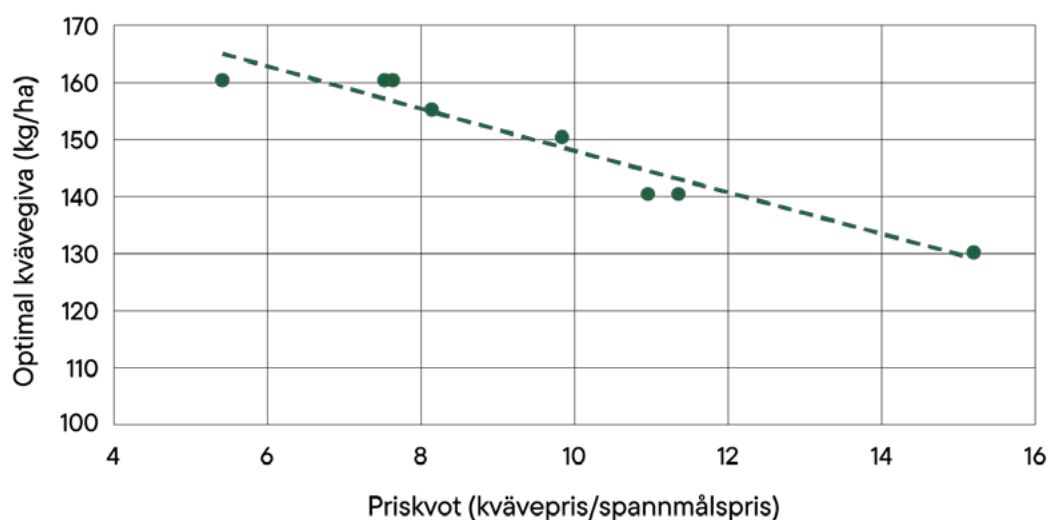
Det är inte bara priserna som påverkar hur mycket kväve som är lämpligt att lägga i varje enskilt fall. Det finns flera andra aspekter att ta hänsyn till, såsom kvalitetskrav och foderbehov med mera. De biologiska faktorerna som till exempel nederbörd, temperatur och fältets kväveleverande förmåga påverkar gödslingsbehovet mer än prisförändringarna, läs mer i [kapitel 4.2.2](#).

Tabell 17. Riktgiva för 7 ton höstvetete bröd per hektar vid olika priskvoter. Tabellen visar hur priskvoter teoretiskt kan påverka optimal giva.

Spannmålspris (brutto, kr/kg)	Kvävepris (kr/kg)	Priskvot ^{a)}	Optimal kvävegiva (kg/ha)
2,39	15,65	7,7	160
2,39	20,0	9,9	150
3,00	20,0	7,6	160
3,00	30,0	11,4	140
3,00	40,0	15,2	130
4,00	20,0	5,5	160
4,00	30,0	8,2	155
4,00	40,0	11,0	140

a) Priskvot = kvävepris delat med spannmålspris (efter avdrag på 0,36 kr/kg för rörliga kostnader).

Diagram 1. Teoretisk optimal kvävegiva beroende på priskvot, brödvete 7 ton/ha.

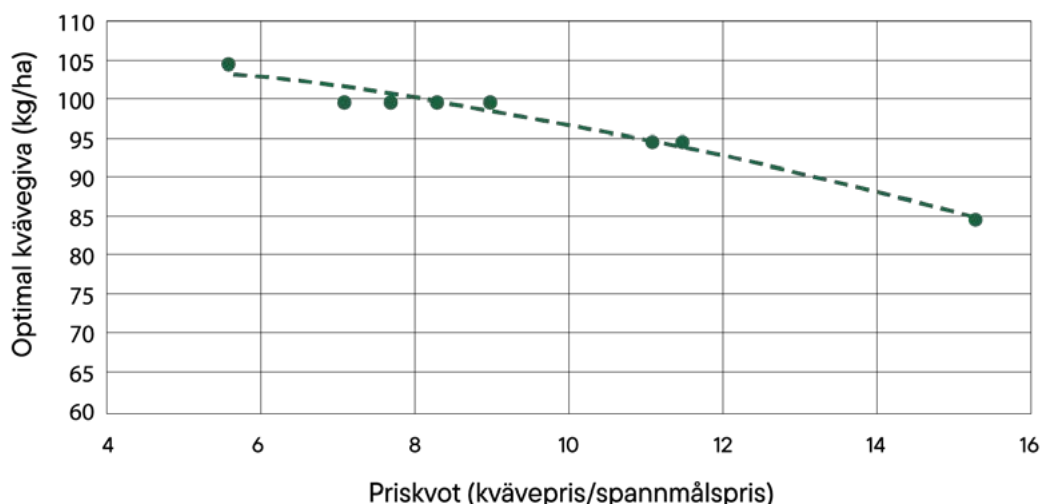


Tabell 18. Riktgiva för 6 ton maltkorn per hektar vid olika priskvoter. Tabellen visar hur priskvoter teoretiskt kan påverka optimal giva.

Spannmålspris (brutto, kr/kg)	Kvävepris (kr/kg)	Priskvot ^{a)}	Optimal kvävegiva (kg/ha)
2,60	15,65	7,0	100
2,60	20,0	8,9	100
3,00	20,0	7,6	100
3,00	30,0	11,4	95
3,00	40,0	15,2	85
4,00	20,0	5,5	105
4,00	30,0	8,2	100
4,00	40,0	11,0	95

a) Priskvot = kvävepris delat med spannmålspris (efter avdrag på 0,36 kr/kg för rörliga kostnader).

Diagram 2. Teoretisk optimal kvävegiva beroende på priskvot, maltkorn 6 ton/ha.



4.3.4. Stora variationer i ekonomiskt optimal giva

Variationen i gödslingsoptimum är stor mellan fält och år. I de fältförsök som ligger bakom rekommendationerna ligger optimum i höstvetete vid 8–9 ton mellan 85 och 260 kg per hektar, vilket innebär en skillnad på 45–130 kg N jämfört med riktvärdet.

För maltkorn varierade den optimala givan i försöken mellan 50 och 160 kg per hektar vid skördar på 6–7 ton per hektar. Vilket är en skillnad på 45–65 kg per hektar jämfört med riktvärdet. Detta visar hur viktigt det är att du anpassar givan till förutsättningarna på ditt eget fält. Att anlägga en nollruta är ett bra sätt att ta reda på fältets egna kväveleverans det enskilda året, läs mer i [kapitel 1.2.3](#).



Bild 26a och b. Lägg ut en presenning eller stäng av gödselutmatningen några meter (bild 26a) så får du en nollruta där du ser hur mycket kväve marken levererar (bild 26b). Om nollrutan är frodig och grön kan du minska gödslingen i fältet. Om nollrutan är tunn och blek medan fältet i övrigt är frodigt, kan du i stället behöva öka gödslingsnivån. Foton: Katarina Börling.

4.3.5. Riktgivorna för höstvetete utgår från aktuella försöksresultat

Vi har använt 88 försök med höstvetete utan proteinbetalning från åren 2012–2020 och 2024 för att räkna fram ett medelvärde på gödslingsoptimum. Beräkningarna är baserade på antagna priser, se [tabell 12](#). Medelvärdet på gödslingsoptimum är 190 kg kväve per hektar vid en skördenivå på cirka 9 900 kg per hektar och proteinhalt på 11,0 %.

För höstvetete med proteinbetalning har vi inte tagit med försöken med fodersorter. Försöksunderlaget består av 69 försök. Detta ger ett medelvärde på optimum på cirka 220 kg kväve per hektar vid en skördenivå på cirka 10 000 kg per hektar och en proteinhalt på 12,0 %.

4.3.5.1. Anpassa gödningen efter sort

Höstvetesorterna kan delas in i tre grupper utifrån hur kvävebehovet varierar: hög-, medel-, respektive lågproteinsorter enligt försöksserie L7–150 (Hammarstedt & Nilsson, 2019; 2020).

Högproteinsorterna Praktik, Julius, Linus, Etana och Bright har relativt höga proteinhalter (12–13 %) vid ekonomiskt optimal gödning, oavsett skördenivå. Därför lämpar sig dessa sorter för odling av brödvete.

Lågproteinsorterna Torp och Hereford ger ofta höga skördar, men har proteinhalter på 10–11 % vid optimum. Det är svårt att höja proteinhalten i dessa sorter även om man försöker reglera med kvävegödningen. Därför passar dessa sorter bäst för odling av fodervete, stärkelsevete eller etanolvete utan krav på proteinhalt.



Bild 27. Höstvetete. Foto: Urban Wigert.

För mellangruppen kan proteinhalten i viss mån regleras med gödningen, beroende på vad spannmålen ska användas till. I denna grupp finns sorterna Reform, Brons, Informer och Hallfreda. Eftersom det kan vara svårt att reglera proteinhalten med gödningen är det viktigt att välja en sort som passar odlingsinriktningen på gården.

4.3.6. Strategier för höstvetete – välj strategi efter odlingsinriktning

Välj en gödningstrategi som passar din odlingsinriktning och de kvalitetskrav du har. Det är en fördel att planera för flera kvävegivor så att du kan anpassa gödningen under säsongen. Det minskar risken för liggsäd och även risken för kväveförluster genom utlakning och lustgasavgång.

För att kunna uppnå en hög kväveeffektivitet är det viktigt med ett väl etablerat bestånd under hösten. Normalt sett är det inte lönsamt att gödsla med kväve till höstvetete på hösten. Det kan dock ändå vara ekonomiskt försvarbart att lägga en mindre mängd kväve under hösten om det ingår i ett annat gödselmedel med till exempel fosfor och kalium. Tänk på att följa lagkraven för gödning med kväve till höstsäd på hösten (se [kapitel 2](#)).



Bild 28. Genom att dela upp gödslingen i flera kvävegivor minskar du riskerna för förluster och gör det möjligt att anpassa totala kvävegivan efter årets förutsättningar. Foto: Pernilla Kvarmo.

En tidig gödsling kan öka bestockningen till sent såddhöstvet. Tänk på att en tidig giva oftast inte kompenserar hela skördebortfallet i ett svagt bestånd som haft en dålig etablering eller delvis utvintrat. Det finns snarare en risk att kvävet försvinner innan grödan hinner ta upp det. I ett bra höstvetebestånd finns det normalt sett inte något behov av tidig kvävegödsling på våren för att gynna bestockningen.

Kvävet på våren bör läggas så att en tillräckligt stor del är tillgänglig inför stråskjutningen. Om det inte finns tillräckligt med kväve för plantan inför stråskjutningen kan antalet skott reduceras. Grödan kan dock till viss del kompensera färre antal skott med fler småax och större kärnor. Utvecklingsrytmen i olika höstvetesorter varierar. Tidiga sorter har genetiskt en tidigare utveckling och tillväxt och behöver därför tillgång till kväve något tidigare än medelsena och sena sorter.

Gödslingsstrategierna baseras på att du använder gödselmedel med ammoniumnitrat eller kalksalpeter vid gödsling i växande gröda.

Strategier för kvävegödsling till höstvet

Utvecklingsstadier för stråsäd enligt Zadoks skala (DC)

5 - Roten växer ut från kärnan
 10 - Uppkomst
 13 - 3 blad utvecklade
 22 - huvudskott + 2 sidoskott
 24 - huvudskott + 4 sidoskott
 30 - begynnande stråskjutning
 31 - 1:a noden kan kännas
 32 - 2:a noden kan kännas
 37 - flaggbladet just synligt

39 - flaggbladets slida just synlig
 45 - flaggbladets slida vidgad
 55 - halva axet framme
 65 - full blom
 75 - mjölkmodnad

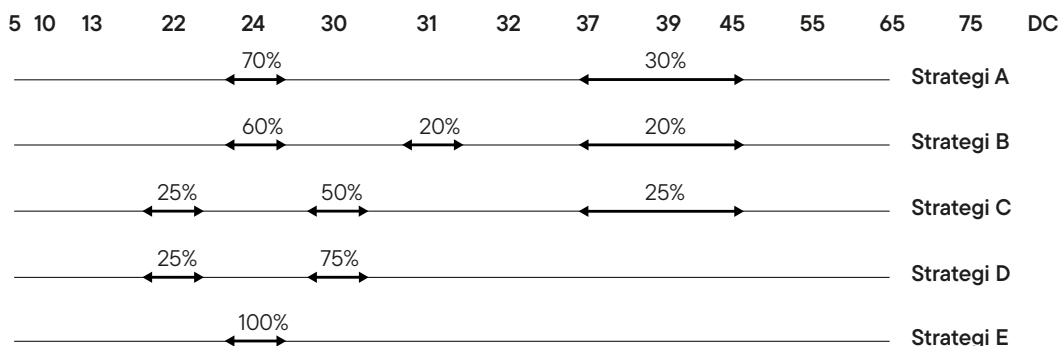
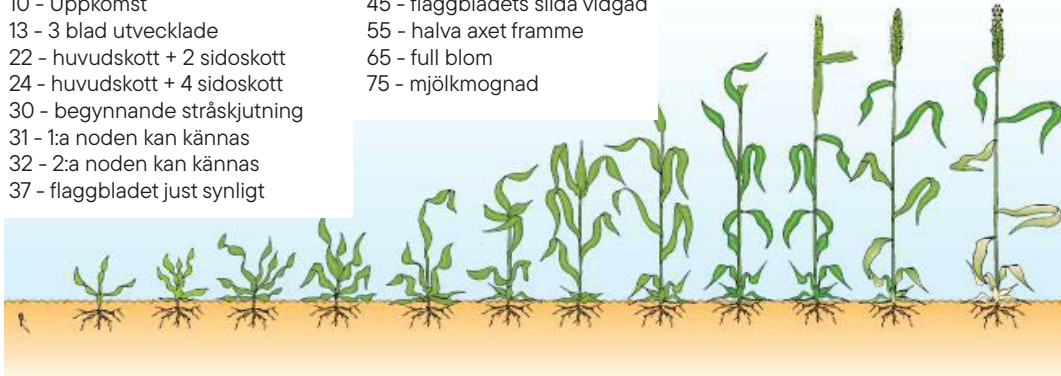


Bild 29. Bilden visar olika strategier för kvävegödsling till höstvet och ungefär hur stor andel av den totala kvävegivan som du bör ge vid olika utvecklingsstadier.

4.3.6.1. Tvådelad kvävegiva ger möjlighet att årsmånsanpassa

Eftersom det totala kvävebehovet inte går att förutse bör du dela upp gödslingen i minst två givor. Vanligen delas gödslingen upp i huvudgiva och kompletteringsgiva. Grundrekommendationen är att tillföra cirka 70 % av totalmängden som huvudgiva i senare delen av bestockningsfasen och att komplettera med cirka 30 % (strategi A).

Avvakta så länge som möjligt med den sista kvävegivan. Då har du möjlighet att öka, minska eller helt avstå från ytterligare gödsling beroende på markens mineralisering och hur grödan ser ut. Fältförsök har visat att sista givan strax före axgång (i DC 45, när flaggbladets slida är vidgad) ger samma skördenivå men högre proteinhalt och tusenkornvikt jämfört med att tillföra allt kväve före stråskjutning (Nilsson, 2016). Andra fältförsök visar att det går att påverka både skörd och proteinhalt vid gödsling fram till avslutad blomning (DC 69). Men då behöver kvävet ges i form av kalksalpeter så att det är direkt växttillgängligt (Jönsson & Hansson, 2018).

På fält med svag kvävetillgång i försommartorra områden kan du lägga en tidig bestockningsgiva i DC 22 för att grödan ska klara en eventuell torrperiod och för att sidoskotten inte ska reduceras i lika stor utsträckning. Bestockningsgivan kan vara cirka 25 % av planerad totalgiva (strategi D). Resterande 75 % av kvävet läggs strax före stråskjutningen. Du har dock ingen möjlighet att årsmånsanpassa givan med denna strategi.

4.3.6.2. Tre eller flera kvävegivor vid höga skördar och krav på proteinhalt

Om du förväntar dig höga skördar och om det är angeläget att nå viss proteinhalt kan du dela upp givan på tre eller fyra tillfällen.

Minska huvudgivan något jämfört med strategi A. Fördela resterande kväve jämnt mellan en giva i tidig stråskjutning och en sen kompletteringsgiva. Fördelningen kan då bli 60 % till huvudgivan, 20 % vid tidig stråskjutning och 20 % kompletteringsgiva (strategi B). Precis som för en tvådelad giva är det bra att avvakta så länge som möjligt med den sista kvävegivan och anpassa den efter markens mineralisering och hur grödan ser ut. Försöksresultat visar att du kan få effekt av gödslingen ända fram till avslutad blomning (se resonemang [kapitel 4.3.6.1](#)) (Jönsson & Hansson, 2018).

I vissa fall kan första givan behöva läggas relativt tidigt för att klara en eventuell torrperiod, precis som i strategi D. Då kan det vara lämpligt att lägga 25 % av den totala kvävegivan i bestockningsfasen och sedan 50 % strax före stråskjutning och 25 % vid en sen kompletteringsgiva (strategi C). Fördelen jämfört med strategi D är att du då kan anpassa den sista givan efter årsmånen.

4.3.6.3. Planera alltid för att gödsla mer än en gång

Planera alltid för att gödsla minst två gånger. Om du lägger all kvävegiva på en gång (strategi E) finns ingen möjlighet till anpassning efter årets förhållanden. Du kan aldrig veta hur mycket kväve grödan behöver förrän senare under säsongen. Risken för förluster ökar också. Men ett år med lågt kvävebehov kan du hamna i en situation där en sista giva inte behövs och det räcker med bara den första giva du lagt inför stråskjutningen.

4.3.7. Riktgivor och strategier för rågvete – dela givan

Mellan åren 2001 och 2008 ingick rågvete i sort/kväveförsök i norra Götaland och Svealand tillsammans med höstvetete. Ekonomiskt optimal kvävegiva ligger ungefär som för fodervete, men priskillnaden mellan fodervete och rågvete gör dock att rekommendationen till rågvete är något lägre än till fodervete.

Precis som i andra stråsädesgrödor bör du planera för att gödsla två gånger. Du kan ge en mindre giva, cirka 30 % av beräknat totalbehov, så snart marken är farbar för att säkerställa grödans tidiga kvävebehov. Resten tillförs när grödan är i sent bestockningsstadium.



Bild 30. Rågvete. Foto: Lina Norrlund.

4.3.8. Riktgivor och strategier för höstkorn – dela givan och minska risken för liggsäd

För höstkorn har vi använt resultat från 23 kväveförsök i höstkorn i södra och mellersta Sverige från 2010–2012. Kväveoptimum i försöken var något högre än för fodervete. Men eftersom vi bara har tre års försök och höstkorn har ökad risk för liggsäd, har vi valt att lägga rekommendationen på samma nivå som för rågvete.

Du bör normalt planera för att gödsla två gånger med kväve till höstkorn. Dels minskar du risken för liggsäd och dels får du möjlighet att anpassa totala givan efter årets förutsättningar. En tidig kvävegiva ökar grödans bestockning. Var därför försiktig med tidig giva till ett mycket tätt bestånd då det ökar risken för liggsäd.

Huvudgivan bör läggas i tid inför stråskjutningen. Håller du nere huvudgivan kan du bättre anpassa gödslingen efter årsmånen. Om du bedömer en högre skördepotential och om tillväxtbetingelserna är goda, kan du komplettera med mer kväve i mitten av stråskjutningen.

4.3.9. Riktgivor och strategier för höstråg – dela givan och minska risken för liggsäd

Riktgivorna för höstråg bygger på 14 kväveförsök från 2021–2023, med stråsäd som förfrukt. Vid ekonomiskt optimal kvävegiva, cirka 116 kg kväve per hektar, var den genomsnittliga skörden 9 650 per hektar och proteinhalten 7,2 %. Riktgivorna är anpassade för att tillväxtreglering används.

Även i höstråg bör du dela kvävegivan. Då minskar du risken för liggsäd och kan anpassa gödslingen efter skördepotential och markleverans av kväve. Var försiktig med tidig kvävegiva till ett frodigt bestånd för att minska risken för liggsäd. Lagg huvudgivan i tid inför stråskjutningen och komplettera med ytterligare kväve om behov finns.



Bild 31. Blommande råg. Foto: Lina Norrlund.

4.3.10. Riktgivor och strategier för vårvete – dela kvävegivan för att nå hög proteinhalt

Rekommendationerna för vårvete syftar till att nå minst 13 % proteinhalt. Vid beräkning av optimal kvävegiva har vi justerat priset utifrån proteinhalt. Riktgivorna grundar sig på äldre försöksmaterial tillsammans med försöksmaterialet för höstvetet. Försök i vårvete (2019–2021) visar stora variationer i gödslingsbehov på grund av fältens förutsättningar och årsmån och ger därför ingen anledning att ändra nuvarande rekommendationer.

För att nå tillräcklig proteinhalt i vårvete bör du dela upp kvävegivan i minst två, gärna fler givor. Dessutom krävs ofta att marken kan leverera tillräckligt med kväve, till exempel genom mullrika jordar, en kväverik förfrukt eller tillförsel av stallgödsel. Proteinhalterna är även sortberoende. Välj därför en lämplig sort om du strävar efter att kunna sälja vårvetet som brödvete (Johansson, 2017).

Den första kvävegivan tillför du i samband med sådden. Den andra givan tillför du normalt under stråskjutningsfasen. I försommartorra områden bör du tillföra den andra givan redan under bestockningsfasen. En tredje giva runt axgång kan säkra proteinhalten.

Om du odlar vårvete som foder utan krav på hög proteinhalt kan du sänka kvävegivan och använda samma gödslingsstrategi som för vårkorn eller havre (Fogelfors, 2001).

4.3.11. Kvävegödsling till vårkorn - anpassa efter plats och årsmån

Rekommendationerna för vårkorn bygger på resultat från 52 försök under perioden 2010–2020 med stråsäd som förfrukt. Försöken från 2014 har uteslutits eftersom de inte var representativa för produktionen. 2019 fanns inga försök utlagda. Vi har också tagit hänsyn till resultatet från 6 försök i Skåne från 2010–2011 med sockerbetor som förfrukt.

Utifrån antagna priser blir optimal kvävegiva för foderkorn och malkorn i genomsnitt cirka 120 kg kväve per hektar vid en skörd på cirka 7 200 och proteinhalt 11,0 %. Variationerna i gödslingsoptimum är stora även för vårkorn.

För att uppnå högsta möjliga skörd och för att pricka in rätt proteinhalt i malkorn är det viktigt att justera kvävegivan utifrån de lokala förhållandena och din egen erfarenhet. Om det är ett torrt år med lägre skördenivåer eller om du fått för höga proteinhalter de senaste åren kan du behöva minska kvävegivan jämfört med rekommendationerna. Om du ofta får för höga proteinhalter kan du undersöka möjligheten att odla malkorn för whiskeyframställning där det finns en nedre gräns men ingen övre gräns för proteinhalt.

Om det varit svårt att få tillräckligt hög proteinhalt i malkornet under de senaste åren, kan du behöva öka kvävegivan i förhållande till riktgivorna. Du kan också behöva omfördelakvävet under odlings säsongen. En senare kvävegiva ger oftast en högre proteinhalt än en tidig giva. Vid gödslingen behöver du också ta hänsyn till att vissa malkornssorter som till exempel RGT Planet har lägre proteinhalt än andra sorter.

4.3.12. Riktgivor för havre – något lägre givor än för foderkorn

I havre finns endast ett fåtal gödslingsförsök. Nya försök i havre (L3-2317) under åren 2021–2023 visar på stora variationer i gödslingsbehov på grund av fältens förutsättningar och årsmån. Därför bedömer vi att det är rimligt att relatera havrerekommendationen till försök smaterialet i vårkorn.

Eftersom priset för havre är något lägre än för korn ligger riktgivorna för havre (som ska användas till foder) 5 kg per hektar lägre än rekommendationerna för foderkorn. Om du odlar grynhavre kan du öka kvävegivan med 5–10 kg per hektar jämfört med rekommendationerna för havre i [tabell 16](#).



Bild 32. Optimal giva varierar mycket mellan olika fält och olika år. Justera kvävegivan efter det enskilda fältet och årets förutsättningar. Foto: Janne Andersson.

4.3.13. Strategier för vårkorn och havre – delade givor ger möjlighet att årsmånsanpassa

Att kvävegödsla två gånger gör det lättare att anpassa givan efter behovet. Dessutom minskar risken för liggsäd och kväveförluster i form av lustgas och utlakning.

Fältförsök i maltkorn har visat att det går att dela givan i två delar med bibehållen skörd. Fördelen med att dela upp givan är att du kan anpassa den andra givan efter hur grödan ser ut och hur mycket kväve marken bidrar med. Det är lämpligt att lägga cirka 70 % av kvävebehovet vid sådd och sedan tillföra resterande 30 % i växande gröda. Andra givan bör du lägga i tidig stråskjutning (när grödan har en till två noder, DC 31–32).

Om du sprider stallgödsel till foderkorn eller havre kan du komplettera den med mineralgödsel för att nå önskad kvävenivå. Du kan till exempel grundgödsla med mineralgödsel vid sådd och sedan gödsla med flytgödsel i växande gröda (ungefär när grödan är 10–15 cm hög) med marknära spridning. Effekten av flytgödseln kan dock bli liten om det är mycket torrt vid och efter spridningstillfället, läs mer om spridningstidpunkt i [kapitel 2.2.3](#).



Bild 33. Tidig sådd resulterar ofta i högre skörd. Då kan du behöva öka kvävegivan något. Vid sen sådd kan du minska kvävegivan. Foto: Göran Molin.

På lätta jordar där risken för packning inte är så stor kan du sprida stallgödsel före sådd. Då kan du komplettera med mineralgödsel före eller efter sådd.

4.3.13.1. Anpassa gödselgivan efter såtidpunkten

Riktgivorna i [tabell 16](#) utgår från normal såtidpunkt. Vid tidig vårsådd utnyttjas växtsäsongen på ett bättre sätt, vilket ofta ger en högre skörd. Sen sådd medför som regel lägre skörd. Det är viktigt att du justerar skördeförväntningarna och anpassar gödselgivan efter säsong.

4.4. Kväverekommendationer och strategier för oljeväxter

4.4.1. Höstgödsling till höstoljeväxter

Höstoljeväxter behöver ha tillgång till kväve redan på hösten för att få en bra tillväxt. Efter en spannmålsgröda behöver höstraps cirka 60 kg kväve per hektar vid sådd (Gunnarson & Nilsson, 2010). Om du har en bra förfrukt, till exempel klövervall eller ärter, eller om det finns mycket restkväve kvar i marken, kan du normalt sett dra ner på kvävegivan till höstrapsen. Enligt spridningsreglerna får du lägga maximalt 60 kg lättillgängligt kväve inför sådd av höstoljeväxter inom nitratkänsligt område.



4.4.2. Vårgödsling till höstoljeväxter – utgå från höstupptag, kvävemineralisering och skörd

För att bestämma kvävegivan på våren till höstoljeväxter behöver du bedöma kväveupptag på hösten, mineralisering i marken samt förväntad skörd i dina fält med höstoljeväxter.

Bild 34. Klipp en kvadratmeter höstraps på hösten och uppskatta mineralisering och skörd för att bedöma kvävegivan på våren.
Foto: Anders Lindgren.

Kväveupptag på hösten kan du bestämma genom att:

- klippa all ovanjordisk bladmassa på en kvadratmeter av fältet sent på hösten när tillväxten har avstannat, och sedan väga bladmassan. Mer information och en instruktionsfilm finns på Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare, sfo.se.
- använda en traktorburen kvävesensor och köra i fältet.
- göra en uppskattning utifrån bilderna på nästa sida.

Mineraliseringen av kväve under vår eller försommar bedömer du utifrån tidigare erfarenhet från fältet, vilken förfrukt det är och om du regelbundet tillför organiska gödselmedel. Du kan använda följande riktvärden:

- Låg mineralisering: 10–20 kg per hektar.
- Medelhög mineralisering: cirka 30 kg per hektar.
- Hög mineralisering: 40–50 kg kväve per hektar.

Förväntad skörd bedömer du genom att utgå från normalskörd på fältet och hur grödan ser ut.

Ta sedan fram kvävebehovet genom att antingen titta i [tabellerna 19–21](#) eller räkna fram det enligt [kapitel 4.4.2.2](#).

Kvävebehovet till höstoljeväxter är lägre på våren om grödan har tagit upp mycket kväve under hösten. Behovet minskar också om det är en hög mineralisering under våren och försommaren, medan behovet är högre vid hög skördenivå. Modellen som vi använder för att beräkna riktivisor är framtagen utifrån 27 fältförsök med höstraps utförda 2011–2016 (Engström, 2015). Modellen är framtagen utifrån försök i höstraps, men du kan utgå från den även när du planerar vårgödslning till höstrybs.

Exempel på hur höstrapsen kan se ut under sen höst vid olika kväveupptag. Ramarna är 1 m² stora.



Bild 35. Höstupptag 16 kg N/ha.



Bild 36. Höstupptag 49 kg N/ha



Bild 37. Höstupptag 77 kg N/ha.



Bild 38. Höstupptag 90 kg N/ha.

Foto: Lena Engström

4.4.2.1. Ta fram kvävebehovet ur tabeller med tre olika nivåer på markens mineralisering

I [tabellerna 19–21](#) hittar du riktgivor utifrån tre nivåer av kvävemineralisering under vår och försommar. Om du har ett fält som har en låg mineralisering på våren och försommaren läser du i [tabell 19](#). Om du har ett fält med medelhög mineralisering läser du i [tabell 20](#). Och om du har ett fält med hög mineralisering läser du i [tabell 21](#). Riktgivorna i tabellerna är avrundade till jämna femtal. Om du har funderingar kring låga riktgivor kan du läsa mer i [kapitel 4.4.2.3](#).

Exempel om du har klippt och vägt bladmassa på hösten

Medelhög mineralisering – Gå till [tabell 20](#). Höstklippning gav 1,8 kg bladmassa på en kvadratmeter – Läs på raden för 1,8 kg i kolumnen Vikt bladmassa (kg/m²).

Förväntad skörd är cirka 4 500 kg – Läs i kolumnen för 4 500 kg skörd.

Resultat: Vårbehovet är cirka 110 kg kväve per hektar.

Exempel om du har mätt eller uppskattat kväveupptaget

Hög mineralisering – Gå till [tabell 21](#).

Du har inte klippt bladmassa på hösten, men beståndet under sen höst ser ut ungefär som det på [bild 37](#) med höstupptag 77 kg kväve per hektar. Du antar då att kväveupptaget är cirka 80 kg/ha – Läs på raden för 80 kg kväve per hektar i kolumnen Kväveupptag höst (kg N/ha).

Förväntad skörd är cirka 3 000 kg – Läs i kolumnen för 3 000 kg skörd.

Resultat: Vårbehovet är cirka 85 kg kväve per hektar.

Tabell 19. Riktgivor för kvävegödning i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. Låg mineralisering vår och försommar (15 kg N/ha).

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m ²)	Skörd (kg/ha)					
		2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000
20	0,4	175	185	195	205	215	225
40	0,7	150	160	170	185	195	205
60	1,1	130	140	150	160	170	180
80	1,4	105	120	130	140	150	160
100	1,8	85	95	105	115	125	140
120	2,1	65	75	85	95	105	115
140	2,5	40	50	60	75	85	95
160	2,8	20	30	40	50	60	70

Tabell 20. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. Medelhög mineralisering vår och försommar (30 kg N/ha).

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m ²)	Skörd (kg/ha)					
		2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000
20	0,4	155	165	180	190	200	210
40	0,7	135	145	155	165	180	185
60	1,1	115	125	135	145	155	165
80	1,4	90	100	110	120	135	145
100	1,8	70	80	90	100	110	120
120	2,1	45	55	70	80	90	100
140	2,5	25	35	45	55	65	75
160	2,8	5	15	25	35	45	55

Tabell 21. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. Hög mineralisering vår och försommar (45 kg N/ha).

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m ²)	Skörd (kg/ha)					
		2 500	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000
20	0,4	140	150	160	170	180	195
40	0,7	120	130	140	150	160	170
60	1,1	95	105	115	130	140	150
80	1,4	75	85	95	105	115	125
100	1,8	50	65	75	85	95	105
120	2,1	30	40	50	60	70	85
140	2,5	10	20	30	40	50	60
160	2,8	0	0	5	20	30	40

4.4.2.2. Räkna fram kvävebehovet med hjälp av Höstrapssnurran

Du kan beräkna vårkvävegivan i vår höstrapssnurra på Greppa Näringens webbplats, greppa.nu. I beräkningssnurran kan du sätta in dina värden och få fram en rekommenderad vårkvävegiva.

Om du vill räkna fram kvävebehovet själv kan du använda ekvationerna nedan. Den första använder du om du har klippt och vägt bladmassa. Den andra använder du om du har mätt kväveupptaget med kvävesensor eller använder bilderna som underlag för bedömning.

Om du har klippt och vägt bladmassa på hösten

Rekommenderad giva = $159 - (61,9 \times \text{vikt bladmassa i kg/m}^2) - (1,1 \times \text{mineralisering i kg N/ha}) + (0,021 \times \text{skörd i kg/ha})$.

Exempel

Höstklippning ger 1,1 kg bladmassa på en kvadratmeter. Mineraliseringen på fältet uppskattas till 15 kg N/ha.

Förväntad skörd är cirka 3 000 kg/ha.

Rekommenderad giva = $159 - (61,9 \times 1,1) - (1,1 \times 15) + (0,021 \times 3\,000) = 137$ kg kväve per hektar.

Om du har mätt eller uppskattat kväveupptaget

Rekommenderad giva = $159 - (1,1 \times \text{kväveupptag höst i kg/ha}) - (1,1 \times \text{mineralisering i kg N/ha}) + (0,021 \times \text{skörd i kg/ha})$.

Exempel

Du har inte gjort någon höstklippning, men du uppskattar kväveupptaget på hösten till cirka 80 kg/ha efter jämförelse med bilderna.

Mineraliseringen på fältet uppskattas till 45 kg N/ha. Förväntad skörd är cirka 4 000 kg/ha.

Rekommenderad giva: $159 - (1,1 \times 80) - (1,1 \times 45) + (0,021 \times 4\,000) = 106$ kg kväve per hektar

4.4.2.3. Om du får mycket lågt kvävebehov

När du tar fram ditt kvävebehov för våren kan det hända att behovet blir mycket lågt eller till och med noll. Detta sker om höstoljeväxterna har tagit upp stora mängder kväve på hösten. Försöksresultaten har visat att den optimala kvävegivan kan vara ända ner till noll kg kväve per hektar, så det är rimligt att tro att höstoljeväxterna kan klara sig utan tillfört kväve på våren. I vissa fall kan det vara motiverat med en startgiva på våren, även om beräkningen visar att kvävebehovet är mycket lågt. Lägg i sådana fall en liten giva och lämna gärna en nollruta i fältet. På så sätt kan du se hur oljeväxterna klarar sig utan kväve på våren och kan ta hänsyn till det nästa gång du odlar höstoljeväxter.

4.4.3. Strategier för höstoljeväxter – första vårgivan så tidigt som möjligt

Höstoljeväxter har kraftig tillväxt redan under hösten. Därför behöver du oftast gödsla dem direkt vid sådd om du har stråsäd som förfrukt. Om du däremot har en förfrukt som ger god kväveeffterverkan kan du dra ner eller låta bli kvävegivan på hösten. Det är viktigt att se till att du sår och gödslar i god tid på hösten så att grödan hinner växa till sig före invintring. Om plantorna är kraftiga på hösten men inte börjat sträcka på sig ökar chanserna för en god övervintring. Dessutom minskar behovet av kväve på våren om beståndet är kraftigt och övervintringen varit god.

Du bör dela upp kvävegivan på våren i två givor och vår grundrekommendation är att du använder gödselmedel med ammoniumnitrat och svavel till båda givorna. Den första givan bör du lägga på nattfrusen mark eller så fort marken bär efter tjällossningen. Tänk dock på att du i känsliga områden inte får gödsla under perioden november till februari. Den första givan ska täcka ungefär halva vårens kvävebehov. Resten ger du när du med säkerhet vet att oljeväxterna övervintrat eller cirka fyra veckor efter den första givan.

Om du inte har lagt något kväve före mitten av april bör du lägga hela givan på en gång. I sådana fall bör du dra ner något på skördeförväntningarna och därmed även kvävegivan. Annars är risken stor för tidig liggbildning.

4.4.4. Riktgivor för våroljeväxter och lin

Under 2014–2016 har Engström, SLU genomfört 17 försök med kvävegödsling till hybridvåraps (Engström, 2017). Sambandet mellan skördenivå och optimal giva var mycket svagt på grund av variation i markens kväveleverans på försöksplatserna och variation i nederbörd och årsmån. I medeltal var optimal kvävegiva i försöken något högre än den riktgiva vi anger. Eftersom variationen i optimal kvävegiva var stor i försöken har vi i dagsläget valt att behålla riktgivorna på samma nivå som tidigare (tabell 22). Det är viktigt att anpassa kvävegivan både efter förväntad skörd och efter odlingsplatsens förutsättningar, årsmån och hur grödan utvecklas.



Bild 39. Blommande oljelin. Foto: Urban Wigert

Ett fåtal kväveförsök samt praktisk erfarenhet ligger bakom riktgivorna i oljelin (Krijger & Gunnarson, 2011b; Gunnarson, 2014). Den skörderelaterade justeringen av gödslingen till våroljeväxter och lin är 20 kg kväve per ton skördeavvikelse.

Tabell 22. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till våroljeväxter och lin. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsåd.

Gröda	Skörd (kg/ha)			
	1 500	2 000	2 500	3 000
Våroljeväxter	100	110	120	130
Oljelin	50	70	90	

4.5. Kväverekommendationer och strategier för slåtter- och betesvall samt gräsfrövall

4.5.1. Kväverekommendationer för slåttervall

Rekommendationer för kvävegödsling till gräsvallar och blandvallar med olika klöverhalter visas i tabell 23. De är beräknade utifrån 15,65 kr per kg kväve och 1,05 kr per kg ts för vall

på rot. Med gräsvall avser vi både vallar med arter som ängssvingel och timotej, och nyare arter som rörsvingelhybrider. Riktgivan för gräsvall i alla skördesystemen är justerad med 20 kg kväve per ton torrsubstans ökad eller minskad skörd vid alla skördenivåer (Anne-Maj Gustavsson, muntligt meddelande, 2016). Riktgivorna för kväve till vall är oförändrade jämfört med förra året.

Rekommendationerna i tabell 23 påverkas av:

- skördenivå
- antal skördar
- gräsarter
- mängd baljväxter i vallen
- hur mycket kväve marken levererar
- kostnad för kväve och värdet på vallfodret
- vilket djurslag som ska äta fodret.

I kommande avsnitt kan du läsa mera om hur de olika faktorerna påverkar vallfodret.

Tabell 23. Riktgivor för kvävegödning i kg N/ha till slåttervall vid två, tre eller fyra skördar per år. Givorna är beräknade utifrån 15,65 kr/kg kväve och 1,05 kr/kg ts för vall på rot. Gräsvallar vid två skördar avser traditionella arter som timotej och ängssvingel. Gräsvallar vid tre och fyra skördar avser rörsvingelhybrider. Om du odlar gräsvall med traditionella arter kan du sänka kvävegivan med ungefär 25 kg per ha vid samma skördenivå. Skördenivån avser bärgad skörd efter 15 % fältförluster.

Gröda	Bärgad skörd (ton ts/ha)						
	6	7	8	9	10	11	12
Två skördar							
Gräsvall (traditionella arter)	130	150	170	190			
Blandvall, 10 % klöver	115	135	155	170			
Blandvall, 20 % klöver	90	105	120	135			
Blandvall, 40 % klöver	40	45	50	55			
Tre skördar							
Gräsvall (rörsvingelhybrider)		180	200	220	240	260	
Blandvall, 10 % klöver		160	180	200	215	235	
Blandvall, 20 % klöver		135	150	165	180	195	
Blandvall, 40 % klöver		80	90	100	110	115	
Fyra skördar							
Gräsvall (rörsvingelhybrider)		230	250	270	290	310	330
Blandvall, 10 % klöver		205	225	245	260	280	295
Blandvall, 20 % klöver		175	190	205	220	235	250
Blandvall, 40 % klöver		105	115	120	130	140	150

4.5.1.1. Bakgrund till rekommendationerna för vall

Rekommendationerna för kvävegödsling till gräsvallar och tre skördar i [tabell 23](#) utgår från Bodil Frankow-Lindbergs sammanställning (Frankow-Lindberg, 2017). I sammanställningen ingår försök med kväve till rena gräsvallar och blandvallar med röd- och/eller vitklöver. Ofta har skördarna varit väldigt höga och de optimala kvävegivorna låga i blandvallar. För blandvallar anger vi rekommenderad kvävegiva för gräsvallar med rörsvingelhybrider i [tabell 23](#). För rena gräsvallar med traditionella arter som timotej och ängssvingel kan du sänka kvävegivan till gräsvall med ungefär 25 kg vid motsvarande skörd jämfört med gräsvallar med rörsvingelhybrider, [tabell 23](#). Vid två skördar avser riktgivorna gräsvall med traditionella arter.

Om du har krav på att proteinhalten ska bli hög och odlar gräsvall bör du höja gödslingen jämfört med givorna i [tabell 23](#). Givorna till blandvallar med klöver i kan du justera enligt [tabell 24](#).

I de flesta fall är produktionsfunktionen beräknad som en andragradsekvation, där skörden ökar med ökande kvävegiva för att slutligen nå ett optimum. I blandvallar är det ofta så att ökande kvävegiva först sänker skörden när klöverhalten sjunker. När kvävegivan har stigit så pass mycket att gräsen gynnas ökar skörden igen.

Utifrån de priser vi har räknat med i år blir ekonomiskt optimal kvävegiva för rena gräsvallar med traditionella arter som ängssvingel och timotej något lägre jämfört med till gräsvallar med rörsvingelhybrider. I [kapitel 4.2](#) kan du läsa mer om vilka priser vi har antagit vid beräkningarna.

4.5.1.2. Gödsla vallen efter fältets skördepotential

Börja med att uppskatta skördepotentialen utifrån tidigare års skördenivåer på fältet. Utgå från den uppskattade skördenivån i tabellen och läs av rekommendationen för den typ av vall som du har. Det är inte så ofta som kvävet är begränsande för skördenivån utan oftare begränsar andra faktorer skörden som markens egenskaper, nederbörd och andra väderförhållanden. Därför kan du inte heller gödsla dig till en högre skörd. Det innebär exempelvis att om du normalt sett tar en skörd på 8 ton ts per hektar, så ökar den inte automatiskt till 9 ton ts per hektar bara för att du ökar gödslingen motsvarande en högre skörd. Vi bedömer att det är ekonomiskt optimalt att gödsla med de kvävegivor som vi anger för respektive valltyp, skördenivå och antal skördar.

I [kapitel 3.3](#) kan du läsa mer om hur du kan variera givan över fältet.



Bild 40. Justera gödslingen beroende på antal skördar, baljväxtandel och kvalitetskrav på fodret. Foto: Mårten Svensson.

4.5.1.3. Vad händer om kostnaderna ökar?

Vi räknar med ett femårsmedelvärde för kostnader för gödsel- och skördeprodukter. Erfarenheten visar att priskvoten påverkar de rekommenderade kvävegivorna ganska lite, mindre än de biologiska faktorerna som till exempel nederbörd och mineralisering i marken. Men kvävepris och spannmålspriser varierar. Nedan ser du fem exempel med optimal kvävegiva och beräknad nettoskörd vid optimum för gräsvall med tre skördar vid förändrade kostnader för vall och kväve.

I exemplen är vallens kostnad beräknad till kostnaden för vall på rot, alltså efter att rörliga kostnader är avdragna. Optimal kvävegiva och beräknad nettoskörd vid optimum redovisas först för gräsvall med traditionella arter och sedan med rörsvingelhybrider, båda med tre skördar.

Exempel 1. Om kvävepriset stiger till 20 kr per kg och vallkostnaden är kvar på 1,05 kr per kg ts, sjunker optimal kvävegiva till ca 190–220 kg/ha och nettoskörd vid optimum beräknas till 9 470–11 080 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationen till gräsvall med rörsvingelhybrider och tre skördar med en total skörd på 9 ton ts per hektar sjunker med ca 20 kg kväve per hektar.

Exempel 2. Om kvävepriset stiger till 20 kr per kg och vallkostnaden till ca 1,50 kr per kg ts, stiger optimal kvävegiva till ca 230–250 kg/ha och nettoskörd vid optimum beräknas till 10 030–10 740 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationen till gräsvall med tre skördar vid en skörd på 9 ton ts per hektar sjunker med ca 15 kg kväve per hektar.

Exempel 3. Om kvävepriset stiger till 20 kr per kg och vallkostnaden till 2,50 kr per kg ts, stiger optimal kvävegiva till ca 260–280 kg/ha och nettoskörd vid optimum beräknas till 10 280–11 780 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationen till gräsvall med traditionella

arter med tre skördar ökar med 45 kg kväve per ha medan rekommendationen till gräsvall med rörsvingelhybrider är oförändrad.

Exempel 4. Om kvävepriset stiger till 25 kr per kg och vallkostnaden till ca 2,00 kr per kg ts, stiger optimal kvävegiva till ca 230–260 kg/ha och nettoskörd vid optimum beräknas till 10 030–10 610 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationen till gräsvall med traditionella arter med tre skördar ökar med 15 kg kväve per ha medan rekommendationen till gräsvall med rörsvingelhybrider är oförändrad.

Exempel 5. Om kvävepriset stiger till 30 kr/kg och vallkostnaden till 2,00 kr/kg ts är optimal kvävegiva till 210–250 kg/ha och beräknad nettoskörd vid optimum till 9 790–11 500 kg ts/ha. Det är samma som rekommendationen i [tabell 24](#).

Tänk på att när gödningen förändras påverkas även proteinhalten, artsammansättningen och vallens kvalitet, läs mer i [kapitel 4.5.1.5](#).

4.5.1.4. Beräkna kvävegivor till två eller fyra skördar

För fyra skördar har kvävegivan vid samma skördenivå ökat med 50 kg kväve per hektar jämfört med för tre skördar (Frankow-Lindberg & Jansson, 2014). I ett fyrskördesystem ökar råproteinhalten och smältbarheten eftersom skördarna tas tidigare jämfört med i ett treskördesystem.

För gräsvall med två skördar har vi rekommenderat en lägsta giva på 150 kg kväve vid 7 ton ts i skörd. Skillnaden i rekommenderad kvävegiva mellan två och tre skördar blir då liten (Anne-Maj Gustavsson, muntligt meddelande, 2017). Om kvävepriset sjunker eller om priset för vall på rot stiger kommer rekommendationerna för två skördar att höjas. Då beräknas rekommendationerna utifrån tre skördar men med ett avdrag på 30 kg kväve vid samma skördenivå.

4.5.1.5. Baljväxter i vallen minskar behovet av kväve

Kvävegödsling gynnar gräsen på baljväxternas bekostnad. Att gynna gräsen kan förbättra deras möjlighet att ta över utrymme som utvintrade klöverplantor lämnar. Redan vid en låg klöverhalt i vallen bidrar klövern till en ökad proteinhalt i vallfodret. I [tabell 23](#) anger vi kväverekommendationer för 10, 20 respektive 40 % klöver.

Om du vill uppnå en hög klöverhalt i den färdiga skörden, över 40 %, krävs att det finns ett mycket tätt bestånd av klöver på våren. Ett tätt bestånd krävs även för att du ska kunna använda justeringen för 20 % klöver eller mer. Rekommendationerna i [tabell 23](#) har tagits fram utifrån den justering som redovisas i [tabell 24](#). Tabellen visar hur du kan gödsla blandvallar om du eftersträvar en viss klöverandel i vallfodret. Enligt studier i norra Sverige (Gustavsson, 1989) ledde halv kvävegiva till blandvall jämfört med normal gödsling till gräsvall i ett tvåskördesystem till en klöverandel på 30–40 %. Samtidigt var det möjligt att behålla skördenivån.

Tabell 24. Relativ kvävegiva till blandvall jämfört med kvävegiva till gräsvall vid olika målnivåer för klöverhalt.

	Önskad klöverhalt						
	< 10 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	> 50 %
Relativ kvävegiva vid 2 skördar	100%	90%	70%	50%	30%	0%	0%
Relativ kvävegiva vid 3 eller 4 skördar	100%	90%	75%	60%	45%	30%	0%

För att räkna ut rekommendationen för en blandvall utgår du från kvävegivan till gräsvall och multiplicerar den med procentsatsen i tabellen för den önskade klöverhalten, se exemplet nedan. Justeringen är uppdelad i gödsling vid två respektive tre eller fyra skördar.

Det är lätt att överskatta klöverandelen i fält eftersom klöverns blad är horisontella och gräsen vertikala. Dessutom har baljväxterna och gräsen lite olika tillväxttakt. Till hjälp för att bestämma rödklöverhalten finns skriften Bestämning av rödklöverhalten i vall (Gustavsson, 2001).

Baljväxterna är olika känsliga för konkurrens. I växande vall är vitklöver känsligast för konkurrens och kvävetillförsel, därefter kommer rödklöver och sist lusern (när den väl är etablerad). Rödklöver drabbas lättast av utvintring på grund av olika svampsjukdomar.

Minskad gödsling påverkar även vallfodrets kvalitet. Innehållet av till exempel råprotein, fiber och smältbarhet förändras med förändrad artsammansättning.

Exempel

Vad blir totala kvävegivan för blandvall med en förväntad bärgad skörd på 8 ton ts per ha, skördad tre gånger och med målet att nå 30 % klöver?

Gör så här: Läs i [tabell 23](#), rekommendationen för gräsvall med tre skördar är 200 kg kväve vid 8 ton ts.

Justeringen i [tabell 24](#) är 60 % av totalgivan om klöverhalten ska bli 30 %.

$200 \text{ kg kväve} \times 0,60 = 120 \text{ kg kväve}$



Bild 41. Om du har mycket baljväxter i vallen så minskar behovet av kväve. Foto: Linda af Geijersstam

4.5.1.6. Markens kvävebidrag varierar med djurtäthet, mullhalt, fukt och temperatur

Från organiskt material i marken frigörs kväve genom mineralisering. Den påverkas bland annat av markens temperatur, mullhalt och fuktighet. Anlägg gärna ogödslade rutor för att se hur grödans frodighet och färg påverkas av gödslingen. Det ger dig en uppfattning om hur mycket kväve marken och baljväxterna bidrar med. På gårdarna där vallförsöken har anlagts har det ofta funnits cirka en djurenhet per hektar. Om djurtätheten är betydligt högre eller lägre behöver du justera kvävegivan nedåt eller uppåt. Justeringen beror på att det frigörs mer eller mindre kväve från stallgödseln men skillnaderna mellan olika år kan vara mycket stora. Läs mer om årsmånsvariation och att anlägga nollrutor i [kapitel 1](#).

4.5.2. Strategier för gödsling av slåttervall vid två, tre och fyra skördar

Odlingstekniken har stor betydelse när du odlar slåttervall. Skördetidpunkt och kvävetillförsel är de två viktigaste faktorerna som styr vallens kvalitet. Om du skördar förstaskörden tidigt så finns det goda förutsättningar för att du ska få ett grovfoder med hög kvalitet till högproducerande eller växande djur.

I [tabell 25](#) finns förslag på fördelning av kväve till de olika delskördarna.

Fördela kvävegivan till två skördar: Lägg cirka 60 % av totalgivan till första skörden och 40 % till andra skörden. Det innebär att om totala givan är 150 kg kväve, lägg 90 kg till förstaskörd och 60 kg till andraskörd. Fördela kvävet på samma sätt i blandvall.

Fördela kvävegivan till tre skördar: Lägg 40 %, 30 % och 30 % av totalgivan till respektive delskörd i gräsvall. Om det finns mycket baljväxter i vallen ge ca 40–50 % till förstaskörd, 35 % till andraskörd och 15–25 % till tredjeskörd. Om du vill gynna klövern kan du helt utesluta kväve till sista skörden. Eventuellt kan du omfördela en del av kvävet till de andra skördarna.

Fördela kvävegivan till fyra skördar: Lägg ca 35 %, 25 %, 20 % och 20 % av totalgivan till respektive delskörd. Innehåller vallen mycket baljväxter, minska eller uteslut kvävet till sista skörden. Eventuellt kan du omfördela en del av kvävet till de andra skördarna.

Tabell 25. Förslag på fördelning av kväve i procent till de olika delskördarna.

Andel av kvävet till respektive delskörd (%)	Valltyp	Första-skörd	Andra-skörd	Tredje-skörd	Fjärde-skörd
Två skördar	Gräs	60	40		
	Blandvall	60	40		
Tre skördar	Gräs	40	30	30	
	Blandvall	40–50	35	15–25	
Fyra skördar	Gräs	35	25	20	20
	Blandvall	30–40	25–30	20–25	10–20

4.5.2.1. Vallprognoser för förstaskörd

Vallprognoser för förstaskörd hittar du på webbplatsen vallprognos.se. Där visas den beräknade tidpunkten för skörd utifrån provklippningar i vallar för ett antal platser i landet. Där visas också temperatursummor för att bestämma tidpunkt för skörd av timotej.

4.5.2.2. Tillför kväve på våren när vallen grönskar

Tillför kväve på våren när vallen börjar grönska och direkt efter skörd. Gödsla med stallgödsel senast när vallen börjar grönska och direkt efter skörd för att grödan inte ska smutsas ner. Det bör gå minst tre veckor mellan gödsling och skörd för att du inte ska få problem med sporer i mjölken. Läs mer om näringsinnehåll i stallgödsel i [kapitel 2.2](#) och om spridningsteknik i [kapitel 3.2](#).

Om du har erfarenhet av låga råproteinhalter i vallfodret i förstaskörd kan du prova att lägga kvävet lite senare än du normalt brukar göra. Det kan höja råproteinhalten något. Man har tittat på att dela första kvävegivan till vall för att kunna anpassa den bättre efter årsmån utan att man får skördeföruster (Hallin & Gustavsson, 2019). Tänk på att alltför sen gödsling kan höja nitrathalterna i fodret. Läs mer om att anpassa kvävegivan efter årsmån i [kapitel 1](#).

Om det är så torrt att skörden blir lägre än det du har gödslat för bör du ta hänsyn till överblivet kväve vid gödslingen till efterföljande skörd. Då kan du också minska den totala kvävegivan med motsvarande mängd. Vid torra är det ofta bättre att skörda istället för att vänta på regn eftersom vallens tillväxt avtar när gräsen har gått i ax och baljväxterna i blom.



Bild 42. Blandvall med en måttlig klöverandel ger ofta ett gynnsammare förhållande mellan energi och protein i vallfoder till mjölkkor än en ogödslad klöverdominerad vall.
Foto: Janne Andersson

4.5.2.3. Planera in stallgödseln först och komplettera med mineralgödsel

Börja med stallgödseln när du planerar gödslingen av vallen. Stallgödsel från nötkreatur passar bra som gödselmedel till vall med hänsyn till dess växtnäringsinnehåll. Kväveutnyttjandet blir högre om du kan sprida gödseln vid fuktigt, vindstilla och svalt väder. Vårspridning av flytgödsel och urin samt höstspridning av fastgödsel brukar kunna ske under bra väderförhållanden. Läs mer om näringsinnehåll i stallgödsel i [kapitel 2.2](#) och om spridningsteknik i [kapitel 3.2](#).

4.5.3. Justera gödslingen beroende på vilket djurslag som ska äta fodret

Rekommendationerna i [tabell 23](#) har vi beräknat för att du ska få fram ett grovfoder med bra näringsmässig kvalitet när vallfoder är enda grovfodret. Det passar främst till högproducerande mjölkkor eller växande ung- eller köttjur. Fodret behöver skördas relativt tidigt. I [tabell 26](#) ser du vilka grovfoderkvaliteter som är lämpliga till olika djurslag.

Blandvall med en måttlig klöverandel ger ofta ett gynnsammare förhållande mellan energi och protein i vallfodret än en ogödslad och klöverdominerad vall. I foderstater med majs eller HP-massa som energikälla kan blandvall med mycket baljväxter passa bra som foder.

För att höja proteinhalten i vallfodret behöver du antingen öka gödslingen eller välja en fröblandning med mera baljväxter och gynna dem redan under insåningsåret. Läs mer om gödsling under insåningsåret i [kapitel 4.5.5](#). Om du vill räkna på hur mycket du behöver gödsla för att nå en viss råproteinhalt kan du använda en räknedur som finns på grovfoderverktyget.se eller i Råd om kvävegödsling till vallen, Praktiska råd från Greppa Närigen.

Råproteinhalten blir högst i förstaskörden vid tidig skörd eller i återväxterna när baljväxterna tar mera plats.

Om ditt mål istället är ett foder med lägre näringsinnehåll kan du skörda vallen något senare och sänka gödslingen. Vill du producera vallfoder till hästar bör du kvävegödsla för att minska sockerhalten i fodret. Om du riskerar att få höga råproteinhalter kan du minska den totala kvävegivan jämfört med rekommendationen i [tabell 23](#).

Tabell 26. Kvalitetskrav på grovfoder hos olika djurgrupper när vallfoder är enda grovfodret (Frankow-Lindberg, 2017).

Djurslag	Energibehov omsättbar energi (MJ/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)
Mjölkkor, första halva laktationen	11,0–11,5	150
Mjölkkor, andra halva laktationen	10,5–11,0	170
Mjölkkor, sintid	9,5–10,0	140
Växande kvigor, andra halva laktationen	10,5–11,0	170
Växande köttjur	11,0–11,5	170
Häst, avelsdjur	>9,0	>72
Häst, högpresterande	11,0–11,5	>50
Övriga hästar	6,5–8,0	>50

4.5.4. Betesvall

Du kan gödsla betesvall på åker efter varje avbetning. Om den innehåller vitklöver och gräs är cirka 0–20 kg kväve per hektar och avbetning lagom och är det mest gräs passar 25–35 kg kväve per hektar. Det är bra om givan inte överstiger totalt 150 kg kväve per hektar och år på betesvallen.

4.5.5. Gödsling under insåningsåret

Att vara noggrann när du anlägger vallen är kanske det viktigaste momentet för att du ska få en hållbar och högavkastande vall. Det är då du kan påverka vallens sammansättning mest. Baljväxterna är särskilt känsliga för konkurrens innan de är etablerade. De gynnas om du sänker kvävegivan, dra ned utsädesmängden för skyddsgrödan och skörda den tidigt under insåningsåret. Vilken skyddsgröda du väljer eller om du sår in i renbestånd påverkar vallens botaniska sammansättning och avkastning. Naturligtvis behöver beslutet också grunda sig på de olika grödornas ekonomi och på gårdens foderbehov.

- **Insådd i skyddsgröda:** Det är viktigt att du sänker kvävegödslingen ordentligt om du sår in vall i en skyddsgröda. Skyddsgrödan kan bestå av enbart stråsäd eller stråsäd i blandning med baljväxter och den kan antingen skördas grön som grönfoder eller helsäd, eller tröskas. Sänk gödslingen till skyddsgrödan med minst 20–30 kg kväve jämfört med rekommendationerna i [tabell 16](#) om du sår in vall, se grovfoderverktyget.se. Har du en blandning av stråsäd och baljväxter ska du enbart beräkna gödslingen efter stråsädesskörden. Baljväxterna i skyddsgrödan behöver inget extra kväve.

- **Insådd i renbestånd:** Insådd i renbestånd brukar vara ett bra sätt att etablera en tät och baljväxtrik vall, även om också en del ogräs har lättare att breda ut sig. Består insådden enbart av gräs kan en mindre kvävegiva ge en tät och ogräsfri vall. Däremot behöver du inte gödsla insådd av blandvall i renbestånd. Putsa den gärna några gånger för att missgynna ogräs och ta eventuellt en skörd.
- **Insådd i ettåriga gräs:** Insådd i ettåriga gräs som westerwoldiskt eller italienskt rajgräs behöver gödslas och putsas eller skördas upprepade gånger. Det kan vara lämpligt att lägga 60–80 kg kväve till förstaskörden och sedan 40–60 kg till återväxterna (grovfoderverktyget.se). Var försiktig så att insådden inte blir sönderkörd eller utkonkurrerad av de snabbväxande rajgräsen. Utsädesmängden för westerwoldiskt rajgräs bör vara max 10 kg per hektar för att insådden inte ska konkurreras ut.



Bild 43. Minska utsädesmängden och sänk gödningen till skyddsgrödan under insåningsåret så gynnar du baljväxterna. Foto: Linda af Geijersstam.

4.5.6. Kväverekommendationer för gräsfrövall

Odling av gräsfrövall är en viktig nischproduktion. Kvävegödning under hösten till gräsfrövall styr bland annat hur många skottbärande ax som kan skördas under påföljande år. Det varierar hur många år olika arter och sorter kan skördas. Är vallen tät och väletablerad kan den skördas upp till fyra år vilket kan vara fallet för till exempel timotej, medan engelskt rajgräs oftare bara skördas ett år.

Gödslingsråden i [tabell 27](#) är hämtade från Frö- och Oljeväxtodlarnas odlingsvägledning för respektive art. Rekommendationerna är uppdelade på insåningsåret och fröskördeåren. Fröskördeåren är i sin tur uppdelade på vår- och höstgödning.

För samtliga gräsfröarter är rekommendationen att gödsla med cirka 15 kg fosfor, 50 kg kalium och 15 kg svavel per hektar. Kväverekommendationerna för engelskt rajgräs, hundäxing, rödsvingel, rörsvingel, timotej och ängssvingel förutsätter att gräsen tillväxtregleras. Annars behöver kvävegivan på våren sänkas med 20–30 kg N/ha.

Tabell 27. Kvävegödslingsrekommendationer till gräsfrövall om den tillväxtregleras. Tillväxtregleringen gäller alla arter utom ängsgröe. Utan tillväxtreglering behöver vårgivan sänkas med 20–30 kg kväve/ha. Källa: Odlingvägledning för konventionell odling av gräsfrövall på webbplatsen för Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare

	Insåningsåret	Fröskördeåren	
		Vår	Höst
Engelskt rajgräs	30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan om insådden är svag.	Grönytesorter^{a)}: 140–160 kg/ha vid tillväxtstart i mars ^{c)} . Givan kan delas. Fodersorter^{b)}: 150–170 kg/ha i början/mitten av april. Givan kan delas. Tetraploida sorter har ofta större kvävebehov än diploida.	
Hundäxing	Gödsla svaga bestånd med 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan. Ge 60 kg/ha i slutet av september eller början av oktober efter sista putsning.	120–130 kg/ha vid tillväxtstart ^{c)} .	60 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen.
Rödsvingel	Insådd i vårstråsäd: 30 kg/ha direkt efter skörd av skyddsgrödan och 60 kg/ha kväve efter sista putsning Insådd i höstvet: 60 kg/ha efter sista putsning. Svaga insådder får 30 kg/ha N direkt efter skörd av insåningsgrödan.	60–80 kg/ha vid tillväxtstart ^{c)} . Lägsta givan till sorter med långa utlöpare.	Gödsla med 60–80 kg/ha efter sista putsning. Den lägre givan till sorter med inga eller korta utlöpare.
Rörsvingel	Vid svaga bestånd gödglas 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan. 60 kg/ha i slutet av september eller början av oktober efter sista putsning.	Fodersort 60–80 kg/ha och grönytesort 100–130 kg/ha vid tillväxtstart.	Fodersort 80 kg/ha och grönytesort 80–100 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen.
Timotej	Under andra halvan av september tillförs 30–45 kg/ha. Svaga insådder gödglas direkt efter skörd av insåningsgrödan med 30 kg/ha.	80–120 kg/ha ^{c)} . I tidiga sorter ska kvävet ges i mitten av april och i sena sorter 10–14 dagar senare. Vårens kvävegiva kan delas 60 + 60 kg/ha.	30 kg/ha om halmen hackas. Om halmen förs bort behövs inget kväve. Höstgödslingen kan uteslutas om etableringen är bra. Är insådden svag kan den behöva gödglas.
Ängsgröe	Ge 30 kg/ha direkt efter skörd av skyddsgrödan. 60–80 kg/ha i början på oktober efter sista putsning. Lägg den lägre givan om frövalen redan har fått 30 kg efter skörd av skyddsgrödan.	Startar tillväxten tidigt på våren. Redan i början av mars kan gödsling vara aktuell. Beroende på höstkvävegivans storlek tillförs 70–100 kg/ha. Lägre till fodersorter.	60–80 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen.
Ängssvingel	Om insådden är svag tillförs 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan. 60 kg/ha i slutet av september/början oktober.	80–110 kg/ha i slutet av mars/början av april ^{c)} .	80 kg efter sista putsningen, i slutet av september eller i början av oktober.

- a) Grönytesorter används på golfbanor och gräsmattor.
b) Fodersorter används i grovfoderproduktion.
c) Förutsätter tillväxtreglering, minska annars vårgivan med 20–30 kg/ha.

4.6. Kväverekommendationer och strategier för fodermajs

För fodermajs rekommenderar vi cirka 150 kg kväve per hektar vid en skördenivå på 10 ton ts per hektar eller högre, se [tabell 28](#). Du behöver justera givan för varje enskilt skifte eftersom optimum varierar beroende på hur mycket kväve marken levererar. Om du regelbundet tillför stallgödsel kan du förvänta dig en högre leverans av kväve i marken, vilket gör att du kan minska kvävegivan. Om du har en lägre förväntad skörd än 10 ton ts per hektar bör du minska kvävegivan med 15 kg kväve per ton ts minskad skörd.

Rekommendationerna grundar sig på ett 15-tal svenska försök med kväve och fosforgödsling till majs från 2007–2009 (Tell & Axelson, 2010) samt danska försöksresultat och praktisk erfarenhet i Sverige. Försöksresultaten visade att det är en stor variation i optimal kvävegiva mellan olika försöksplatser bland annat beroende på skillnader i markens kväveleverans.

Tabell 28. Riktgivor för kvävegödsling i kg kväve per hektar till fodermajs på mineraljord. Högre skörd än 12 ton ts per hektar har i försöken oftast inte svarat på mer kväve än ca 150 kg. Det beror också på hur stor markens mineralisering av kväve är. Underlag Tell och Axelsson, 2010, danska försök och praktisk erfarenhet.

Gröda	Skörd (ton ts/ha)				
	8	9	10	11	12
Fodermajs	120	135	150	150	150

Vid odling av fodermajs är det vanligt att en stor del av näringsbehovet täcks av stallgödsel. Ofta läggs en grundgiva med flytgödsel på våren. Det lättillgängliga kvävet i stallgödseln ska du naturligtvis räkna med i den totala kvävegivan för året. Använd [bilaga 1](#) för att dokumentera det beräknade kvävebehovet. Om du kompletterar med mineralgödselkväve se till så att gödselkorn inte hamnar i bladstruten. Det kan skada majsens tillväxtpunkt.

Majs växer långsamt i början av odlingssäsongen och har då ett relativt lågt växtnäingsbehov. Genom att dela kvävegivan minskar du risken för förluster av näring och ökar kväveeffektiviteten. I försöken svarade majs bra på en startgiva av fosfor utöver det som fanns i stallgödseln, särskilt om den gavs i kombination med en mindre kvävegiva (Tell & Axelson, 2010).

Det är vanligt att majs odlas på samma skifte år efter år och den totala mängden kväve och fosfor som tillförs är ofta större än bortförseeln. Det gör att risken för förluster av kväve och fosfor ökar. Du kan minska risken för förluster och öka växtnäingsutnyttjandet genom att flytta runt majsodlingen mellan olika skiften och anpassa givan efter skiftets växtnäingsstatus.

4.7. Kväverekommendationer för potatis

4.7.1. Riktgivor för potatis – anpassa givan till sort och kvalitetskrav

Anpassa kvävegödslingen till potatis efter förväntad skördenivå, sort och användningsområde. Kvävegödslingen höjer avkastningen men påverkar också knölens kvalitet, och det är minst lika viktigt att uppnå rätt kvalitet som att få en hög skörd för att få god ekonomi i odlingen. Det är viktigt att ha rätt balans mellan växtnäringsämnen för att få rätt kokkvalitet och undvika mörkfärgning.

Gödslingsråden är allmänt hållna och du behöver justera gödslingen utifrån din egen erfarenhet eller efter samråd med specialrådgivare. Har du odlingskontrakt ska du gödsla enligt det kontrakterande företagets anvisningar.

Riktgivorna i [tabell 29](#) sammanfattar rekommendationer från boken "Odling potatis – en handbok" (Nilsson m.fl., 2012).

Den lägre skörden i intervallen i [tabell 29](#) är främst aktuell i norra delen av landet. Sorten King Edward avkastar inte lika mycket som sorter av Bintjetyper. Därför bör du hålla nere kvävenivåerna om du odlar King Edward, så att du inte riskerar försämrade kokkvalitet. Sorter med lågt kvävebehov ökar inte i avkastning även om kvävegivan höjs.

Tabell 29. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till potatis. Gäller för mineraljord och med stråsäd som förfrukt (Nilsson m.fl., 2012).

Potatissort eller användningsområde	Skörd (ton/ha)				
	20	30	40	50	60
Färskpotatis	60	80			
Mycket lågt kvävebehov t.ex. Ditta		40–50	60–70	80–90	100–110
Lågt kvävebehov t.ex. Fakse, Inova, Princess		60–70	80–90	100–110	120–130
Måttligt kvävebehov t.ex. King Edward, Asterix, Melody		90–100	120–130	150–160	170–180
Högt kvävebehov t.ex. Bintje, Fontane, Superb		100–110	130–140	160–170	180–190



Bild 44. Eftersom kväve till potatis påverkar kvaliteten är det viktigt att anpassa gödslingen till sort och användningsområde. Foto: Hans Jonsson

4.7.2. Strategier för potatis – dela givan för bättre kvalitet

Potatisen utnyttjar växtnäringen bäst när det finns jämn tillgång på vatten. Potatisodling med möjlighet till bevattning är därför det mest optimala. Du kan även öka potatisens utnyttjande av tillförd växtnäring genom att radgödsla. Potatisen har lång växtsäsong och behovet av näring är därmed också utdraget. Det är ofta fördelaktigt att dela både kväve- och kaliumgivorna.

Genom att dela kvävegivan kan du uppnå både ökad skörd och förbättrad kväveeffektivitet, under förutsättning att det finns möjlighet till bevattning. Delad giva ger en gynnsammare fördelning mellan blast- och knöltillväxt. Dessutom bidrar kvävetillförsel under växtsäsongen till att förlänga blastens livslängd vilket är fördelaktigt för sena sorter och därmed knöltillväxtperioden.

Tillför cirka 50 % av kvävet i anslutning till sättningen och resterande kväve i två lika stora givor, 3 och 6 veckor efter uppkomst. Använd ett NPK-gödselmedel med lågt klorinnehåll (høgt klorinnehåll ger lägre torrsubstans) vid grundgödsling och ett ammoniumnitratbaserat gödselmedel vid eventuell tilläggs-gödsling.

Inför den sista tilläggs-gödslingen bör du göra en uppskattning av förväntad skörd. Gör en provgrävning och bedöm antalet knölar och knölstorlek. Bedöm också fältets blastutveckling och tillväxt samt hur långt det är kvar till mognad.

För potatisens kvalitet är det viktigt att ha balans mellan kväve och kalium. För lite kalium i förhållande till kväve kan ge försämrad kvalitet. Ofta behövs mer kalium än vad som tillförs med NPK-gödselmedel. Då kan du använda ett NK-gödselmedel med låg klorhalt vid det andra gödslingstillfället och eventuellt komplettera med kalimagnesia eller polysulfat.

Potatis har, med undantag av färskpotatis, lång växtperiod och kan därmed utnyttja stallgödselkväve på ett bra sätt. Kvävefrigörelsen från stallgödsel kan dock komma försent vid odling av matpotatis och äventyra kvaliteten. Vid odling av fabrikspotatis finns inte samma risk för kvalitetsnedsättning som vid odling av matpotatis. I första hand bör du använda flytgödsel och du bör begränsa givan till maximalt 50 % av kvävebehovet, räknat som ammoniumkväve.

4.8. Kväverekommendationer för sockerbetor

4.8.1. Riktgivor för sockerbetor – anpassa efter tidigare års resultat

Ekonomiskt optimal kvävegiva till sockerbetor är cirka 100–120 kg kväve per hektar om du bredsprider gödseln. Om du rad- eller djupmyllar räcker det med cirka 80–100 kg kväve per hektar.

Du kan få en uppfattning om hur du ligger i kvävenivå på ett fält genom att jämföra kvalitetsparametrarna sockerhalt, blåtal och K+Na-tal i tidigare skördar med normtalet. Om du ofta har kvalitetsproblem på samma fält, kan detta bero på att marken levererar mycket kväve och betorna då får för mycket kväve. Då bör du överväga att sänka kvävegödslingens nivå nästa gång du återkommer med sockerbetor på just det fältet.

4.8.2. Strategier för sockerbetor – radmylla för högre kväveutnyttjande

Traditionellt har kväve till sockerbetor bredspridits och myllats ner före sådd. Ett vanligt alternativ sedan flera år är djupmyllning före sådd. Mest effektivt är dock att radmylla gödseln i samband med sådden. Utnyttjandet av kväve blir bättre och behovet av kväve lägre om du placerar gödseln i anslutning till fröet. Modern radmyllningsteknik placerar gödseln på ett bestämt avstånd i sidled från betfröet. Djupmyllning sker före sådden och därför varierar avståndet i sidled mellan gödsel och betfrö.

Tänk på att tillföra natrium i samband med kvävegödslingen. Betornas natriumbehov är cirka 60 kg per hektar.

Både äldre och nya försöksresultat visar cirka 3 % ökad sockerskörd vid tillförsel av natrium (Ekelöf, 2019).

Sockerbetor har en lång växtsäsong och kan därför utnyttja markkväve och stallgödsel under en stor del av säsongen. Undvik att sprida stallgödsel på lerjordar före sådd av sockerbetor, eftersom det finns risk för packningsskador och därmed försämrad plantetablering. På jordar där det är möjligt att vårplöja kan du däremot plöja ner stallgödsel före sådd. För att undvika kvalitetsproblem är det viktigt att ge en måttlig giva av stallgödsel. Ge maximalt hälften av grödans kvävebehov som stallgödsel, och se till att få en jämn spridning av gödseln.



Bild 45. Om du radmyllar gödseln till sockerbetor får du ett bättre kväveutnyttjande. Foto: Hans Jonsson

4.9. Kväverekommendationer och strategier för salix

Det finns resultat från kvävegödslingsförsök i etablerade salixodlingar från 2008–2010 med olika gödslingsstrategier. Försöken undersökte inte olika kvävenivåer och därför kan vi inte beräkna ekonomiskt optimal kvävegiva på samma sätt som för andra grödor.

I försöken ingick ett ogödslat led samt tre olika gödslingsstrategier med varierande kvävemängder under ett treårigt omlopp (Aronsson & Rosenqvist, 2011). En av strategierna som ingick i försöken var en äldre rekommendation med 60 kg kväve per hektar år ett, 100 kg kväve per hektar år två och 60 kg kväve per hektar år tre. Det ingick också en strategi med låg



Bild 46. I moderna salixsorter kan du gödsla en gång per omlopp med 160 kg kväve per hektar, helst på våren året efter skörd. Foto: Urban Wigert

intensitet med en engångsgiva på 160 kg kväve per hektar första året efter skörd samt en strategi med intensiv odling med 160 kg kväve per hektar varje år under ett treårigt omlopp.

Bäst ekonomiskt utbyte i medeltal gav strategin med 160 kg kväve per hektar varje år. Men det var liten skillnad jämfört med att ge en engångsgiva på 160 kg kväve per hektar första året efter skörd. Om du ska gödsla varje år i växande salix behöver du speciell spridarutrustning, vilket du kan undvika genom att enbart gödsla efter skörd. Vår rekommendation är att du tillför cirka 160 kg kväve per hektar som engångsgiva på våren året efter skörd. Har du fått svaga gödslings effekter tidigare kan du avstå från att gödsla.

4.10. Justera kvävegivan efter förfrukten

Förfruktswärdet av en gröda beror på tre olika faktorer:

- Om det finns kväve kvar i marken från skörderester, rötter och eventuella baljväxtnölar.
- Om förfruktens rötter har haft en positiv inverkan på markens struktur.
- Om förfrukten har haft en sjukdomssanerande effekt.

Alla dessa tre faktorer kan påverka grödans kväveutnyttjande. I [tabell 30](#) finns en uppskattning av olika grödors förfruktswärde uttryckt som kväveeffekten (Lindén, 2008; Persson & Olsson, 2011). Med kväveeffekten menas motsvarande mängd gödselkväve som man behöver tillföra för att få samma kväveeffekt som förfrukten ger. Den faktiska förfruktseffekten kan dock variera från år till år beroende av årsmånen.

I [tabell 31](#) finns även de skördeökningar som olika förfrukter kan förväntas ge i spannmål. Om du får en skördeökning av en god förfrukt så ska du räkna upp kvävebehovet med 15–20 kg per ton skördeökning innan du gör ett avdrag för kväveeffekten (se räkneexemplet på nästa sida).

Tabell 30. Olika grödors förfruktswärden uttryckta som kväveeffekten (Lindén, 2008; Persson & Olsson, 2011).

Förfrukt	Kväveeffekten till efterföljande gröda (kg N/ha)	
	Höstsäd	Vårsäd
Höstsäd, korn	0	0
Havre	0	0
Höstraps	40	
Våroljeväxter	20	20
Foderarter	35	25
Åkerböror	25	25
Potatis	10	10
Socketbetor	25	20
Blandvall	40	40
Gräsvall	15	15

Tabell 31. Olika grödors förfruktsvärden uttryckta som skördeökning (Lindén, 2008; Persson & Olsson, 2011).

Förfrukt	Skördeökning i efterföljande gröda (kg/ha)	
	Höstsäd	Vårsäd
Höstsäd, korn	0	0
Havre	700	0
Höstraps	1 200	
Våroljeväxter	800	500
Foderärter	1 000	500
Åkerbönor	700	700
Potatis	800	800
Socketbetor	500	800
Blandvall	800	500
Gräsvall	400	200

Så här justerar du kvävebehovet efter förfrukt

Exempel: Fodervete i Svealand med blandvall som förfrukt

Normalskörd med spannmål som förfrukt: 6 ton/ha

Stallgödsel: Nej

Mullhalt: Mindre än 4 %

Rekommenderad kvävegiva: 135 kg N/ha

Ökad skörd av förfrukt blandvall: 800 kg/ha = 0,8 ton/ha

Ökat kvävebehov av skördeökning: 0,8 ton/ha × 15 kg/ton = 12 kg/ha

Totalbehov: 135 kg N/ha + 12 kg/ha = 147 kg N/ha

Kväveefterverkan av blandvall: 40 kg N/ha

Nettobehov: 147 - 40 kg N/ha = 107 kg N/ha

En gröngödslingsvall med baljväxter som utvecklats väl kan ge en god kväveeffekt till efterföljande gröda, se [tabell 32](#). Det finns ett begränsat försöksunderlag, men det är rimligt att räkna med en skördeökning på 1–3 ton spannmål per hektar efter en gröngödslingsvall som mest innehåller klöver.

I rapporten Ekohydrologi 179 (Aronsson, m.fl., 2023) sammanfattas kunskapsläget om kväveefterverkan av mellangrödor. Mellangrödor eller fånggrödor som består av rent gräs ger sällan en förfruktseffekt till den efterföljande huvudgrödan. En kombination av gräs och klöver kan däremot ge en kväveefterverkan.

Om man kombinerar gräs och klöver kan mineralkväve effektivt tas upp och minska risken för kväveläckage och samtidigt ge en kväveeffekt på omkring 15 kg per hektar. I sammanställningar av flera års danska försök har mellangrödor av oljerättika samt oljerättika och

honungsört gett en kväveefferverkan på cirka 10 kg och oljerättika i blandning med luddvicker 25 kg per hektar. Såtidpunkten är en viktig faktor för hur stor tillväxten blir och i sin tur hur stor kväveefferverkan kan bli.

Om du regelbundet odlar rajgräs som fånggröda kan du på sikt ändå förvänta dig en något ökad kväveleverans till efterkommande gröda. Den bästa kväveeffekten av rajgräs får du på lätta jordar i områden med mildt klimat. Direkt efter att rajgräset brukas ner är innehållet av växttillgängligt mineralkväve i marken normalt sett lågt och en del kväve kan till och med bindas in i marken och bli otillgängligt. Denna effekt är kortvarig och kompenseras längre fram under växtodlingssäsongen genom något ökad mineralisering. Om du vårplöjer kan den ökade mineraliseringen komma för sent för att årets gröda ska kunna få del av det extra kvävet.



Bild 47. Oljerättika är en fånggröda med djupt rotsystem som förbättrar jordens struktur. Foto: Pernilla Kvarmo

Om du odlar oljerättika som eftersådd fånggröda eller mellangröda är kvävehalten högre och kvävemineraliseringen snabbare än hos gräs. Det innebär att du ofta kan räkna med en högre och snabbare kväveeffekt. Såtidpunkten av oljerättikan är då en viktig faktor.

Sommarsådd oljerättika innebär ofta att plantorna har utvecklats långt under hösten. Då har de en låg kvävehalt (kol/kväve-kvoten är hög) och därför mineraliseras kväve långsamt. Oljerättika som är sådd i andra halvan av augusti eller senare har ofta en hög kvävehalt vilket kan innebära att kväve från plantorna frigörs snabbt efter frost eller avdödning. Hur snabbt beror på temperaturen och vädret under höst och vinter. I halländska försök gav till exempel oljerättika sådd i slutet av augusti efter vårkorn inte minskad utlakning jämfört med vårkorn utan fånggröda (Aronsson, m.fl., 2012).

På jordbruksverket.se hittar du de aktuella stödreglerna som rör till exempel fånggrödor och mellangrödor.

Tabell 32. Kväveeffekt uttryckt som kväveefterverkan efter fånggrödor, mellangrödor och grüngödslingsvallar.

Fånggrödor eller mellangrödor insådda i vår- eller höstsäd	Kväveefterverkan (kg/ha)	
	Höstplöjning	Vårplöjning
Rajgräs	0	0
Rödklöver	35	45
Vitklöver	40	45
Rödklöver och rajgräs i blandning	20	15

Fånggrödor eller mellangrödor eftersådda	Kväveefterverkan (kg/ha)
Oljerättika	10
Oljerättika+honungsört	10
Oljerättika+luddvicker	25

Grüngödslingsvall	Kväveefterverkan (kg/ha)	
	Tidig höstplöjning och höstsådd	Sen höstplöjning eller vårplöjning och vårsådd
Rödklöver, alsikeklöver	80	90
Rödklöver+gräs	50	60
Vitklöver	90	100
Vitklöver+gräs	60	80

4.11. Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt

Jordar med hög mullhalt har normalt en hög kväve mineralisering vilket minskar behovet av kvävegödsling. Om du ger för mycket kväve på en jord med hög mullhalt så blir kväveutnyttjandet sämre samtidigt som risken för förluster ökar. Du kan även få problem med liggsäd. I [bilaga 1](#) hittar du ett schema för bestämning av kvävebehov för mineralgödsel.

Det är svårt att ge riktvärden för kvävegödsling på jordar med hög mullhalt eftersom kväveleveransen varierar beroende på det organiska materialets ursprung. Försök och praktisk erfarenhet tyder på att det oftast behövs en startgiva på cirka 30 kg kväve per hektar för att få en bra vårsädesgröda på mulljord med mer än 40% mull (Mattsson, 2006). Detta kan tolkas som att kväveleveransen är 50–70 kg per hektar högre till vårsäd på mulljord (mer än 40 % mull) än på en måttligt mullhaltig mineraljord (cirka 4 % mull). Om vi antar att kväveleveransen har ett linjärt samband med mullhalten inom intervallet 4–40 % mull, så motsvarar varje procentenhet mull en kväveleverans på nära 2 kg per hektar. Det betyder att du kan minska kvävegivan med cirka 2 kg per hektar för varje procentenhet över 4 % mull i jorden (se räkneexempel). Du bör dock alltid utgå från din egen erfarenhet av tidigare odling på fältet.

Om du ger en låg kvävegiva och använder ett NPK-gödselmedel med låg andel fosfor och kalium kan grödan få för lite av dessa näringsämnen. Därför kan du behöva komplettera med fosfor och kalium i en separat gödsling.

Uppskattning av kvävebehov på mulljordar

Exempel 1: Mullhalt mellan 4 och 40 %

Foderkorn Normalskörd på fältet: 5 ton/ha Stallgödsel: nej

Mullhalt: 20 %

Rekommenderad kvävegiva: 85 kg N/ha

Mullhalt över 4 %: $20 - 4 = 16\%$

Minskat kvävebehov på grund av mullhalt: $2 \text{ kg/ha} \times 16\% = 32 \text{ kg/ha}$

Nettobehov: $85 - 32 \text{ kg N/ha} = 53 \text{ kg N/ha}$

Exempel 2: Mullhalt över 40 %

Foderkorn Normalskörd på fältet: 5 ton/ha Stallgödsel: Nej

Mullhalt: 42 %

Rekommenderad kvävegiva: 85 kg N/ha

Mullhalt över 4 %: $42 - 4 = 38\%$

Minskat kvävebehov på grund av mullhalt: $2 \text{ kg/ha} \times 38\% = 76 \text{ kg/ha}$

Nettobehov: $85 - 76 \text{ kg N/ha} = 9 \text{ kg N/ha}$

I exempel 2 minskar kvävebehovet med 76 kg kväve per hektar och nettobehovet blir endast 9 kg kväve per hektar. Ofta kan det ändå vara bra att lägga en startgiva på 30 kg kväve per hektar.

5. Fosfor

Fosfor har en nyckelroll i växtens energiomsättning och ingår i proteiner och i arvsmassan. Fosfor är också viktig för rotbildning, bestockning, blomning, fruktsättning och mognad, men kan också orsaka övergödning om den hamnar i vattendrag, sjöar och hav. I Östersjön bidrar fosfor till algblomning, vilket leder till syrebrist och döda bottnar när algerna bryts ner. Syrebristen gör det svårt för fiskar som torsk att föröka sig.

Fosforbrist hämmar proteinbildningen och ger nedsatt tillväxt, sämre bestockning, blomning och frösättning samt försenad mognad. Plantor med fosforbrist får ofta en rödlila färgton, särskilt på äldre blad och delar av plantan, t.ex. de nedre bladslidorna. I senare stadier kan äldre blad vissna från spetsen och falla av. Ax och kärnor blir ofta kraftigt förkrympta och hämmade, (Aasen, 1997; West Larsen, 1998).

Fosforbrist förvärras av sur eller väldigt basisk (kalkrik) jord, låg mullhalt, kalla eller blöta förhållanden och grödor med dåligt utvecklade rotsystem. En väl fungerande dränering och bra markstruktur är viktiga för att grödan ska kunna utveckla ett bra rotsystem. Då kan rötterna ta upp vatten, fosfor och andra näringsämnen ur en stor jordvolym.



Bild 48. Till vänster i bilden har grödan fosforbrist. Fosforbrist ger nedsatt tillväxt och sämre bestockning. Foto: Ingemar Gruvaeus

I rutan nedan har vi sammanfattat några viktiga råd när det gäller fosforgödsling:

Sammanfattande råd - fosfor

- Se till att ha en aktuell markkarta. Komplettera gärna med en växtnäringsbalans. Då ser du hur mycket fosfor som förs bort från fältet jämfört med hur mycket som tillförs under en hel växtföljd.
- Anpassa fosforgödslingen till grödans behov och markens fosforinnehåll. Justera givan efter skördenivå.
- Placera gödseln nära utsädet för bättre effekt och minskad risk för förluster.
- Sträva efter att på sikt nå en lämplig fosforklass i marken för de grödor du odlar.
 - Om du bara odlar spannmål och vall räcker det ofta att ligga i nedre delen av P-AL- klass III eller övre delen av klass II.
 - Odlar du fosforkrävande grödor som potatis, sockerbetor, majs eller oljeväxter bör P-AL ligga i nedre delen av klass IVA eller övre delen av klass III.
- Normalt sett är det inte lönsamt att gödsla upp marken mer än till mitten av klass IVA.
- Prioritera gödsling till de mest fosforkrävande grödorna i växtföljden.
 - Gödsla potatis, sockerbetor och majs i första hand.
 - Odlar du oljeväxter, ge fosfor till höst- och vårraps. Fosforgödsling på hösten till höstraps förbättrar också övervintringen.
 - I en spannmålsväxtföljd bör du i första hand fosforgödsla vårsäden. Om marken ligger i P-AL-klass II eller lägre bör du även fosforgödsla höstsäden.
 - Lin, ärter, åkerböna och vall kräver inte mycket fosfor. Någon gång under växtföljden bör du dock ersätta den fosfor som förts bort med dessa grödor om jorden ligger i P-AL-klass III eller lägre.
- Bra dränering och markstruktur minskar fosforförlusterna och förbättrar växtnäringsutnyttjandet genom att rötterna kan ta upp fosfor ur en större jordvolym.
- Undvik uppgödsling av redan fosforrika jordar. Det ger dåligt fosforutnyttjande och ökar risken för förluster.

5.1. Gödsla efter grödans behov och markens fosforinnehåll

5.1.1. Lär känna din jord genom att markkartera och gör en fosforbalans

Åkermark innehåller ganska mycket fosfor, i genomsnitt ca 2 000 kg per hektar med en variation från 900 till 3 600 kg i matjorden (Bergström m.fl., 2008). Det mesta är mer eller mindre hårt bundet och bara en liten del är löst i markvätskan. Braun, (2020) studerade dynamiken i utbytet mellan olika fosforpooler i marken och kunde i en doktorsavhandling bland annat visa att tillförseln av fosfor från den långsamma poolen (den del av fosfor som frigörs långsamt över tid) är viktig för växternas fosforupptag.

För att kunna gödsla rätt behöver du en aktuell markkarta som visar hur mycket växttillgänglig fosfor marken innehåller och hur det varierar mellan olika fält och delar av fält. Fosforhalten ändras som regel långsamt. Beroende på jordart, odlingsinriktning och om du gör växtnäringsbalanser regelbundet är det lagom att markkartera med 5–15 års mellanrum. Mer information om markkartering finns i [avsnitt 1.1](#) och [bilaga 4](#). Klassindelningen när det gäller fosforinnehåll i marken visas i [tabell 33](#).

Tabell 33. Klassindelning och halter av fosfor (P) i jord.

Lättlöslig fraktion		Förrådsfraktion	
Klass	P-AL (mg/100 g torr jord)	Klass	P-HCl (mg/100 g torr jord)
I	<2	I	<20
II	2,0-4,0	II	20-40
III	4,1-8,0	III	41-60
IVA	8,1-12,0	IV	61-80
IVB	12,1-16,0		
V	>16	V	>80

Fosforhalten kan variera ganska mycket inom ett skifte. Genom att använda markkartan och precisionsgödsling kan du anpassa givan efter behovet på varje del av fältet. På så sätt får grödan större nytta av den fosfor du sprider, vilket gynnar både ekonomi och miljö. Med en modern spridare med GPS kan du skapa tilldelningsfiler utifrån markkartan och styra gödslingen automatiskt. Har du en äldre spridare kan du anpassa givan manuellt genom att variera körhastighet och utmatning. Läs mer om styrning av mineral- och stallgödsel i [kapitel 3](#).

Markkartan ger en bild av nuläget, men för att bedöma om markens fosforförråd ökar eller minskar över tid är växtnäringsbalansen ett bra komplement. Gör gärna en växtnäringsbalans för att se hur mycket fosfor som förs bort från fältet jämfört med hur mycket som tillförs under en hel växtföljd. På så sätt får du koll på trenderna och kan åtgärda eventuella problem i tid.

5.1.2. Fosfor i alven – en möjlig växtnäringskälla

På jordar med bra struktur och dränering når rötterna hos vårsådda grödor ofta ner cirka en meter i marken. För höstsådda grödor och sockerbetor kan de nå 1–2 meters djup, ibland ännu mer. Särskilt om matjorden innehåller lite fosfor och det är torrt kan en stor del av fosforupptaget komma från alven. Om P-AL-talet i alven är högt kan du minska fosforgödslingen något, förutsatt att rötterna når ner och pH-värdet i alven inte är högt. Vid höga pH-värden kan mängden växttillgänglig fosfor vara lägre än vad analysen visar (Börling m.fl., 2004). Det beror på att AL-metoden innebär att fosfor extraheras i en sur lösning, vilket gör att den kan överskatta mängden växttillgänglig fosfor i jordar med högt pH.

Om du ska analysera P-AL i alven är det lämpligt att ta jordprover på 40–60 cm djup. Det ger en bättre bild av alven än prover som tas nära matjorden, exempelvis på 20–40 cm djup. I försök har det visat sig att tidigare gödsling ofta bara påverkar fosforhalten ner till

cirka 40 cm. Djupare ner i markprofilen styrs fosforinnehållet mer av markens egenskaper (Hahlin & Ericsson, 1981; Börling m.fl., 2004).

5.2. Rekommenderad fosforgödsling till olika grödor

I [tabell 34](#) finns rekommendationer för fosforgödsling till de vanligaste grödorna beroende på markens fosforinnehåll (P-AL-klass).

Grödor svarar olika på fosforgödsling i olika odlingssituationer. Dessutom är det svårt att fastställa markens exakta fosforhalt. För att visa att behovet inte kan bestämmas exakt har vi avrundat de rekommenderade givorna till jämna femtal kg. Rekommendationerna i [tabell 34](#) visar vad som är ekonomiskt optimalt och långsiktigt hållbart, men ska inte ses som bindande för enskilda fält.

Tabell 34. Riktgivor för fosforgödsling till olika grödor. Bortförsl av fosfor baseras på beräkningsverktyget Vera 2024. Rekommendationerna i tabellen är anpassade efter bredspridning.

Gröda	Skördenivå (ton/ha)	Bortförsl av P (kg/ha)	Rekommenderad fosforgiva (kg/ha) vid olika P-AL-klass					
			I	II	III	IVA	IVB	V
Vårsäd	5	17	25	20	15	5	0	0
Höstsäd	7	22	30	25	20	10	0	0
Våroljeväxter	2	14	30	25	15	10	0	0
Höstoljeväxter	3,5	24	40	35	25	15	0	0
Slåttervall, ts	6	13–20	25	15	10	0	0	0
Fodermajs, ts	10	21 ^{b)}	35	30	25	20	15	15
Potatis ^{a)}	40	21	75	55	45	35	20	15
Socketbetor	65	26 ^{c)}	60	45	35	25	10	0
Ärter/åkerböna	3,5	13–18 ^{d)}	20	15	10	0	0	0
Lin	2	11	15	10	5	0	0	0
Betesvall på åker			15	5	0	0	0	0

- a) Rekommenderad giva räcker till en efterföljande gröda förutsatt att den totala fosfortillförseln i växtföljden är tillräcklig stor.
- b) Avser majsensilage.
- c) Endast betor, ej blast.
- d) Den lägre siffran gäller ärter, den högre åkerböna.

När du etablerar salix bör du tillföra 20–30 kg fosfor per hektar om P-AL ligger i klass III eller lägre. Vid högre P-AL-klasser kan grundgödsling eventuellt utslutas. Om du använder avloppsslam vid salixodling täcker det behovet av både fosfor och kalium.

Riktgivorna i [tabell 34](#) är framtagna utifrån fältförsök i olika grödor och praktisk erfarenhet. Rekommendationerna bygger bland annat på två rapporter (Bertilsson m.fl., 2005; Börjesson m.fl., 2015) där författarna beräknade underhålls-P-AL (UPAL), det vill säga den

fosfornivå där det är ekonomiskt lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som grödan för bort. Kostnaden för gödslingen motsvarar då värdet av skördeökningen. Eftersom grödor har olika fosforbehov och förmåga att ta upp fosfor varierar UPAL mellan grödor. UPAL påverkas även av priset på skörden och priset på fosforgödsel (Bertilsson m.fl., 2005; Börjesson m.fl., 2015).

Börjesson m.fl. (2015) har även räknat på olika gödslingsstrategier om man utgår från ett P-AL-tal på 3 respektive 10 mg P/100 g jord. Dessa beräkningar ligger till grund för rekommendationerna vid låga respektive höga P-AL-klasser.

Om fosforpriset är mycket högt kan det vara ekonomiskt motiverat att avstå fosfor- gödsling ett enskilt år. Men över tid bör du gödsla balanserat och ta hänsyn till grödans bortförsel av fosfor. UPAL är inte särskilt priskänsligt och påverkas därför bara marginellt.

Med de priser vi har antagit är ersättningsgödsling lönsam vid de P-AL-tal och klasser som visas i [tabell 35](#).

Tabell 35. Underhålls-P-AL (UPAL) för olika grödor.

Gröda	Underhålls-P-AL ^{a)} (mg/100 g jord)	P-AL-klass
Korn	4–8	III
Höstvete	2–4	II
Oljeväxter	5–6	III
Potatis, sockerbetor	10	IVA

a) Det P-AL-tal där det är ekonomiskt lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som grödan för bort.

5.2.1. Justera givan vid avvikande skördenivå

Om skördenivån avviker från vad som anges i [tabell 34](#), justera fosforgivan enligt [tabell 36](#). Om rekommendationen enligt [tabell 34](#) är noll behöver du inte fosforgödsla alls även om du förväntar dig högre skörd.

Tabell 36. Justering av fosforgivan per ton skördeavvikelse.

Gröda	Justering per ton avvikelse i skörd (kg P/ha)
Stråsäd, ärter	3
Oljeväxter	7
Slättervall (ts), majs (ts)	3
Potatis	0,5
Sockerbetor	0,33

5.2.2. Håll balansen och sikta rätt

Gödslingsråden i [tabell 34](#) bygger på en avvägning mellan vad som är kortsiktigt lönsamt och långsiktigt hållbart för miljön och markens produktionsförmåga. På längre sikt lönar det sig ofta att tillföra mer fosfor. Du kan läsa mer om detta i [avsnitt 5.3](#) Strategier för fosforgödsling. Tidsperspektivet kan påverkas av om marken är egen eller arrenderad, framtida generationsskifte med mera.

För att uppnå eller bibehålla ett lämpligt underhålls-P-AL är det viktigt att räkna på den totala tillförseln och bortförslin av fosfor över hela växtföljden. Om du strikt följer gödslingsråden i [tabell 34](#) uppstår ofta ett mindre underskott, vilket på sikt kan sänka P-AL till för låga nivåer. Den mest krävande grödan i växtföljden avgör vad som är ett lämpligt underhålls-P-AL. [Tabell 37](#) visar vad som kan anses vara en rimlig fosforbalans för olika växtföljder utifrån markens fosforklass (P-AL) och ett långsiktigt perspektiv.

Tabell 37. Rimlig fosforbalans för olika växtföljder utifrån markens fosforklass (P-AL) och ett långsiktigt perspektiv.

Växtföljd	Fosforbalans vid olika P-AL-klass, kg/ha					
	I	II	III	IVA	IVB	V
Spannmål, vall	10	5	0	-10	-20	-20
Spannmål, oljeväxter	15	10	5	-10	-25	-25
Socketbetor återkommande i växtföljden	20	15	10	0	-15	-20
Potatis återkommande i växtföljden	20	15	10	0	-10	-15

5.2.3. Placera gödseln nära utsädet – effektivare och miljövänligare

Rekommendationerna i [tabell 34](#) utgår från bredspridning av fosforgödsel. I många grödor ger radmyllning eller kombisådd bättre effekt än bredspridning med nedbrukning i såbädden (Mattsson, 1974; Mattsson, 1993; Gruvaeus, 1997; Ekelöf, 2016a). Metoden är särskilt effektiv i vårsådda grödor med litet rotsystem som behöver fosfor tidigt på våren, till exempel potatis, majs och sockerbetor. Även vårsäd gynnas av radmyllning. Radmyllning eller kombisådd ökar fosforkoncentrationen nära rötterna, vilket gör att växten får tillgång till fosfor tidigare.

Radmyllning har också miljöfördelar. Risken för fosforförluster via ytavrinning och transport via makroporer minskar. Makroporer är stora porer eller sprickor i jorden. Vid kraftig nederbörd kan jordpartiklar och fosfor snabbt transporteras genom dem till dräneringsrören och vidare ut i diken och vattendrag.

5.2.4. Fosforgödsling vid högt pH och efter kalkning

P-AL-metoden fungerar bäst på jordar med pH under 7. Eftersom extraktionslösningen (ammoniumlaktat-acetat) har ett pH på 3,75 kan även kalciumbunden fosfor lösas ut – trots att den är svårtillgänglig för växterna. Metoden överskattar därför mängden växttillgänglig fosfor i jordar med högt pH. Om pH är över 7 kan det därför vara lämpligt att gödsla som om värdet vore en P-AL-klass lägre än analysresultatet visar.



Bild 49. Ungefär 38 % av fosfor som sprids på åkermark kommer från mineralgödsel medan 62 % tillförs via organiska gödselmedel, främst stallgödsel (SCB, 2020). Foto: Mårten Svensson.

Ett alternativ för jordar med pH över 7 är att använda en annan analysmetod, till exempel Olsenmetoden (Olsen-P) där extraktionslösningen har ett pH på 8,5. Den används bland annat i Danmark. Det finns dock inte många svenska fältförsök på jordar med högt pH där man också har analyserat fosforinnehållet med Olsenmetoden, vilket gör att vi saknar gödslingsrekommendationer baserade på denna metod. Försök att "översätta" analysvärden mellan P-AL och Olsen-P har gjorts, men det har visat sig svårt eftersom sambanden ser olika ut för olika jordar.

Då intresset för strukturkalkning har ökat har vissa oroat sig för att fosfor skulle bli mindre tillgänglig efter kalkning. I en studie från SLU (Simonsson m.fl., 2016) kunde man dock inte se några negativa effekter på fosfors tillgänglighet eller växternas fosforupptag på grund av kalkning oavsett om man använt strukturkalk eller kalkstensmjöl. Även Börjesson & Kirchmann (2022) drog slutsatsen att kalkning inte påverkar fosfors tillgänglighet negativt. Du behöver alltså inte öka fosforgödslingen efter kalkning (Simonsson m.fl., 2016).

5.2.5. Fosfor i stallgödsel har god effekt

År 2018/2019 kom 55 % av fosfor som tillfördes svensk åkermark från stallgödsel (SCB, 2020). På kort sikt är effekten av fosfor som tillförs via stallgödsel cirka 60–70 % jämfört med samma mängd fosfor i mineralgödsel. På lång sikt är fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som fosfor i mineralgödsel (Delin m.fl., 2014).

Om du använder stallgödsel kan du av praktiska skäl välja att gödsla för mer än ett år. Anpassa mängden stallgödsel efter markkartan. Gör en fosforbalans för att få rätt mängd fosfor totalt sett över hela växtföljden.

5.2.6. Fosfor i avloppsslam har lägre tillgänglighet på kort sikt

Effekten av fosfor i avloppsslam har enligt Delin & Engström (2021) visat stor variation beroende på hur mycket fällningskemikalier (kemikalier som binder fosfor) som tillsatts i reningsverket. I en svensk studie gav fosfor i slam enligt samma källa knappt hälften så stor

effekt som mineralgödselfosfor under det första året. På kort sikt är fosfor i avloppsslam mindre tillgänglig än i stallgödsel och mineralgödsel (Delin m.fl., 2014; Linderholm, 1997). Det beror på att fosfor binds hårt av fällningskemikalierna i reningsverken. På jordar där fosfor från slammet frigörs långsamt, till exempel på grund av lågt pH-värde, kan du behöva komplettera med mineralgödselfosfor under det första året efter slamgödning.

Skånska försök har visat både positiv skördeeffekt och ökad fosforhalt i marken efter många års slamgödning (Andersson, 2015). Vid slamgödning är det tillåtet att ge upp till 22 kg fosfor per hektar och år för maximalt sju år framåt. Numera är det vanligare att gödsla för högst fem år åt gången. Även en femårsgiva kan innebära att över 100 kg fosfor per hektar tillförs vid ett tillfälle. Det är mycket mer än vad grödan normalt behöver. Slammet kan då förväntas täcka hela fosforbehovet under dessa år.

För att minska risken för läckage av fosfor och kväve bör du undvika att sprida alltför stora mängder slam vid ett och samma tillfälle. Sprid inte slam på fält med hög fosforklass. Vid spridning inför höstsådd i känsliga områden kan mängden lättillgängligt kväve vara begränsande, särskilt sedan den högsta tillåtna kvävegivan till andra grödor än höstoljeväxter sänktes från 40 till 30 kg per hektar 2021 (Jordbruksverket, 2004).

5.3. Strategier för fosforgödning

5.3.1. På sikt bör du sträva efter lämpligt fosforinnehåll i marken

Markens fosforinnehåll bör anpassas efter den odlingsinriktning du har. Odlar du bara spannmål och vall räcker det ofta att P-AL ligger i nedre delen av klass III eller övre delen av klass II. För fosforkrävande grödor som potatis, sockerbetor, majs eller oljeväxter är det lämpligt med P-AL i nedre delen av klass IVA eller övre delen av klass III. Det är sällan lönsamt att gödsla upp marken mer än till mitten av klass IVA.

Vid låga P-AL-tal är det oftast lönsamt att tillföra mer fosfor än vad grödorna för bort under ett växtföljdsomlopp, särskilt om du odlar fosforkrävande grödor. Vid höga P-AL är det både ekonomiskt och miljömässigt bättre att utnyttja markens förråd och tillföra mindre fosfor än vad grödan för bort (Bertilsson m.fl., 2005).

Kirchmann m.fl. (2020) studerade sambandet mellan olika markparametrar och norm-skördar i 90 olika skördeområden. I studien användes bland annat data från 12 554 matjordsprover i Jordbruksverkets jordartskartering 2013 som grund. Författarna kunde konstatera att det fanns en positiv korrelation mellan P-AL och skörd upp till P-AL-klass IVA för höstvetete. Det går dock inte att utifrån denna studie dra slutsatsen att det är fråga om orsak och verkan eftersom andra faktorer kan påverka skörden. Exempelvis vet vi inget om hur lantbrukarna har gödlat sina fält. På vissa håll bedrivs jordbruket extensivt medan det är mer intensivt i slättbygderna där förutsättningarna för höga skördar är goda. I en annan artikel baserad på resultat från de långliggande kalk-/fosforförsöken som startade 1936 och 1941 på Lanna (Börjesson & Kirchmann, 2022) kunde författarna konstatera att behandlingar som fått både kalk och fosfor gett högre skördar än de som fått enbart fosfor.

P-AL i marken förändras långsamt både uppåt och nedåt. Det beror på att marken buffrar och att fosfor rör sig mellan olika fosforpooler. Det är svårt att säga hur snabbt gödningen

ger utslag på olika jordar. Följ utvecklingen i marken genom att markkartera regelbundet och göra fosforbalanser, helst på fältnivå. I fältförsök har det visat sig att P-AL sjunker något på lång sikt om man tillför lika mycket fosfor som grödan för bort. Minskningen är dock mycket långsam – mindre än 0,5 mg/100 g jord på 20 år. Snabbast sker minskningen om man redan har lågt P-AL i marken, men P-AL sjunker sällan lägre än till 2 mg/100 g jord (Börjesson m.fl., 2015).

Ekonomiskt lönsam fosforgödning på lång sikt

Hur mycket fosfor det lönar sig att tillföra beror på P-AL i marken, vilka grödor som ingår i växtföljden och tidsperspektivet. Nedan följer några exempel på lönsamma strategier för fosforgödning i en växtföljd med spannmål och oljeväxter i Mellansverige. Strategierna är framtagna utifrån resultat i långliggande fältförsök (Nätterlund, 2016).

Det finns inga grödor där det lönar sig att sträva efter ett P-AL-tal över 10 mg/100 g jord (Bertilsson m.fl., 2005).

Om P-AL i marken är 5 mg/100 g jord (nedre delen av klass III)

- På 10 års sikt: Tillför lika mycket fosfor som grödan för bort.
- På 15–20 års sikt: Tillför mer än vad grödan för bort (fältbalans +5 kg fosfor per hektar och år).

Om P-AL i marken är 10 mg/100 g jord (mitten av klass IVA)

- På 10 års sikt: Gödsla inte med fosfor alls.
- På 20–25 års sikt: Tillföra lika mycket eller lite mindre fosfor än vad grödan för bort (fältbalans -5 kg fosfor per hektar och år). Lägg fosfor till de mest fosforkrävande grödorna i växtföljden, i detta fall oljeväxterna.

5.3.2. Gödsla potatis, sockerbetor och majs i första hand

Om du odlar potatis, sockerbetor eller majs bör du i första hand gödsla dessa grödor med fosfor eftersom de är fosforkrävande och svarar bra på det.

Potatis har ett begränsat rotsystem och har svårt att ta upp fosfor från markprofilen. Fosfor ökar och påskyndar knölbildningen och minskar risken för blötkokning och missfärgning. Den gör också att torrsubstanshalten ökar och ger en snabbare mognad och bättre lagringsegenskaper (Åsa Rölin, personligt meddelande, 2017).

Rekommendationen till potatis i [tabell 34](#) är högre än bortförseln i nästan alla P-AL-klasser, men då ingår även fosforbehovet till en efterföljande gröda förutsatt att den totala fosfortillförseln i växtföljden är tillräcklig. Även vid höga fosforklasser rekommenderas en mindre giva. Det säkerställer att potatisen får tillgång till nyligen tillförd fosfor som är



Bild 50. Majs är en fosforkrävande gröda, precis som potatis och sockerbetor. Foto: Urban Wigert.

tillgänglig. Om du radmyllar gödseln vid sättnig eller kupning kan du minska givan med 10–20 % eftersom potatisen då utnyttjar fosfor bättre (Nilsson m.fl., 2012). Gör gärna en bladanalys under säsongen och anpassa gödslingen efter resultatet. På jordar med högt P-AL och god fosforleverans kan potatisen klara sig utan extra fosfor.

Sockerbetor har ett begränsat rotsystem i början av säsongen och behöver god tillgång på fosfor för att ge full skörd. Enligt Ekelöf (2020), som analyserat resultat från de skånska bördighetsförsöken och ett stort antal andra försök med sockerbetor, lönar det sig att tillföra ganska stora mängder fosfor till sockerbetor vid låga P-AL-tal (klass I och II).

Det är viktigt att sockerbetorna får tillgång till fosfor tidigt när marktemperaturen fortfarande är låg och rötterna ännu inte utvecklats. Därför är det bra att radmylla eller kombiså gödsel som innehåller fosfor. Då kan givan minskas något (Ekelöf, 2016a; Olsson, 2016). Försök genomförda 2021–2024 har enligt Ekelöf (2024) visat att spridningstekniken har en avgörande betydelse för ettårseffekten, särskilt vid låga P-AL-tal. I dessa försök gav 15 kg radmyllad fosfor per hektar en större skörderespons än 120 kg bredspridd. Vid en fosforgiva på 60 kg per hektar blev sockerskörden i genomsnitt 6 % högre vid radmyllning än vid bredspridning.

Majs svarar också bra på fosforgödsling. I en försöksserie med ensilagemajs gav en startgiva med fosfor högre skörd oavsett markens fosforstatus (Tell & Axelson, 2010). Bäst effekt uppnåddes med en kombination av fosfor och kväve. Majs odlas ofta på samma fält år efter år och på fält med högt fosforinnehåll. Om du gödslar en jord som redan har högt P-AL är det viktigt att inte tillföra mer fosfor än vad grödan behöver. Med tanke på fosforutnyttjandet och risken för förluster är det bättre att låta majsen ingå i en växtföljd och rotera mellan olika fält.

5.3.3. Prioritera fosforgödsling till höst- och vårraps

Oljevaxter (förutom lin) gynnas av god fosforstatus i marken. Om höst- eller våroljevaxter ingår i växtföljden bör P-AL inte ligga lägre än i mitten av klass III. Prioritera då fosforgödsling till höst- och vårraps, helst i samband med sådd.

Höstraps bör fosforgödas på hösten. Det ger inte bara högre skörd, utan förbättrar även övervintringen. Försök har visat att höstrapsen övervintrar betydligt bättre om kväve, svavel, fosfor, kalium, bor och magnesium tillförs på hösten jämfört med enbart kväve och svavel (Gunnarson, 2014).

Kombiså, mylla eller bruka ner fosfor om du sprider på hösten och se till att sprida gödseln vid lämpliga förhållanden för att minska risken för förluster. Vid större givor – dela fosforgivan och sprid en del på hösten vid sådd och resten tidigt på våren.



Bild 51. Raps gynnas av god fosfortillgång. Prioritera fosforgödsling till oljeväxter i växtföljden. Foto: Janne Andersson.

5.3.4. Prioritera vårsäd och höstkorn före annan höstsäd

I en spannmålsväxtföljd bör du i första hand fosforgödsla **vårsäd**. Även höstkorn gynnas av god fosfortillgång. Vårsäd har ett mindre rotsystem än höstsäd och når därför en mindre jordvolym där grödan kan ta upp fosfor. Om du odlar både havre och korn, prioritera kornet. I försök har både **korn** och **havre** svarat bra på fosforgödsling på jordar med P-AL-klass II och III (Gruvaeus, 2007; Krijger, 2009). Havre verkar dock vara mindre känslig för låga fosforhalter än korn enligt en utvärdering av de långliggande bördighetsförsöken (Börjesson m.fl., 2015). Vid fosforgödsling till korn sjönk proteinhalten medan stärkelsehalten ökade (Gruvaeus, 2007). Det kan bero på att skördeökningen som NPK-gödslingen gav i dessa försök ledde till att kväve blev begränsande.

Om jorden ligger i P-AL-klass II eller lägre bör du även fosforgödsla **höstsäd**. Gödsla redan vid sådd så att grödan får tillgång till fosfor på hösten och vid den tidiga tillväxten på våren (Gruvaeus, 2005b). Gruvaeus (2018) kunde bland annat konstatera att svag fosfortillgång på hösten försämrar bestockningen i höstvetete och höstkorn. Kombiså, mylla eller bruka ned gödseln för att minska risken för förluster och förbättra effekten. Höstsädens kvävebehov på hösten är litet och täcks normalt av markens mineralisering. Använd därför gödselmedel med lite eller inget lättillgängligt kväve, till exempel MAP (NP 12–23), PK 11–21, NPK med lågt kväveinnehåll eller P 20.

5.3.5. Lin, ärter, åkerböna och vall har lågt fosforbehov

Lin, ärter och **åkerböna** kräver inte mycket fosfor. I försök med fosforgödsling till lin gav gödslingen ingen skördeökning alls (Krijger & Gunnarson, 2011a). Fosforgödsling gav heller ingen tydlig skördeökning på jordar i P-AL-klass II–IV i två olika försökserier med ärter (Gruvaeus, 2005a) respektive åkerböna (Krijger, 2015). Även om dessa grödor har lågt fosforbehov bör du ersätta bortförd fosfor någon gång under växtföljden om jorden ligger i P-AL-klass III eller lägre.

Vall är ytterligare en gröda där fosforgödsling inte gett någon tydlig skördeökning i försök (Börjesson m fl., 2015). Därför rekommenderas en fosforgiva som motsvarar bortförelsen i P-AL-klass II.

Även om vår- och sommarspridning är vanligast förekommer höstspridning av stallgödsel på vall. Enligt SCB (2020) spreds stallgödsel under hösten på 15 % av slåttervallsarealen. Fördelarna är att gödsellagret kan tömmas inför vintern och att risken för markpackning är relativt liten om marken är torr. Nackdelen är att risken för ammoniak- och fosforförluster ökar om gödseln inte myllas eller brukas ner. Vallstubben ger dock ett visst skydd mot erosion och fosforförluster. Tillför måttliga givor och undvik spridning på skiften där det finns risk för ytavrinning. Glöm inte att följa regler och begränsningar för höstspridning i Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (Jordbruksverket, 2004). Läs mer om spridningsreglerna i [kapitel 2.2.4](#).



Bild 52. Ärter är inte så fosfor-krävande. Foto: Urban Wigert.

5.4. Minska risken för fosforförluster

5.4.1. Bra dränering och markstruktur minskar fosforförlusterna och förbättrar växtnäring utnyttjandet

En väl fungerande dränering, god markstruktur och hög infiltrationskapacitet ger grödan förutsättningar för att utveckla ett bra rotsystem som kan ta upp vatten, fosfor och andra näringsämnen ur en stor jordvolym. Samtidigt minskar det risken för stående vatten, ytavrinning och snabba vattenflöden genom makroporer i marken som gör att jordpartiklar och löst fosfor riskerar att följa med avrinnande vatten från fältet.

Om täckdikningen behöver göras om kan du söka investeringsstöd för ökad konkurrenskraft. Stödnivån är 30 % och du behöver ha utgifter på minst 100 000 kr för att få stöd. Länsstyrelsen prioriterar mellan ansökningarna och beslutar vilka som ska få stöd.

Om du har lerjordar kan du strukturkalka. Strukturkalkning förbättrar markstrukturen och minskar risken för fosforförluster (Blomquist & Berglund, 2019). Innan du strukturkalkar

är det viktigt att se till att dräneringen på fältet fungerar som den ska. Inom ekologisk produktion är det inte tillåtet att använda strukturkalk. Naturligt förekommande gips får användas, men gips har en betydligt kortvarigare struktureffekt. Läs mer om strukturkalkning i [kapitel 8.7](#) och i Greppa Näringsens praktiska råd nr 23 Strukturkalkning – bra för både mark och miljö (Berglund & Blomquist, 2015).

Ett sätt att öka infiltrationskapaciteten och minska fosforförlusterna på lerjordar är att blanda strukturkalk i återfyllnadsjorden vid täckdikning. Om du planerar att göra om dräneringen på fält med lerjord bör du överväga att anlägga kalkfilterdiken samtidigt. Därigenom ökar markens infiltrationskapacitet 10–30 gånger samtidigt som fosforförlusterna minskar. Mätningar i Greppa Fosforns pilotområde i Östergötland, där ena halvan av ett fält kalkfilterdikades medan den andra täckdikades på konventionellt sätt visar att fosforförlusterna kan minska med upp till 80 %.

Investeringsstöd för kalkfilterdiken är ett särskilt stöd för att anlägga kalkfilterdiken i samband med täckdikning på lerjord. Om täckdikningen görs på lerjord och i kombination med anläggning av kalkfilterdike kan du få stöd med 50 % till hela investeringen. Läs mer om investeringsstöden på Jordbruksverkets webbplats, <https://jordbruksverket.se/stod/jordbruk-tradgard-och-rennaring>.

5.4.2. Undvik uppgödsling av redan fosforrika jordar

I genomsnitt för hela Sverige gödslar vi med ungefär lika mycket fosfor som grödan för bort, men gödseln är ojämnt fördelad mellan olika delar av landet. I djurtäta områden där det finns ett överskott av stallgödsel kan fosfortillförseln vara betydligt större än bortförseln. På sikt ökar fosforinnehållet i marken i dessa områden medan många växtodlingsgårdar i andra delar av landet har underskott i fosforbalansen.

Undvik att sprida stallgödsel och avloppsslam på fält där marken redan har högt fosforinnehåll. Fosfor utnyttjas då inte på bästa sätt samtidigt som risken för förluster kan öka. Försök i stället att sprida stallgödseln på andra fält med lägre fosforklass eller samarbeta med växtodlingsgårdar som har mer nytta av gödseln. Går inte det bör du i varje fall tillföra mindre fosfor än grödan för bort så att markens fosforinnehåll inte ökar ytterligare. Undvik också i möjligaste mån att sprida stora engångsgivor som täcker flera års fosforbehov. Det ökar också risken för förluster. Oavsett vilken gröda du odlar är det inte motiverat att gödsla upp marken mer än till mitten av P-AL-klass IVA, vare sig ekonomiskt, miljömässigt eller med tanke på att fosfor är en ändlig resurs.

På jordar med högt P-AL och/eller liten förmåga att binda fosfor kan jordens fosformättnadsgrad bli hög. Då ökar risken för fosforförluster. Alvens egenskaper har dock stor betydelse. Även om fosforinnehållet i matjorden är högt kan alven bidra till att fånga upp den fosfor som läcker från matjorden om vattnet infiltrerar genom markprofilen. Jordens förmåga att binda fosfor är högre ju mer järn och aluminium den innehåller. Genom att även analysera järn (Fe-AL) och aluminium (Al-AL) när du markkarterar och ändå analyserar P-AL kan du få ett mått på jordens kapacitet att binda fosfor och fosformättnadsgrad.

5.4.3. Undvik att sprida gödsel där det finns risk för ytavrinning, erosion eller stående vatten

För att minska risken för fosforförluster är det viktigt att undvika att sprida gödsel vid tidpunkter och på platser där det finns risk för ytavrinning, erosion eller stående vatten. Det gäller särskilt om du inte kan mylla eller bruka ner gödseln, exempelvis på vall. På lerjordar kan det under sommaren bildas torksprickor där fosfor och jordpartiklar snabbt kan transporteras ut via dräneringssystemet i samband med häftiga regn genom så kallat makroporflöde eller inre erosion. Sådan erosion ser man oftast inte med blotta ögat.

I Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (Jordbruksverket, 2004) finns regler för höst och vinterspridning som bland annat syftar till att minska risken för fosforförluster. Läs mer om det i [avsnitt 2.2.4](#).



Bild 53. Vid snösmältning och häftiga regn som leder till ytavrinning och erosion sker ofta stora fosforförluster på kort tid. Med en väl fungerande dränering och god markstruktur kan du förebygga sådana problem. Foto: Hans Jonsson.

5.4.4. Håll marken bevuxen och anlägg skyddszoner

På sluttande fält kan du minska risken för fosforförluster via ytavrinning genom att jordbearbeta på tvären mot marklutningen och i så stor utsträckning som möjligt hålla marken bevuxen under höst och vinter. Undvik att höstharva plöjd mark som ska vårsås. På de mest utsatta ställena, till exempel runt dräneringsbrunnar och på andra ställen där det förekommer ytavrinning och erosion, kan det vara bra att anlägga gräsbevuxna skyddszoner. Om gården ligger inom känsligt område (se [avsnitt 2.2.4.3](#)) kan du söka

miljöersättning både för skyddszoner längs vattenområden och anpassade skyddszoner inne i fält, exempelvis runt dräneringsbrunnar eller på delar av fältet där det ofta förekommer ytavrinning och erosion. Ersättningsnivån för anpassade skyddszoner har i den nuvarande programperioden höjts till 10 000 kr/ha.



Bild 54. En gräsbevuxen skyddszon kan fånga upp jordpartiklar med fosfor så att inte fosfor hamnar i vattendraget. Foto: Katarina Börling

5.4.5. Fånga fosfor med en fosfordamm

I områden med stora fosforförluster kan det även vara effektivt att anlägga en fosfordamm för att fånga upp partikelbunden fosfor som lämnat fältet och är på väg ut i sjöar och vattendrag. Läs mer om fosfordammar i Greppa Näringens praktiska råd nr 25 Fånga fosfor med en fosfordamm (Börling, 2017).

Vill du anlägga en våtmark eller fosfordamm kan du söka investeringsstöd för vattenvårdsåtgärder. Stödbeloppet är högst 400 000 kronor per hektar för våtmarker och dammar och 600 000 kr per hektar för fosfordammar. Du kan få stöd till 100 procent av de stödberättigande utgifterna. Kontakta länsstyrelsen för mer information och förhandsbesked. Utnyttja gärna Greppa Näringens rådgivning där du kan få hjälp med att bedöma förutsättningarna för att anlägga en våtmark på din gård.

Du kan också söka miljöersättning för skötsel av anlagda eller restaurerade våtmarker och fosfordammar. Läs mer om det på Jordbruksverkets webbplats, <https://jordbruksverket.se/stod/jordbruk-tradgard-och-rennaring/vatmarker-vattenvard-kalkfilterdiken-och-bevattningsdammar>.

6. Kalium

Kalium har ett flertal viktiga funktioner i växten. Bland annat hjälper kalium växten att hålla uppe saftspänningen i cellerna (turgor), vilket gör den mindre känslig för torka. Det behövs också för fotosyntesen samt för att bilda protein och stärkelse. För höstsådda grödor kan låg tillgång försämra vinterhärdigheten.

6.1. Kaliumbrist visar sig oftast på äldre blad

Kaliumbrist syns oftast på äldre blad. I spannmål gulnar bladen och får döda fläckar eller nekroser, särskilt vid kanter och spetsar. Tillväxten minskar. Klöver får smågråvita fläckar som senare bildar en brun kant runt bladet. Potatis får tjocka, rynkiga blad med inböjda kanter och en blågrön färg. Bladen får bruna fläckar kring bladnerverna och kanterna vissnar efter en tid. Raps får buckliga och blågröna blad. Kanterna på de äldre bladen vissnar och fläckar uppstår mellan bladnerverna (Aasen, 1997; West Larsen, 1998).



*Bild 55. Kaliumbrist i spannmål.
Foto: Peter Waern*

6.2. Kalium i marken

Kalium finns i markvätskan, som utbytbar eller hårt bundet i lermineral. Växterna tar främst upp kalium från markvätskan och den utbytbara delen. Kalium i markvätskan är lätt rörligt och kan lakas ut, särskilt i sandiga och mullrika jordar (Hahlin & Ericsson, 1984).

Vittringen, alltså hur mycket kalium som frigörs från mineraler, varierar beroende på hur mineralerna är sammansatta och på kaliumbalansen i fältet. I svenska försök har lerjordar levererat 35–65 kg kalium per hektar och år genom vittring, medan sandjordar bara gav 8 kg. Förrådskalium (K-HCl) visar hur stabil vittringen är över tid. I vissa fall är förrådet uttömt efter 30–300 år. (Andrist Rangel, 2008). Läs mer om olika jordanalyser i [kapitel 1.1](#).



Bild 56. På lerjordar bidrar vittringen med kalium till grödan, men på lätta jordar behöver du gödsla med kalium. Foto: Jens Blomquist

6.3. Gödsling med kalium – riktgivor och strategier

6.3.1. Anpassa gödslingen efter grödans behov och jordens kaliumhalt

Planera gödslingen utifrån hur mycket kalium grödan för bort och hur mycket marken kan leverera. Behovet är störst på jordar med låg lerhalt. K-AL visar mängden lättillgängligt kalium, medan K-HCl visar förrådet av kalium och ger en fingervisning om hur stabilt K-AL är över tid. Om K-HCl är lågt (klass I-II) bör du gödsla med kalium även om K-AL-klassen är III. Om K-HCl är högre (klass III eller mer) räcker ofta vittringen för att täcka behovet, särskilt i växtföljder med spannmål och oljeväxter där skörderester lämnas kvar.

En beskrivning av klassindelningen för kalium i marken visas i [tabell 38](#).

Tabell 38. Klassindelning av kaliumhalter i jord, baserat på analys med ammoniumlaktatacetat (AL) eller saltsyra (HCl).

Klass	Kaliuminnehåll	
	Lättlöslig fraktion K-AL (mg/100 g torr jord)	Förrådsfraktion K-HCl (mg/100 g torr jord)
I	<4	<50
II	4,0-8,0	50-100
III	8,1-16,0	101-200
IV	16,1-32,0	201-400
V	>32	>400

6.3.2. Vårgödsling ger bäst kaliumeffekt

Vårgödsling fungerar bäst för vårsådda grödor. Höstgödsling till höstsådd kan vara ett alternativ på jordar med låg kaliumhalt, särskilt för att förbättra vinterhärdigheten. Om grödan också behöver fosfor kan du använda NPK-gödsel. Stallgödsel har samma effekt som mineralgödsel, men höstspredning kan ge vissa förluster. Av praktiska skäl kan höstspredning av fasta stallgödselslag vara aktuellt trots eventuella kaliumförluster. Vårgödsling med kalium till höstsäd fungerar bra på jordar med måttlig eller hög kaliumhalt.

För mycket kalium vid ett tillfälle kan störa balansen med andra näringsämnen, särskilt magnesium. Läs mer i [kapitel 7.2.4](#).

6.3.3. Bortförsel av halm eller blast ökar kaliumbehovet

Om du för bort halm eller blast från fältet ökar kaliumbehovet, särskilt på lätta jordar. På lerjordar med hög kaliumklass (IV–V) behövs ingen extra gödsling.

I [tabell 39](#) ser du riktgivor för kalium till olika grödor (Hahlin & Ericsson, 1984; Mattson, 2005). Riktgivorna förutsätter att du brukar ned halm eller blast. Om du för bort halm behöver du justera givan enligt kommentar under [tabell 39](#).

Tabell 39. Riktgivor för kaliumgödsling till olika grödor. Bortförelsen är beräknad i Vera 2024.

Gröda	Skördenivå (ton/ha)	Bortförelse av K (kg/ha)	Rekommenderad kaliumgiva (kg/ha) vid olika K-AL-klass				
			I	II	III	IV	V
Stråsäd ^{a)}	5	22	40	30	10	0	0
Vårolja växter	2	16	40	30	10	0	0
Höstolja växter	3,5	32	55	45	25	10	0
Slåttervall gräsensilage, vall I, ts	6	130	120	80	40	0	0
Slåttervall gräsensilage, vall II o äldre, ts	6	130	160	120	80	40	0
Fodermajs, ts ^{b)}	10	95	150	120	80	50	0
Potatis ^{c)}	40	200	300	250	200	150	0
Sockerbeter ^{d)}	65	90	120	90	50	30	0
Ärter/ åkerböna	3,5	35-39 ^{e)}	50	40	20	0	0
Betesvall på åker			40	20	0	0	0

- a) Öka givan med 20 kg K/ha förutom på lerjordar i K-AL-klass IV–V om du för bort halmen.
 b) Avser majsensilage.
 c) Minska kaliumgivan med 50–100 kg K/ha om du odlar stärkelsepotatis eftersom kalium sänker stärkelsehalten.
 d) Om du för bort blasten öka givan med 75 kg K/ha i K-AL-klass I och II samt med 40 kg K/ha i K-AL-klass III.
 e) Den lägre siffran gäller ärter, den högre åkerböna.

Om skördenivån är högre eller lägre än vad som anges i [tabell 39](#), bör du öka eller minska kaliumgivan enligt [tabell 40](#).

Tabell 40. Justera kaliumgivan beroende på skördenivå.

Gröda	Justering per ton avvikelse i skörd (kg K/ha)
Stråsäd	5
Oljevaxter, ärter	10
Majs (ts)	10 ^{a)}
Slåttervall (ts)	20
Potatis	4
Sockerbeter	1,5-2 ^{b)}

- a) Justera upp till max 150 kg K/ha.
 b) Justera med den högre nivån i K-AL-klass I och den lägre nivån i K-AL-klass II–IV.

6.3.4. Kaliumgödsling till olika grödor

6.3.4.1. Stråsäd – högt upptag, låg bortförelse

Stråsäd tar upp mycket kalium, nästan lika mycket som kväve. En höstvetegröda som ger 10 ton skörd behöver cirka 250 kg kalium, men för bara bort cirka 45 kg med kärnan.

På jordar med låg kaliumhalt (K-AL-klass I–II) bör du tillföra mer kalium än vad som förs bort. På jordar med högre kaliumhalt (klass III–V) räcker det med något mindre än bortförelsen.

Efter vallbrott är behovet större, eftersom en flerårig vall tömmer jordprofilen på kalium. Det är särskilt viktigt att gödsla med kalium om lerhalten är låg.

6.3.4.2. Höstraps – stort behov under kort tid

Raps tar upp mycket kalium under våren när stjälk och blast utvecklas snabbt. Eftersom behovet är stort under kort tid räcker inte alltid vittringen till. På lättare jordar bör du därför se till att rapsen får tillräckligt med kalium.

6.3.4.3. Slåttervall – balans mellan tillförelse och bortförelse

En slåttervall med 10 ton ts per hektar för bort cirka 200 kg kalium per år. Samtidigt återförelse ofta kalium med stallgödsel. Gödslingen bör anpassas till varje skörd, eftersom vallen kan ta upp mer än den behöver (lyxkonsumera). För mycket kalium i första skörden kan ge höga halter i grovfodret, vilket påverkar kornas hälsa negativt. För lite kalium kan ge lägre skörd.

Grovfoderanalysen är ett bra facit på hur du lyckats med kaliumgödslingen. Kaliumanalysen av fodret är en färskvara. Kaliumhalten i grovfodret bör ligga mellan 17 och 30 gram per kg ts. Förelse styra stallgödseln till andra- och tredjeårvallarna för att undvika höga halter i första årets skörd. Om behovet är mindre än 60 kg per hektar kan du ge hela givan till återväxten.

Gör en jordanalys inför gödsling till första vallåret. Om du analyserar i en liggande vall, följ rekommendationerna för första året efter analysen. Till en gröda efter en flerårig vall bör du öka kaliumgivan med cirka 20 kg per hektar, om vallen inte gödslats i balans.

Tillför mindre kalium än vad som förs bort, utom på jordar i K-AL-klass I. För mycket kalium kan ge höga halter i fodret. Eftersom vallen tar upp mycket kalium som finns tillgängligt i marken under första året, behöver äldre vallar mer kalium.

6.3.4.4. Sockerbetor är känsliga för brist

På lerjordar räcker ofta vittringen till under betornas långa tillväxt. Därför kan du gödsla med mindre än bortförelsen. På lättare jordar är det viktigt att kalium inte begränsar tillväxten. Natrium samverkar med kalium, och gödsling med båda kan förbättra kaliumupptaget (Ekelöf, 2016b).

6.3.4.5. Kalium påverkar potatisens kvalitet

Potatis odlas ofta på lätta jordar och har ett högt kaliumbehov. Kalium minskar risken för mörkfärgning. På jordar med K-AL-klass I–III bör du tillföra mer än bortförelsen.

I matpotatisodling är det viktigt att balansera kaliumtillförelsen. För mycket kalium sänker torrsubstanshalten och kan ge blötkokning.

Stärkelsepotatis behöver 50–100 kg mindre än matpotatis. Givorna bör inte överstiga 300 kg per hektar på grund av risken för sänkt stärkelsehalt.

Eftersom kalium rör sig lätt i lätta jordar kan det vara bra att dela upp gödslingen. Vanligen gödslar man potatis med produkter baserade på kaliumsulfat eller kalimagnesia eftersom grödan anses vara klorkänslig.

6.3.4.6. Gödsla salix med kalium vid etableringen

Vid etablering av salix bör du gödsla med 50–80 kg kalium per hektar om K-AL-klassen är III eller lägre. Vid högre klass kan du ibland hoppa över grundgödslingen. Om du använder avloppsslam täcker det ofta behovet av både fosfor och kalium.

6.3.5. Förhållande mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvot)

Kalium och magnesium konkurrerar om platsen vid transport genom rotytan. Du kan läsa mer om detta i [kapitel 7.2.4](#).



Bild 57. När du för bort halmen följer mycket kalium. Då behöver det ersättas med extra kaliumgödsling, särskilt på lätta jordar. Foto: Hans Jonsson.

7. Magnesium, svavel och mikronäringsämnen

Förutom kväve, fosfor och kalium kan du behöva tillföra ett antal andra näringsämnen för att undvika brister och därmed skördesänkningar eller kvalitetsproblem. Vi brukar dela upp växtnäringsämnen i mikro- och makronäringsämnen. Mikronäringsämnen är ämnen som växterna behöver i små mängder till skillnad från makronäringsämnen som behövs i större mängder. Till makronäringsämnena räknas förutom kväve, fosfor, kalium bland annat svavel och magnesium. Av mikronäringsämnena skriver vi främst om bor, mangan och koppar eftersom det är störst risk för brist av dessa ämnen i våra jordbruksgrödor.

Vad påverkar tillgängligheten och vilka åtgärder kan du göra för att undvika brist?

- Markens pH-värde är den enskilt viktigaste faktorn som påverkar tillgängligheten av mikronäringsämnen.
- Högt pH-värde ger sämre tillgänglighet jämfört med lågt pH för alla ämnen utom molybden. I praktiken märks detta framför allt för mangan och zink.
- I mullrika jordar kan koppar bindas hårt till det organiska materialet. Tillgängligheten för mangan och järn kan också vara låg om jorden har en lucker struktur.
- Förrådet av mikronäringsämnen är mindre i lätta jordar jämfört med i lerigare jordar.
- Torka och kyla kan minska upptaget i växterna på grund av minskad rottillväxt och långsammare näringstransport i marken.
- Svavel behöver du tillföra regelbundet till alla grödor i proportion till kvävetillförseln.
- För magnesium och mikronäringsämnen bedömer du behovet av gödsling efter markens egenskaper eller näringsinnehåll, vilken gröda du odlar samt väder.

7.1. Tillgängligheten är mer avgörande än mängden

Den totala mängden mikronäringsämnen i marken är ofta stor i förhållande till grödans behov. Ofta är det istället tillgängligheten för växterna som avgör hur stort upptaget i grödan blir och som också påverkar risken för att brist ska uppstå. Markens pH-värde är den faktor som har störst betydelse för hur tillgängliga mikronäringsämnen är. Alla ämnen utom molybden är mindre tillgängliga vid högre pH-värde än vid lägre värde. Det är framför allt mangan och zink som anses få en gradvis försämrad tillgänglighet på jordar vid pH-värde över 6,5 och högre. Även i mullrika jordar kan det bli brister. Dels eftersom vissa ämnen som framför allt koppar, bindas hårt till det organiska materialet. Dels för att dessa jordar ofta har en mycket lucker struktur och det minskar tillgången på mangan och järn. En jord med låg lerhalt har dessutom ofta ett mindre förråd av många mikronäringsämnen jämfört med lerjordar, vilket också kan leda till en ökad risk för brist.

Väderleken spelar också in. Kyla och torka medför minskad rottillväxt samt långsammare upplösning och transport av olika näringsämnen och det ökar risken för brist. Eftersom många mikronäringsämnen rör sig långsamt i marken kan grödans rotsystem påverka förmågan att ta upp de mängder som grödan behöver. Med ett begränsat rotsystem kan inte grödan utnyttja lika stora jordvolymen och därmed kan näringsupptaget påverkas negativt.

I kommande avsnitt går vi igenom hur du kan göra en riskvärdering och bedöma om dina fält ligger i riskzonen för att drabbas av brist på magnesium, svavel, bor, mangan eller koppar samt hur du på bästa sätt åtgärdar en eventuell brist. I [tabell 41](#) finns en sammanfattning av risken för brist samt hur och när du bör gödsla.

Tabell 41. Gränsvärden för brister, känsliga grödor samt gödslingsråd för magnesium, svavel, bor, mangan och koppar.

	Magnesium, Mg	Svavel, S	Bor, B	Mangan, Mn	Koppar, Cu
Risk för brist	Om jordanalys visar 4-10 mg/100 g jord. Det högre värdet vid hög lerhalt och krävande grödor.	Om växtanalys visar på en N/S kvot >16-20 ^{a)}	Oklart vilka värden som visar på brist.	I känsliga grödor om pH > 6,5 och/eller jorden är lucker.	Om jordanalys visar <6-7 mg Cu/kg jord ^{b)}
Jordar där brist i första hand uppträder	Lätta jordar och jordar med lågt pH, <5,5	Mullfattiga jordar, hög kvävegödsling	Torka och på jordar med pH-värde under 6,0 eller över 7,5. Kalkning kan minska upptaget.	Lätta och/eller mullrika jordar med högt pH och lucker struktur	Lätta jordar och/eller mulljordar, framför allt mulljordar i sydvästra Sverige
Tillför i första hand	Vid kalkbehov tillför kalk som innehåller magnesium. Annars gödsla med mineralgödsel.	Mineralgödsel med svavel, tillför i proportion till kväve	Gödsla årets gröda med mineralgödsel alternativt bladgödsla	Bladgödsla, välta efter sådd	Förrådsgödsla sandiga jordar. Bladgödsla mullrika jordar.
Förrådsgödsling	50-100 kg Mg/ha ^{c)}	-	-	-	5-7 kg Cu/ha
Gödsling till årets gröda	10-20 kg Mg/ha	10-30 kg S/ha. Tillför svavel i proportion till kväve.	Borkrävande grödor: 0,5-1,5 kg B/ha	Inte aktuellt	0,5-1,0 kg Cu/ha
Bladgödsling i växande gröda	1-2 kg Mg/ha	5-8 kg S/ha	0,2-0,5 kg B/ha	0,1-2 kg Mn/ha ^{d)}	0,15-0,5 kg Cu/ha

a) Reuter & Robinsson, 1997.

b) Upp till det dubbla värdet på mulljordar på grund av lägre volymvikt.

c) Rekommenderade magnesiumgivor kan överskridas om man tillför dolomit.

d) Manganbehandling kan behöva upprepas.

7.2. Magnesium – risk för brist på lätta jordar

7.2.1. Förekomst i marken och växtupptag

Magnesium förekommer i olika typer av mineral i jorden och mängden magnesium i marken påverkas i hög grad av jordarten. Jordar med hög lerhalt har generellt ett större förråd än

sandjordar. Magnesium lakas också ut i högre utsträckning på lätta jordar. Grödans upptag av magnesium påverkas både av förrådets storlek och av tillgängligheten i marken.

7.2.2. Riskvärdering för brist och bristsymtom

Om du har lätta jordar ökar risken för magnesiumbrist. Även pH-värdet kan ha betydelse där mycket låga pH-värden, lägre än 5,5, minskar tillgängligheten. Stallgödsel ger ett betydande tillskott av magnesium och om du regelbundet tillför stallgödsel minskar risken för brist. För att bedöma markens status kan du göra en jordanalys. Analysen görs normalt med extraktion av ammoniumlaktat-acetat (Mg-AL) och ingår oftast när du gör en markkartering. Halterna bör ligga på minst 4–10 mg per 100 g jord för att du ska undvika problem med magnesiumbrist (Lagerquist, 1970; Nilsson, 1975). Odlar du magnesiumkrävande grödor bör halten i jorden ligga i den övre delen av intervallet. Lerjordar kräver också ett högre magnesiumtal än sandjordar. När du bedömer risken för magnesiumbrist bör du även titta på förhållandet mellan magnesium och kalium (se [kapitel 7.2.4](#)).



Bild 58. Magnesiumbrist i korn.
Foto: Karl-Arne Hedene.

Symtom på magnesiumbrist kan du se först på äldre blad eftersom magnesium är lätttrörligt i växten.

I stråsåd kan du se magnesiumbrist i form av gröna fläckar eller "klorofyllklumpar" som visar sig i band längs bladen. Hos sockerbetor och potatis visar sig magnesiumbrist istället i form av blad som gulnar mellan bladnerverna. I potatis förblir bladkanterna ofta gröna.

7.2.3. Behov och gödsling

Sockerbetor och potatis har störst magnesiumbehov, cirka 35 kg per hektar, medan oljeväxter, vall och ärter behöver cirka 15–20 kg och spannmål cirka 10 kg per hektar.

Vid behov kan du gödsla med mineralgödsel som innehåller magnesium. Du kan också förrådsgödsla med magnesium. Det billigaste sättet att tillföra magnesium om fältet också behöver kalkas är att välja kalk som innehåller magnesium. Annars kan du förrådsgödsla med kieserit (magnesiumsulfat) eller kalimagnesia.

7.2.4. Konkurrens mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvot)

Kalium och magnesium konkurrerar med varandra vid upptaget i växten och därför är det viktigt att du ser till att balansen mellan dessa båda ämnen ligger på en bra nivå. Det är främst upptaget av magnesium som kan påverkas negativt vid höga kaliumtal i marken. För att bedöma risken för magnesiumbrist behöver du både titta på magnesiumtalet i marken och på kvoten mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvoten). Är kvoten för hög så riskerar grödan att drabbas av magnesiumbrist trots att markens innehåll av magnesium egentligen

är tillräcklig. Hög kvot kan också leda till att skörden inte ökar eller att den till och med sjunker efter en eventuell kaliumgödsling eftersom magnesiumbristen då förvärras.

Exakt vad kvoten bör ligga på är inte kartlagt och varierar också med jordart, pH-värde samt vilken gröda som odlas. Äldre studier tyder på att kvoten bör ligga mellan 1 och 3 för magnesiumkrävande grödor som potatis och sockerbetor, medan kvoten troligen kan vara något högre för andra jordbruksgrödor (Nilsson, 1975; Havlin m.fl., 2005). Låg K/Mg-kvot har tidigare angetts som skäl att kaliumgödsla även om K-AL-talet i sig skulle vara tillräckligt högt för att försörja grödan (Havlin m.fl., 1980; Havlin, 1991). Detta har inte gått att belägga i nyare försök i höstvetete och låga kvoter utgör i sig inget skäl att kaliumgödsla (Ingemar Gruvaeus, muntligt meddelande, 2024).

7.3. Svavel – gödsla i proportion till kväve

7.3.1. Förekomst i marken och växtupptag

En stor del av svavlet i marken finns bundet i organisk form och frigörs på samma sätt som kväve vid mineralisering av organiskt material. Svavel tas upp i växten i form av sulfatjoner, som liksom nitrat lätt kan lakas ut. Organiska gödselmedel kan ha en långsiktig svaveffekt när det organiska materialet successivt mineraliseras. Svavel hör tätt samman med kväve i växtens uppbyggnad, där båda dessa behövs för att bland annat bygga aminosyror och proteiner. När mineralkväve tillförs behöver man därför även tillföra svavel i rätt proportion för att undvika svavelbrist. Förhållandet mellan kväve och svavel bör vara 10 till 1-1,5 för stråsäd och 10 till 2-2,5 för oljeväxter.



Bild 59. Svavelbrist i oljeväxter.
Foto: Peder Waern.

7.3.2. Riskvärdering för brist och bristsymtom

Tillför du svavel regelbundet och till alla grödor så undviker du brister. Störst risk för brist är det på jordar med låg mullhalt och där man inte tillför organiska gödselmedel. Symtom på svavelbrist syns som gulnande blad, precis som vid kvävebrist. Skillnaden är att svavelbrist främst syns på yngre blad och kvävebrist på äldre blad. Vid brist i spannmål får bladen ofta ett gulrandigt utseende och oljeväxter kan få lilafärgade bladkanter. Svavelbrist leder till försämrad tillväxt och bestockning samt försenad och minskad blomning och kärn- eller frösättning. En obalans mellan kväve och svavel gör att det tillförda kvävet inte kan utnyttjas fullt ut.

7.3.3. Behov och gödsling

Oljeväxter samt potatis och sockerbetor har störst behov av svavel, cirka 30–40 kg per hektar. Därefter kommer baljväxter och vall, cirka 15–20 kg per hektar. Spannmål har lägst behov, cirka 10–15 kg per hektar.

Det går inte att förrådsgödsla med mineraliskt svavel utan det behöver tillföras varje år, helst som mineralgödsel med svavel. Tillförsel av organiska gödselmedel ger en långsiktig svaveffekt och kvoten mellan kväve och svavel i stallgödsel stämmer ofta väl överens med grödans behov. Till svavelkrävande grödor kan du behöva tillföra extra svavel om du använder organiska gödselmedel. Många kvävegödselmedel är anpassade för att ge en bra balans mellan kväve och svavel. Om du använder ett gödselmedel som täcker hela grödans svavelbehov vid huvudgivan kan du gödsla med ett kvävegödselmedel utan svavel vid kompletteringsgivorna. Till vallar kan du också ge hela svavelbehovet till förstaskörden.

Om det uppstår svavelbrist akut kan du bladgödsla med svavel, men då måste du komplettera med svavel i fast form för att täcka hela behovet.

7.4. Bor – upptaget påverkas av torka

7.4.1. Förekomst i marken och växtupptag

Bor är relativt lättroligt i marken och lakas lätt ut med nederbörd, särskilt på sandiga jordar. Bor frigörs från organiskt material i marken vilket gör att halterna ofta är lägre på mullfattiga jordar. Jordar nära västkusten har ofta förhöjda borhalter eftersom bor kommer från havet med västliga vindar (Eriksson m.fl., 1997).

Mängden växttillgängligt bor påverkas i högre grad än andra ämnen av markfukt. Torka leder till en försämrad transport av bor till rotzonen. Det leder också till en minskad mineralisering av organiskt material vilket ger mindre frigjort och löst bor i markvätskan. Eftersom rottillväxten också kan hämmas vid lågt borupptag kan det göra att situationen blir ännu värre. Tillgängligheten av bor påverkas också av pH-värdet där både jordar med högt och lågt pH-värde kan ge försämrad tillgänglighet för grödan. Optimalt pH-intervall är 6,0–7,5 (Wong m.fl., 2005; Bell, 1997). Över pH 7,5 minskar tillgängligheten snabbt om pH-värdet stiger ännu mer. Också kalkning kan leda till försämrat borupptag eftersom bor kan reagera med kalken och bli otillgängligt för grödan.

7.4.2. Riskvärdering för brist och bristsymtom

Det går att analysera mängden bor i jorden genom en jordanalys med extraktion med varmvatten. Men eftersom det i försök har varit svårt att koppla tidigare riktvärden till respons på skörd är det oklart vilka värden som visar på brist. Därför anses analysen ha ett begränsat värde. Det finns inte heller något gränsvärde som indikerar risk för brist. Trots det vet vi att risken för borbrist påverkas av jordart, pH och vattenhalt. Högre halter krävs på lerjordar jämfört med lätta jordar men även vid torra förhållanden. På alkaliska jordar med ett pH-värde över 7,5–8 krävs också ett högre bortal för att inte känsliga grödor ska få borbrist (Keren, 1996).

Borbrist orsakar skador på grödans tillväxtzoner. Det gör att bristsymtom ofta uppträder i bladkanter och i toppen på skott. Bladen hos oljeväxter och sockerbetor gulnar ofta i kanterna och kan bli deformerade med inrullade bladkanter eller skålförmiga blad. Hos sockerbetor svartnar tillväxtpunkten och vid allvarlig brist sprider sig det ner till rotnölen som blir svartfärgad, så kallad hjärtröta. Borbrist påverkar också blomningen negativt vilket kan ge dålig eller ojämn frösättning i oljeväxter och klöverfrö. Eftersom blommorna är extra känsliga kan frösättningen påverkas negativt även om bristen inte syns på övriga delar av plantan.

7.4.3. Behov och gödsling

Till borkrävande grödor som sockerbetor, klöverfrö och oljeväxter kan du med fördel gödsla med mineralgödsel som innehåller bor vid behov. Du kan även tillföra bor genom bladgödsling. Bladgödsling ger snabb effekt men kan behöva upprepas vid flera tillfällen för att ge tillräckligt med bor till nytillväxt och till blommor. Du bör inte förrådsgödsla med bor eftersom det rör sig lätt i marken och lätt lakas ut.

7.5. Mangan – tillgänglighet styrs av markens pH och syrehalt

7.5.1. Förekomst i marken och växtupptag

Förrådet av mangan i marken är alltid mycket stort. Det är istället den växttillgängliga fraktionen som avgör hur stort växtupptaget blir och därmed också risken för brist. Markens pH-värde och syrehalt är de två viktigaste faktorerna som reglerar mängden växttillgängligt mangan i marken. Risken för brist ökar med stigande pH och tillgängligheten minskar redan vid ett pH-värde över 6,5. Vid syrerika förhållanden i marken omvandlas mangan till svårtillgängliga former som inte kan tas upp av växten.

7.5.2. Riskvärdering för brist och bristsymtom

Det finns inga tillförlitliga jordanalyser för att bestämma den växttillgängliga fraktionen av mangan i marken. Istället får du bedöma situationen utifrån markens egenskaper, tidigare erfarenheter och väderförhållanden. Förhöjd risk för manganbrist uppkommer på lätta och mullrika jordar som ofta är luckra och syrerika, samt vid torka. Om du är osäker kan du ta en växtanalys för att bedöma grödans status, men eftersom förhållandena i marken ofta ändras snabbt kan det vara svårt att på detta sätt bedöma den långsiktiga effekten på grödan.

Manganbrist visar sig på olika sätt i olika grödor, men uppträder alltid på de yngre bladen. Hos spannmål



Bild 60. Manganbrist i havre.
Foto: Peder Waern.

syns gråaktiga fläckar på bladen, ofta med en brun kant och i rader mellan bladnerverna. Vete får ofta ljusare fläckar än havre och korn. Hos sockerbetor och oljeväxter uppträder manganbrist i form av gulnande prickar eller fläckar som ofta bildar ett mosaikliknande mönster. Området intill bladnerverna förblir ofta grönt. Symtomen kan likna de vid magnesiumbrist, men dessa symtom uppträder först på de äldsta bladen. På potatisplantor ses manganbrist som mörka prickar på bladen. Prickarna kallas nekroser.

Ett tydligt kännetecken på manganbrist är också att grödan är grönare och friskare i körspåren på grund av mer syrefattiga förhållanden på dessa delar av fältet.

7.5.3. Behov och gödsling

Alla grödor kan drabbas av manganbrist men spannmål, sockerbetor och oljeväxter är känsligast.

Det effektivaste sättet att tillföra mangan är i form av bladgödsling. Markgödsling har sällan någon effekt eftersom det oftast är tillgängligheten som är problemet och det som tillförs marken snabbt blir otillgängligt för växterna. Eftersom manganbrist på hösten kan leda till ökad risk för utvintring kan gödsling på hösten vara motiverat. Positiva effekter av detta har visats främst i höstkorn (Stoltz & Wallenhammar, 2012), men höstgödsling har också gett skördeökningar i höstraps (Gunnarson, 2015). I höstvetete är underlaget för rekommendationer mycket begränsat och resultaten otydliga. De fältförsök som har genomförts har inte visat på några signifikanta skördeökningar utom på enskilda platser (Finnfors, 2019). Det behövs fler försök på jordar där risken för manganbrist är stor för att kunna veta om och när mangantillförsel till höstvetete är motiverad.

Du kan även använda surgörande gödselmedel, till exempel ammoniumkväve som sänker pH-värdet i rotzonen eller välta efter sådd för att öka tillgängligheten av mangan och därmed minska risken för brist.

Tillfälliga, övergående manganbrister uppkommer relativt ofta på våren på många jordar. Då kan tillgången på mangan variera snabbt och ofta försvinner bristen av sig själv efter nederbörd. Försök har visat att mangangödsling i dessa fall har svag eller ingen effekt på skörden och det är därför inte motiverat att gödsla. Om du har svårt att avgöra hur långvarig bristen blir så får du använda dig av tidigare erfarenheter för din jord.

Tänk på att du kan behöva upprepa mangangödslingen flera gånger vid kraftig eller långvarig brist. Detta för att säkerställa att mängderna blir tillräckligt stora och att nytillväxten får sitt behov tillgodosett. På jordar där du vet att brist kan uppstå kan du också prova att beta fröet med mangan och kombinera med bladgödsling.

7.6. Koppar – förrådet i jorden ökar med stigande lerhalt

7.6.1. Förekomst i marken och växtupptag

Liksom för övriga mikronäringsämnen är förrådet av koppar ofta relativt stort i förhållande till grödans årliga behov, men här kan ändå mängden koppar i marken påverka upptaget. Mängden koppar stiger generellt med ökad lerhalt. Kopparbrist uppstår på jordar där förrådet av koppar i marken är litet. Tillgängligheten minskar till viss del vid höga pH-värden, men effekten är inte alls lika tydlig som för exempelvis mangan. Låga koppartal i mark och gröda är vanligare i södra och västra Sverige än i Mälardalen och i östra Götaland. Kopparbrist har under lång tid uppmärksammats på framför allt mulljordar i sydvästra Sverige (Carlgren, 2003).



*Bild 61. Kopparbrist i havre.
Foto: Karl-Arne Hedene.*

7.6.2. Riskvärdering för brist och bristsymtom

Traditionellt analyseras koppar i marken genom en stark extraktion med saltsyra (Cu-HCl) vilket ger en bedömning av markförrådets storlek. Halter under 6–7 mg koppar per kg jord anses ge förhöjd risk för kopparbrist enligt äldre studier (Stenberg m.fl., 1949; Lundblad & Johansson, 1956). Även om det finns en viss koppling mellan förrådet av koppar i marken och grödans upptag så ger denna analys endast en indikation på risken för brist. Att enbart titta på jordarten ger också relativt mycket information. Lätta, sandiga jordar samt jordar med hög mullhalt ökar risken för brist. Koppar binds lätt till det organiska materialet och blir därmed svårtillgängligt för grödan.

Om du är osäker på om du har problem med kopparbrist kan du också ta en växtanalys under säsongen för att bedöma hur mycket koppar grödan innehåller. Det tydligaste tecknet på kopparbrist i spannmål är att bladspetsarna på grödans unga blad gulnar, så kallad gulspetssjuka. Plantorna kan också få onormalt många sidokott vilket ger ett "buskigt" intryck.

7.6.3. Behov och gödsling

Spannmål är bland de grödor som är känsligast för kopparbrist, där vete och havre och till viss del även korn är känsligare än råg. Ofta drabbas den vårsådda spannmålen värre eftersom rotsystemet inte är lika välutvecklat som hos höstgrödorna. Med ett mindre rotsystem minskar också förmågan att ta upp koppar ur marken.

På jordar med ett litet förråd av koppar, ofta sandiga jordar, kan du förrådsgödsla marken med koppar. På mullrika jordar är en markgödsling däremot ineffektiv eftersom tillgängligheten ofta är problemet och koppar som tillförs binds fast i marken. Därför är det

bättre att bladgödsla på dessa jordar. Även vid akut brist är det bättre att bladgödsla eftersom det verkar snabbare än markgödslning.

7.7. Övriga mikronäringsämnen och samspel mellan ämnen

Låga halter av zink har uppmärksammats i en del försök på flera platser i landet, men anses inte vara ett utbrett problem. Järnbrist kan uppträda på alkaliska jordar med pH-värden över 7,5 och under torra förhållanden, men brister anses vara ovanliga.

Ibland uppstår obalanser i grödan vilket kan leda till indirekta brister även om halten i marken egentligen är tillräcklig. Det finns många olika positiva och negativa samspel mellan ämnen. Som exempel kan vi nämna att hög fosforgödslning kan öka risken för zinkbrist.

Ibland blir obalansen ett problem först i nästa steg när grödan till exempel används som foder. Här kan balansen mellan molybden och koppar nämnas där höga molybdenhalter kan leda till kopparbrist hos idisslare. Detta problem har uppmärksammats bland annat i delar av Västergötland och västra Östergötland till följd av naturligt höga molybdenhalter i jordarnas modermaterial. I en artikel av Axelson m.fl. (2018) finns en karta med riskområden markerade. Ligger din gård i ett område med risk för höga molybdenhalter rekommenderar vi att du gör en analys av molybden och koppar i grovfodret.

8. Kalkning

8.1. Kalka för goda odlingsförutsättningar

Genom att kalka påverkar du många faktorer i marken, bland annat tillgängligheten för växtnäring, risken för giftverkan på plantorna av aluminium, markbiologi och markstruktur. Kalktillståndet i marken uttrycks oftast som pH-värde. pH är ett mått på koncentrationen av vätejoner i marken. Vilket pH-värde som är optimalt beror på jordarten och på vilka grödor du odlar. Det går också att strukturkalka lerjordar för att förbättra markstrukturen och minska fosforförlusterna, men för att få en säker och stabil struktureffekt är det viktigt att använda särskild strukturkalk som innehåller en viss andel bränd eller släckt kalk (se [kapitel 8.7](#)).

8.2. Kalkning påverkar marken

8.2.1. Markkemi och växtnäring

Kalkning påverkar markens bördighet genom att de kemiska förhållandena i marken ändras, vilket i sin tur påverkar tillgängligheten av växtnäring och andra ämnen. Den största och viktigaste förändringen sker när markens pH höjs till ungefär pH 5,9–6,1 (Haak & Simán, 1992). Då blir aluminium, som är giftigt för grödan, mindre tillgängligt. För många mineraljordar är det optimalt med ett något högre pH än så, eftersom det ökar tillgängligheten för många viktiga näringsämnen som fosfor och magnesium. Dessutom minskar grödans upptag av flera giftiga tungmetaller, till exempel kadmium, vid ökande pH (Kleja m.fl., 2006). Vid försök som gjorts i Lanna har fosfors tillgänglighet ökat både vid pH-kalkning och vid strukturkalkning med höga givor (Simonsson m.fl., 2018). När pH stiger över 7,5 minskar dock tillgängligheten för fosfor (Hinsinger m.fl., 2003).

På mulljordar binds växtnäringsämnena på annat sätt än i mineraljordar och därför är tillgängligheten för växtnäringsämnena som högst vid ett något lägre pH. Optimalt pH ligger omkring 5,5 på mulljordar (Lucas & Davis, 1961).

Vissa mikronäringsämnen som järn, koppar, mangan, zink och bor får sämre tillgänglighet när pH blir högre (Wiklander, 1963; Ericsson m.fl., 1975; Haak & Simán, 1992; Kirchmann & Eskilsson, 2010). Det är större risk för brist på mikronäringsämnena på lätta jordar oavsett mullhalt (Haak & Simán, 1992). Därför är optimalt pH lägre på lätta jordar än på jordar med högre lerhalt.

På sand- och mojordar ökar problemen med manganbrist när pH-värdet stiger över ungefär 6–6,5. Även på lerjordar kan problem uppstå när pH blir högt (Ericsson m.fl., 1975; Kirchman & Eskilsson, 2010). Problemen med tillgängligheten på mangan kan visa sig först efter några år. Risk för brist på koppar kan uppstå på lätta jordar från ungefär pH 6–6,5. Till skillnad från manganbrist är risken för borbrist störst på kort sikt, vilket skulle kunna bero på att tillgängligheten för bor är mer knuten till själva kalkningen än till det förändrade pH-värdet (Shorrocks, 1997).

8.2.2. Kalkning stimulerar mikrobiologisk aktivitet

När pH förändras av kalkning förändras förutsättningarna för mikrolivet i marken, vilket leder till ökad mikrobiologisk aktivitet (Gustavsson, 2021). Något förenklat kan man säga att bakterier trivs bättre vid högre pH medan svampar trivs sämre. När pH höjs ökar omsättningen och nedbrytningen av organiskt material och växtnäring frisätts, däribland kväve, fosfor och svavel. Det gör att skörden ökar tillfälligt.

Kalkning kan också påverka interaktionen med växtskadegörare som till exempel klumprot-sjuka på raps (*Plasmodiophora brassicae*), ärtrottröta, (*Aphanomyces euteiches*) och rotbrand på sockerbetor (*Aphanomyces cochlioides*). När det gäller ärtrottröta är det mängden tillgängligt kalcium som hämmar skadegöraren och inte pH-värdet i sig (Heyman m.fl., 2007), men för klumprotsjuka på raps har både mängden tillgängligt kalcium och pH-värdet betydelse för hur allvarliga angreppen blir (Fox m.fl., 2022). Att kalkning minskar problemen med rotbrand på sockerbetor är välkänt. Orsakssambanden är komplexa och halten av kalcium, pH och struktureffekter kan samspela (Olsson m.fl., 2011; Olsson m.fl., 2019). God tillgång på kalcium kan också bidra till bättre förutsättningar för de bakterier som fixerar kväve i symbios med lusern (Boström, 2023; Munns, 1970).

8.2.3. Kalkning förbättrar markstrukturen på lerjordar

Spridning av strukturkalk kan förbättra strukturen på lerjordar långsiktigt (se [kapitel 8.7](#)), men även pH-kalkning med kalkstensmjöl påverkar lerjordarnas struktur till viss del om det är tillräckligt finmalt. Kalken innehåller kalcium som tränger undan andra joner från lerpartiklarnas ytor, bland annat natrium, väte och kalium. Till skillnad från dessa joner ger kalcium förbättrad aggregatstruktur hos lerpartiklarna och vilket leder till mindre strukturlös glidning mellan partiklarna (Beetham m.fl., 2015). Svenska undersökningar visar att både strukturkalk och kalkstensmjöl förbättrar aggregatens storleksfördelning på lerjordar jämfört med okalkad jord (Blomquist m.fl., 2018).

8.3. Flera processer påverkar markens pH-värde

Markens pH påverkas av många olika processer och beror bland annat på ursprungsmaterialet i marken, försurning genom nedfall från luften, odling, gödsling och omsättning av organiskt material. Kalkning motverkar försurning och höjer pH-värdet.

8.3.1. pH-höjning av kalkprodukter

Kalktillståndet i marken uttrycks oftast som pH-värde. pH är ett mått på koncentrationen av vätejoner i marken, hög halt av vätejoner ger lågt pH och tvärt om. När kalkstensmjöl, det vill säga kalciumkarbonat, sprids och brukas in i jorden händer två saker. Det ena är att kalciumjonerna byter plats med framför allt väte- och aluminiumjoner, men även med andra positiva joner som natrium- och kaliumjoner, på markpartiklarnas ytor. Den andra reaktionen sker när karbonatjonerna från kalken tillsammans med vätejoner i markvätskan bildar vatten och koldioxid vilket minskar mängden fria vätejoner i marken och därmed höjer pH (Ericsson m.fl., 1975; Nilsson, 1974). Alla produkter som innehåller kalcium höjer inte markens pH. Exempelvis innehåller gips mycket kalcium men höjer inte pH eftersom det inte finns något i gips som minskar mängden fria vätejoner i marken.

8.3.2. Odling försurar marken

Åkermark som inte kalkas regelbundet försuras på sikt. Det beror på att grödornas upptag och bortförel av näringsämnen, som är positiva joner som kalium, magnesium, ammonium, kalcium med flera, är försurande. Även markandning (rotandning och nedbrytning av organiskt material), utlakning, nedfall av kväve- och svaveloxider och användning av surgörande kvävegödselmedel har en försurande effekt på marken (Ericsson & Bertilsson, 1982).

Baljväxtvallar har försurande effekt på grund av att de tar upp och för bort mer positiva joner än övriga grödor. Används grödan som foder och resterna förs tillbaka till jorden

i form av stallgödsel blir den försurande effekten mindre. Dessutom ger baljväxternas kvävefixering en försurande effekt (Tang m.fl., 1997). Odling av spannmål har endast en svagt försurande effekt om halmen inte förs bort. Det är främst bortförel av halm som försurar marken (Persson, 2003).



Bild 62. Kalkning motverkar försurning och höjer jordens pH. Foto: Jens Blomquist.

8.3.3. Valet av kvävegödselmedel påverkar markens pH-värde

Vilka gödselmedel du använder påverkar också markens pH-värde. När positiva joner som till exempel ammonium-, kalium- och magnesiumjoner tas upp av växten frigör växten vätejoner vilket sänker markens pH. Om istället den negativa jonen nitrat (NO_3^-) tas upp frigörs en hydroxidjon, som tillsammans med en fri vätejon bildar vatten, och pH höjs. Därför har nitratkväve (NO_3^-) en pH-höjande effekt medan ammoniumkväve (NH_4^+) har en försurande verkan i marken. Dock finns det fler processer med anknytning till växtnäring, gödsling och utlakning som påverkar nettoeffekten. Den största delen av ammoniumkvävet som tillförs via gödsling omvandlas av bakterier i marken till nitratkväve, som i sin tur tas upp av grödan. Omvandlingen till nitrat frigör vätejoner som har försurande verkan, men när sedan nitraten tas upp av växten neutraliseras dessa. Den andel av nitraten som lakas ut innebär dock en försurande nettoeffekt.

Organiska gödselmedel påverkar pH i marken genom flera olika processer. Stallgödselns överskott av positiva joner ger en viss kalkverkan i marken. Om stallgödselspridningen leder till kväveutlakning har utlakningsprocessen däremot en försurande verkan (Persson, 2003; Ericsson & Bertilsson, 1982).

Det går att räkna ut en teoretisk kalkverkan eller försurande verkan för olika gödselmedel. Kalksalpeter som nästan enbart innehåller nitratkväve har en pH-höjande effekt (kalkverkan). Gödselmedel med ren ammoniumnitrat (N32, N34), olika NPK-gödselmedel, ammoniumsulfat (NS 21–24) och urea, har en försurande effekt, se [tabell 42](#).

Tabell 42. Försurande verkan eller kalkverkan av olika kväveformer (KTBL, 2005; **Gruvæus, personligt meddelande, 2022).

	Försurande verkan (kg CaO/kg N)	Kalkverkan (kg CaO/kg N)
Ammoniumnitrat (N32, N34)	1	
Ammoniumsulfat (NS 21-24)	3	
CAN (N27)	0,5	
Kalksalpeter (N15,5)		0,85
Urea (N46)	1	
MAP* (NP12-23)	3,4	
NS 27-4 (Axan, Yara)**	0,9	

* Inklusive kalkbehov för fosfor

8.3.4. pH förändras olika lätt beroende på jordart

Olika jordar har olika kapacitet att binda växtnäring i form av positiva joner som kalcium, magnesium, kalium och natrium. Dessa binds till negativa laddningar som finns på lerpartiklar och mullpartiklar. Ju mer ler och mullämnen en jord innehåller desto större mängd växtnäring kan finnas bunden i jorden. Generellt har lerjordar hög kapacitet att hålla växtnäring och lätta jordar har låg kapacitet.

Den högre kapaciteten att binda positiva joner gör att det går åt mer kalk för att förändra pH på en jord med högt innehåll av ler och mull jämfört med en jord som har lågt innehåll. Det beror på att pH-förändringen av en viss kalkgiva beror på hur stor andel av den totala mängden vätejoner kalken förmår byta ut mot kalciumjoner på markpartiklarna (se [kapitel 8.3.1](#)). Jämfört med en mullfattig svagt lerig sandjord går det åt ungefär tre gånger så mycket kalk på en mulljord och dubbelt så mycket kalk på en måttligt mullhaltig styv lera för att få samma pH-effekt (Mattsson, 2010).

Även den gradvisa sänkningen av pH (se [kapitel 8.3.2](#)) sker olika snabbt beroende på jordart. Ju tyngre lerjord desto långsammare blir pH-sänkningen och ju lättare jord desto snabbare blir pH-sänkningen. Kalkens löslighet påverkas också av pH-värdet i marken vid kalkningstillfället. Vid pH över 6 är kalkstensmjöl mindre lösligt, medan lösligheten för släckt kalk är mindre beroende av pH innan kalkning (Wiklander, 1968).

8.4. Skördeökning vid kalkning och rekommenderat pH

Rekommenderat pH för en viss jordart är det pH-värde då fördelarna med ökad tillgänglighet av makronäringsämnen inte motverkas av nackdelarna med minskad tillgänglighet av viktiga mikronäringsämnen, stora kostnader för mängden kalk eller kraftigt ökad bortodling av mullämnen. Grunden för pH-rekommendationerna är omfattande fältförsök med kalkning som utfördes i Sverige fram till början av 1990-talet (Haak & Simán, 1992; 1997) och som kompletterades med försök under första halvan av 2010-talet (Mattsson, 2010). Det är gedigna försök som omfattade ett mycket stort antal platser och ett stort antal år. Dock var det få platser med försöksled där pH kom upp över 7 vilket gör det svårt att utvärdera högre pH-nivåer. Dessutom är det länge sedan försöken utfördes och sedan dess har både klimatet och utbudet av sorter ändrats, vilket eventuellt kan påverka optimalt pH.

8.4.1. Olika grödor har olika optimum

Vilket pH som minst krävs för att skörden inte ska begränsas varierar beroende på gröda. Vid höjning av pH från låga nivåer minskar halten tillgängligt aluminium i marken. Känsligheten för aluminium varierar hos olika grödor vilket gör att de har olika pH-behov. Den positiva skördeeffekten av kalkning var högre i vårsäd än i höstsäd. I vårsäden var merskörden lägst för havre (Haak & Simán, 1992). I vall ökade den positiva skördeeffekten av kalkning ju högre andelen klöver var. Rekommendationerna för optimalt pH för olika grödor varierar mellan olika länder, beroende på vad de studier som ligger till grund för respektive lands rekommendationer har visat (Goulding, 2016; Wigfeldt, 2022).

8.4.2. Vid kalkning sker en initial skördeökning och ofta även strukturförbättring

Eftersom kalkningen påverkar många faktorer i marken blir resultatet ofta en initial skördehöjning och strukturförbättring som inte är direkt kopplad till pH och växtnäringsämnenas tillgänglighet. Den beror till stor del på att det frigörs växtnäring som kväve, fosfor och svavel från det organiska materialet när markorganismerna anpassar sig till de nya förhållandena (Jansson, 1968; Haak & Simán, 1992). Det blir också ofta en initial förbättring av markstrukturen på lerjordar som inte är lika beständig som efter strukturkalkning (Blomquist, 2021). Det tar två till fyra år innan man ser den kvarstående effekten av pH-höjningen, innan dess ser man omställningseffekten (Ericsson m.fl., 1975).

8.4.3. Rekommenderat pH för olika jordarter

Odlingsjordarnas egenskaper varierar beroende på deras geologiska ursprung och vilka mineral de innehåller. Jordarna har olika förmåga att binda växtnäring och andra ämnen, och den totala mängden som kan bindas beror på andelen ler och mull. Det pH då den ökade tillgängligheten av makronäringsämnen inte lägre motiverar kostnaden för kalkningen, eller då viktiga mikronäringsämnen blir svårtillgängliga, varierar beroende på jordart. Rekommenderat pH är därför olika för olika jordarter. En genomgång av kalkningsrekommendationer i några närliggande länder visar att dessa länder utgår från jordens mullhalt och lerhalt i sina kalkningsrekommendationer. De flesta länder har också

kalkningsråd som tar hänsyn till om känsliga grödor odlas, som exempelvis sockerbetor (Wigfeldt, 2022).

Tabell 43 visar rekommenderat pH för olika jordar. På lätta jordar som sand, mo och svagt leriga jordar bör pH inte ligga särskilt långt över 6,0. På tyngre leror kan pH-värdet ligga i ett intervall mellan 6,5 och 7,0 och där det finns behov av strukturförbättring även över 7,0 (Ericsson m.fl., 1975). Riktvärdet för ett gott kalktillstånd på mineraljordar med mullhalt under 6 % är pH 6,5 på lerjordar och 6,0 på lätta jordar. Normalt bör du kalka om pH-värdet understiger rekommenderat pH med 0,3–0,5 enheter.

Tabell 43. Rekommenderat pH utifrån jordart och mullhalt. Du bör kalka om pH-värdet understiger rekommenderat pH med 0,3–0,5 enheter.

Mullhalt (%)	Förkortning ^{a)}	Mål-pH utifrån jordart och lerhalt i %					
		Sand & mojordar < 5 %	Leriga jordar 5–15 %	Lättlera 15–25 %	Mellanlera 25–40 %	Styv lera 40–60 %	Mycket styv lera > 60 %
<6	mf/ nmh / mmh	6,0	6,2	6,3	6,4	6,5	6,5
6–12	mr	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,2
12–20	mkt mr	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9
20–40	minbl mullj	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6

a) mf = mullfattig, nmh = något mullhaltig, mmh = måttligt mullhaltig, mr = mullrik, mkt mr = mycket mullrik, minbl mullj = mineralblandad mulljord

8.4.3.1. Lägre rekommenderat pH för mulljordar

Rekommenderat pH minskar med ökande mullhalt. På mulljordar är tillgängligheten för de flesta näringsämnen optimal kring pH 5,5 (Mengel & Kirkby, 1987). På mulljordar riskerar kalkning att gynna mineralisering vilket leder till ökad bortodling (Eriksson m.fl., 2011). pH-värdet kan behöva följas upp oftare än på mineraljordar eftersom effekten av kalkning varierar (Mattsson, 2010).

På jordar med mullhalt över 12 % kan du analysera halten av utbytbar aluminium (Al-AS) för att få ytterligare vägledning om kalkningsbehovet. Fria aluminiumjoner är giftiga för växtrötterna. Ett lågt pH-värde innebär dock inte alltid att halten utbytbar aluminium är för hög. Om mängden utbytbar aluminium är mindre än 1,0 mg per 100 ml jord, vilket motsvarar cirka 20 kg Al-AS per hektar i matjordsskiktet, kan uppmätt pH vara lite lägre än riktvärdet innan du behöver kalka (Ståhlberg, 1982). Praktiska erfarenheter av Al-AS-metoden finns framför allt i Mellansverige.

8.4.3.2. Särskilda rekommendationer för sockerbetor

Nyttan av ett gott kalktillstånd i sockerbetsodling är väl belagd och innebär att pH om du odlar sockerbetor bör ligga ungefär 0,5 enheter högre än mål-pH för övrig odling.

8.5. Provtagning och analys

Vid markkartering rekommenderar vi att du gör återkommande provtagning på samma plats i växtföljden, vid samma årstid och ungefär lika lång tid efter senaste stora gödselgivan. Jordens pH-värde varierar under året. Värdet är som lägst under odlingssäsongen och som högst under senhösten och vintern (Murdock & Call, 2006). Det finns flera orsaker till att pH-värdet sjunker under odlingssäsongen, till exempel nitrifikation av kvävegödsel, rötternas aktivitet, kvävefixering av baljväxter, tillväxt och aktivitet hos mikrober i jorden samt att jorden är torrare (Hinsinger m.fl., 2003). När sedan den mikrobiologiska aktiviteten avtar och vattenhalten i jorden ökar under hösten ökar pH-värdet igen (Murdock & Call, 2006). Om odlingssäsongen är torr kan skillnaden i pH mellan höst och vår vara extra stor (Conyers m.fl., 1997). Du kan läsa mer om vikten av likvärdiga förhållanden vid återkommande markkartering i [kapitel 1.1.3](#).

8.5.1. Mätmetoden skiljer mellan länder

Tänk på att pH-värden inte är direkt jämförbara mellan länder. I Sverige används destillerat vatten när pH bestäms, medan mätning i en lösning av kalciumklorid (CaCl_2) är vanligt i många andra länder. Genom att addera 0,5 enheter till ett pH-värde mätt i kalciumklorid kan man ungefärligen uppskatta vilket pH det motsvarar enligt den svenska metoden. Observera dock att skillnaden är mindre än 0,5 enheter vid pH över 7 (mätt i vatten) (Minasny m.fl., 2011).

8.6. Olika kalkmängd krävs på olika jordar

Hur snabbt pH förändras i en viss jord beror framför allt på jordens ler- och mullhalt. Ju högre andel ler och mull, desto större mängd kalk krävs för att uppnå ett visst pH (se [kapitel 8.3.4](#)).

En kalkningsprodukts förmåga att neutralisera syra uttrycks som CaO-värde i procent. Kalkstensmjöl (finmald CaCO_3) har ett CaO-värde på cirka 50 %. Förutom produktens ursprung, hårdhet och finfördelningsgrad beror den syraneutraliserande förmågan också på produktens löslighet i vatten. Kalkstensmjöl har låg löslighet jämfört med bränd och släckt kalk, som består av CaO respektive Ca(OH)_2 .

8.6.1. Anpassa kalkmängden efter jordens lerhalt och mullhalt

Hur mycket kalk som behöver tillföras en jord för att åstadkomma en viss pH-höjning kan uppskattas utifrån lerhalt och mullhalt. I [tabell 44](#) anges den mängd kalk uttryckt i ton CaO per hektar som behöver tillföras för att höja pH-värdet 0,5 enheter utifrån jordens innehåll av ler och mull. Eftersom kalkstensmjöl, som består av kalciumkarbonat (CaCO_3) har en kalkverkan på cirka 50 % CaO innebär 2 ton CaO per hektar i tabellen att man ska tillföra cirka 4 ton kalk per hektar. Trots att tabellen är grundad på ett stort antal kalkningsförsök (Haak & Simán, 1992) kan det vara svårt att exakt förutsäga hur mycket pH kommer att höjas av en viss kalkgiva i det enskilda fallet.

Tabell 44. Kalkbehov för att höja pH-värdet med cirka 0,5 enheter inom pH-intervallet 5,0–6,5 (Gustafsson, 1999 & Gustavsson, 1999). Eftersom kalkstensmjöl har en kalkverkan motsvarande cirka 50 % CaO innebär till exempel 2 ton CaO per hektar i tabellen att man ska tillföra 4 ton kalkstensmjöl per hektar.

Mullhalt (%)	Förkortning ^{a)}	Kalkbehov (ton CaO/ha) utifrån jordart och mullhalt i %					
		Sand & mojordar < 5 %	Leriga jordar 5–15 %	Lättlera 15–25 %	Mellanlera 25–40 %	Styv lera 40–60 %	Mycket styv lera > 60 %
<2	mf	0,5	1	2	3	4	5
2–3	nmh	1	1,5	2,5	3,5	4,5	5
3–6	mmh	1,5	2	3	4	5	5,5
6–12	mr	2,5	3	4	5	6	7
12–20	mkt mr	4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5

a) mf = mullfattig, nmh = något mullhaltig, mmh = måttligt mullhaltig, mr = mullrik, mkt mr = mycket mullrik

8.6.1.1. Dela upp kalkgivan på mulljordar

På mulljordar går det åt stora mängder kalk för att förändra pH. I [tabell 44](#) finns bara uppgifter för jordar med upp till 20 % mull eftersom försöksunderlaget för mineralblandade mulljordar och rena mulljordar är begränsat. Mycket tyder på att jordar med mer än 20 % mull kräver betydligt högre kalkgivor, jämfört med en jordar med normala mullhalter (Mattsson, 2010). Det är dessutom svårt att förutsäga hur länge pH-effekten varar (Mattsson, 2010). Därför är det klokt att dela upp kalkningen i flera omgångar vid kalkning av mulljord (se [kapitel 8.6.2](#)).

8.6.2. Kalka stegvis om kalkbehovet är stort

Om kalkbehovet är stort är det bättre att kalka stegvis och eventuellt göra upprepade jordanalyser. Eftersom kalcium- och karbonatjoner lätt lakas ut ur jorden så ökar förlusterna av kalk med ökad kalkgiva. I ett svenskt försök ökade förlusterna av kalk från 38 % vid 3 ton CaO till 49 % vid 6 ton CaO (Eriksson m.fl., 2011). Kalkgivor över 7–8 ton kalk (vara) per hektar är bra att dela upp.

8.6.3. Variera kalkgivan inom fältet

Du kan också variera kalkmängden efter behov inom fältet. Om du har markkarterat med GPS-bestämda provplatser går det att ta fram en styrfil utifrån uppgifter om lerhalt, mullhalt och pH. Om du kalkar efter en sådan styrfil kommer kalken att spridas där den bäst behövs. Det ger ett bättre ekonomiskt utbyte samtidigt som fältet blir jämnare och därmed lättare att odla. För att få bra spridningsbild behöver givorna anpassas efter vad den spridare som ska användas klarar av. Generellt har de kalkspridare som används idag svårt att klara givor under 1–1,5 ton/ha, fråga din entreprenör för närmare besked. Även höga maxgivor i styrfilen är svåra att hantera vid spridning med varierad giva, undvik därför givor över 7–8 ton/ha. På den interaktiva åkermarkskartan markdata.se, kan du göra styrfiler för kalkning av dina fält efter lerhalt och pH. Det går också att lägga in egna markkarteringsdata i underlaget.

8.6.4. Flera sätt att bestämma lerhalt

Det finns flera sätt att bestämma jordens lerhalt. Våtsiktning och sedimentationsanalys av jordprov är en relativt dyr metod, men den ger ett säkert värde. Det finns även möjlighet att bestämma jordens lerhalt med hjälp av olika sensorer, till exempel EM38 och den så kallade "Mullvaden". Har du en gång gjort en lerhaltsanalys eller komplett jordartsbestämning behöver du inte göra om den. Du kan också få en bra uppskattning av lerhalten genom att använda en digital lerhaltskarta. På markdata.se kan du se lerhalter för svensk åkermark upp till norra Hälsingland med en upplösning på 50×50 meter (Söderström m.fl., 2016). Bestämning av lerhalt tar inte hänsyn till vilka mineraler som ingår.

8.6.5. Effekten beror även på kalkens ursprung och egenskaper

Egenskaperna hos en kalkprodukt beror på dess geologiska ursprung, hårdhet och finfördelningsgrad. Finfördelade produkter av mjukare kalkstentyp ger snabbare effekt än grövre och hårdare produkter (Mattsson, 2010). Om du sprider kalkstensmjöl kan du räkna med full effekt året efter kalkning, medan lite grövre partiklar ger effekt på lite längre sikt. Idag är i stort sett alla produkter blandprodukter med olika storleksfraktioner men med mestadels fina partiklar. Inom 3–5 år så får du samma effekt med de flesta produkter.

8.6.5.1. CaO-värdet anger syraneutraliserande förmåga

På marknaden finns många olika kalkningsprodukter med varierande kemisk sammansättning. Produkterna delas in i olika grupper enligt EU-standard EN 14069:2017, varav de viktigaste redovisas nedan. Om ett fält både behöver pH-kalkas och gödglas med magnesium är spridning av dolomitkalk det billigaste alternativet. Läs mer om magnesiumgödning i [kapitel 7.2](#).

Produkter med naturligt ursprung	Syraneutraliserande förmåga (CaO-värde)
Kalksten (CaCO_3)	minimum 45 %
Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)	minimum 48 %
Bränd kalk (CaO)	minimum 85 %
Släckt kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	minimum 65 %
Biprodukter från industriella processer	
Silikatkalker – masugnsslagg	minimum 42 %
Socketbrukskalk	minimum 37 %
Mesakalk från pappersmassaframställning	cirka 51 %
Angivna CaO-värden avser torr vara.	

8.6.5.2. Kalkvärde enligt Erstad anger tillgängligheten

För att lättare kunna värdera och jämföra olika kalkprodukter och beräkna hur mycket som behövs av respektive produkt har kalkvärden enligt Erstad tagits fram för olika kalkprodukter (Erstad & Linke, 1999). Kalkvärdet tar hänsyn till produktens CaO-innehåll, geologiska ursprung och kornstorleksfördelning och anges för både ett och fem år. Kalkvärdet för ett år avser den kalkverkan i procent CaO som förväntas ge effekt redan efter ett år. Kalkvärdet för fem år är den kalkverkan som väntas bli tillgänglig på lång sikt. Om du inte har behov av en snabb pH-höjning bör du i första hand jämföra femårsvärdena. Arbetet har gjorts i samarbete mellan SLU och Svenska Kalkföreningen. Företag som säljer kalk anger vanligen kalkvärdet för sina produkter. Kalkvärden på kort sikt (ett år) ligger inom intervallet 26–54 % och på längre sikt (fem år) mellan 36 % och 54 % för de flesta kommersiella produkter.

8.7. Strukturkalk förbättrar lerjordens struktur

Att strukturkalka är ett sätt att bland annat förbättra och stabilisera jordens struktur på lerjordar. En ökad aggregatstabilitet innebär att leraggregaten håller ihop bättre om de utsätts för blöta förhållanden. Nätverket av porer i marken blir mer finmaskigt och risken för både stående vatten, ytavrinning och snabba vattenflöden via stora sprickor i marken (s.k. makroporflöde) som för med sig jordpartiklar och fosfor minskar. På det sättet kan fosforförlusterna från fältet minska. En god markstruktur förbättrar också jordens närings- och vattenhållande förmåga och gör att den blir mer lättbearbetad och torkar upp snabbare. Strukturkalk höjer liksom andra kalkslag också pH-värdet i jorden. I fältförsök har skördenivån ökat eller minskat med upp till 10 % efter strukturkalkning.

8.7.1. Strukturkalka bara lerjordar

Strukturkalkning fungerar bara på lerjordar. För att få bra effekt bör du endast strukturkalka mark med god bärighet och köra under perioder med bra förhållanden när det är möjligt att bruka ner kalken på ett tillfredställande sätt. Ett fint bruk vid tidig nedbrukning i augusti har i fältförsök gett stabilare aggregat jämfört med nedbrukning i september när bruket var grövre (Blomquist & Berglund, 2021). Om fältet är dåligt dränerat eller huvudavvattningen inte fungerar tillfredsställande är det därför viktigt att åtgärda dessa problem först innan du sätter i gång att strukturkalka.

Strukturkalkning ska alltså göras vid bra väderlek, låg markfuktighet och hög marktemperatur för att få önskad effekt. Strukturkalka vid ett tillfälle i växtföljden då jorden redan har en så god struktur som möjligt, till exempel i augusti efter en tidigt skördad gröda (exempelvis höstraps) eller vid vallbrott. Snabb och noggrann inblandning i jorden är också viktigt för att få en bra effekt. Du bör köra minst två gånger (vid behov fler) med kultivator i olika riktningar så att kalken blandas in väl i jorden. Det



Bild 63. Bruka ner strukturkalken snabbt och noggrant i samband med spridningen. Ett fint bruk ger stor kontaktyta mellan kalk och leraggregat vilket skapar förutsättningar för bästa möjliga effekt. Foto: Jens Blomquist.

finns däremot inget skäl att bruka in strukturalken fler gånger än nödvändigt om statusen på jorden redan är bra efter de första överfarterna. Bearbeta till samma djup som du normalt bearbetar jorden. En regnig höst med dåliga förhållanden är det bättre att skjuta på strukturalkningen till nästa år. Erfarenheter från fältförsök visar att de positiva effekter som kan förväntas av strukturalkning kan överskuggas av en nedbrukning som sker under felaktiga omständigheter. Nedbrukning av strukturalk kräver samma goda omdöme och hantverksskicklighet som all annan jordbearbetning.

I försök med stigande givor av strukturalk (blandprodukt av 80–85 % kalksten och 15–20 % släckt kalk) gav strukturalkningen även en betydande pH-effekt, när pH undersöktes cirka ett år efter spridningen. En giva på 7–8 ton strukturalk per hektar gav upphov till en ökning med cirka 0,4 pH-enheter i fält med lågt pH vid start (<6,4) och i fält med pH 6,5–7,7. Däremot gick det inte att visa någon statistisk säkerställd höjning på försöksplatser med högt pH (>7,7) redan vid start. Resultaten kommer från 48 fältförsök i Skåne, Östergötland och Mälar- och Hjälmregionen (Blomquist, 2021).

Du kan strukturalka även om det inte finns behov att höja pH, men effekten på aggregatstabiliteten blir mindre vid stigande pH. Det finns vid redan höga pH-värden också en risk att vissa växnäringsämnen, till exempel mangan, kan bli mindre tillgängliga direkt efter strukturalkning på grund av att pH i marken höjs (Blomquist m.fl., 2022a).

8.7.2. Anpassa givan efter förhållandena på fältet

Det saknas tillräckligt med försöksunderlag för att bestämma exakt vilken kalkgiva som är optimal med hänsyn till lerhalt, pH och strukturalkningens samtliga effekter.

En första svensk utvärdering av hur några av markens egenskaper påverkar effekten av strukturalk visade att effekten på aggregatstabilitet varierade stort mellan olika jordar, och att effekten ökade med stigande lerhalt och minskande pH-värde (Blomquist m.fl., 2022b). En mätning av aggregatstabilitet som gjordes 2020 visade att i bara ett av åtta fältförsök fanns en statistiskt säker effekt kvar sex år efter strukturalkning. Jorden i detta fältförsök karaktäriserades av relativt hög lerhalt och lågt pH-värde. En preliminär rekommendation är tills vidare därför att prioritera jordar med lerhalter över ca 25 % och pH-värden under 7 (Blomquist m.fl., 2022c).

Ur praktisk och ekonomisk synvinkel bedöms en rimlig giva vara cirka 5–9 ton strukturalk per hektar. Den lägre givan gäller lerjordar med lite lägre lerhalt medan den högre givan passar på styvare jordar med högre lerhalt och sämre struktur. Vid riktigt höga lerhalter och på delar av fältet där markstrukturen är särskilt dålig kan du behöva öka mängden ytterligare.

Precis som vid gödsling finns det möjlighet att variera kalkmängden inom fältet vid strukturalkning. När man gör en styrfil för strukturalkning används uppgifter från markkartering och digital lerhaltskarta, men även information från brukaren. Du kan göra en styrfil för strukturalkning utifrån lerhalt på markdata.se, men observera att kartorna inte visar vilka lerjordar som har gyttejinslag. Dessa jordar har i allmänhet redan en god markstruktur och behöver inte strukturalkas. Om man vill höja pH kan det billigare kalkstensmjölet väljas. Även pH-värdet i jorden avgör vilken effekt på aggregatstabiliteten man kan uppnå

med en strukturkalkning. Att variera givan efter både pH-värde och lerhalt, där låg lerhalt och högt pH minskar givan, är därför en möjlighet att öka kostnadseffektiviteten vid strukturkalkning.

8.7.3. Använd rätt sorts kalk

Den gängse uppfattningen är att du, för att få önskad effekt av strukturkalkningen, måste använda kalk som innehåller så kallad fri kalk (kallas ibland aktiv CaO av branschen). Bränd och släckt kalk (CaO respektive Ca(OH)₂) innehåller stor andel fri kalk. Vanlig jordbrukskalk består till största delen av kalciumkarbonat (CaCO₃) och har normalt svagare struktureffekt. De senaste resultaten från fältförsök i Skåne visade dock att kalkstensmjöl kan ha samma aggregatstabiliserande effekt som strukturkalk (Gunnarsson m.fl., 2022). Mer kunskap behövs i frågan och resultaten behöver verifieras. Därför etablerades nya fältförsök hösten 2022. De produkter som i dag marknadsförs som strukturkalk är blandprodukter som innehåller en viss andel bränd eller släckt kalk och resten kalkstensmjöl. Ren bränd eller släckt kalk används inte eftersom sådana produkter är dyra samtidigt som de medför stora risker när det gäller arbetsmiljö och hantering.

9. Referenser

- Aasen, I. 1997. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyrrelser hos kulturplanter (andre utgåva) Landbruksforlaget, Norge.
- Andersson, PG. 2015. Slamspridning på åkermark. Hushållningssällskapens rapportserie 17.
- Andrist Rangel, Y. 2008. Quantifying mineral sources of potassium in agricultural soils. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2008:53.
- Aronsson, H., Ernfors, M., Kätterer, T., Bolinder, M., Svensson, SE., Hansson, D., Prade, T., Bergkvist, G. 2023. Mellangrödor i växtföljden – för kolinlagring och effektivt kväveutnyttjande. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Ekohydrologi, 179.
- Aronsson, H., Bergkvist G., Stenberg, M., Wallenhammar, AC. 2012. Gröda mellan grödorna – samlad kunskap om fånggrödor. Jordbruksverket Rapport 2012:21.
- Aronsson, P., Rosenkvist, H. 2011. Gödslingsrekommendationer för Salix 2011. Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Axelson, U., Jonsson, A., Söderström, M. 2018. Risk assessment of high concentrations of molybdenum (Mo) in forage. Environmental Geochemistry and Health 40:2685–2694.
- Beetham, P., Dijkstra, T., Dixon, N., Fleming, PR., Hutchison, R., Bateman, J. 2015. Lime stabilisation for earthworks: a UK perspective. Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Ground Improvement 168:81-95.
- Bell, RW. 1997. Diagnosis and prediction of boron deficiency for plant production. Plant Soil 193: 149–168.
- Berglund, K., Blomquist, J. 2015. Strukturalkning – bra för både mark och miljö. Praktiska råd Nr 23, Greppa Näringen.
- Bergström, L., Linder J., Andersson R. 2008. Fosfor förluster från jordbruksmark – vad kan vi göra för att minska problemet? Jordbruksinformation 27 – 2008, Jordbruksverket.
- Bertilsson, G., Rosenkvist, H., Mattsson, L. 2005. Fosforgödsling och odlingsekonomi med perspektiv på miljömål. Naturvårdsverket rapport 5518.
- Blomquist, J. 2021. Effects of structure liming on clay soil. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Soil and Environment. Doctoral thesis 86. Uppsala.
- Blomquist, J., Berglund, K. 2019. Högre utväxling av strukturalk vid lägre pH. Arvensis 2019:8.
- Blomquist, J., Berglund, K. 2021. Timing and conditions modify the effect of structure liming on clay soil. Agricultural and Food Science 30: 96–107.

- Blomquist, J., Berglund, K., Olsson Nyström, Å. 2022a. Sockerbetor gynnas av kalkning – men lagom är bäst. *Betodlaren* 2022:3.
- Blomquist, J., Englund, J.E., Berglund, K. 2022b. Soil characteristics and tillage can predict the effect of structure liming on soil aggregate stability. *Soil Research* 60: 373–384.
- Blomquist, J., Englund, J.E., Berglund, K. 2022c. Site characteristics determine the duration of structure liming effects on clay soil. *Agricultural and Food Science* 31:136–148.
- Blomquist, J., Simonsson, M., Etana, A., Berglund, K. 2018. Structure liming enhances aggregate stability and gives varying crop responses on clay soils. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 68:311–322.
- Boström, K. 2023. Nodulation and biomass development of yellow and blue lucerne under pH stress. Master thesis. Department of crop production ecology, SLU.
- Braun, S. 2020. Long-term phosphorus supply in agricultural soils. Size and dynamics of fast- and slowdesorbing phosphorus pools. Doctoral Thesis No 2020:57, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Börjesson, G., Kirchmann, H. 2022. Interactive long-term effects of liming and P application on clay soil: crop yield increases up to pH 7.5(aq). *Plant Soil* 473:407–421.
- Börjesson, G., Nätterlund, H., Kätterer, T., Kirchmann, H. 2015. Interaktioner mellan P- och N-gödning. SLF projekt H1233102, slutrapport 29 oktober 2015. Stiftelsen Lantbruksforskning, Stockholm.
- Börling, K. 2017. Fånga fosfor med en fosfordamm. Praktiska råd nr 25, 2017, Greppa Näringen.
- Börling, K., Barberis, E., Otabbong, E. 2004. Impact of long-term inorganic phosphorus fertilization on accumulation, sorption and release of phosphorus in five Swedish soil profiles. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 69:11–21.
- Carlgrén, K. 2003. Fältförsök med koppargödning. Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, avdelningen för växtnäringslära. Rapport 203.
- Conyers, MK, Uren NC., Helyar KR., Poile, GJ., Cullis BR. 1997. Temporal variation in soil acidity. *Australian Journal of Soil Research* 35:1115–1130.
- Delin, S., Engström, L. 2021. Att sprida organiska gödselmedel. *Jordbruksinformation* 2 – 2021. Jordbruksverket, Jönköping. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo212.html>.
- Delin, S., Nyberg, A., Sarajodin, J. 2014. Fosforgödningseffekt av olika restprodukter. Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 13.
- Delin, S., Stenberg, B., Nyberg, A., Brohede, L. 2010. Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödslingens värde hos organiska gödselmedel. Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 6.

- Delin, S., Stenberg, M. 2012. Nitratutlakning beroende på kvävegödslingsnivå och skörderespons i havre på en lätt jord. Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 10.
- Direktiv 2284. 2016. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/2284 av den 14 december 2016 om minskning av nationella utsläpp av vissa luftföroreningar, om ändring av direktiv 2003/35/EG och om upphävande av direktiv 2001/81/EG.
- DLG. 2006a. Stalldungstreuer. Samson SP 12. 2016 S. Prüfbericht 4963.
- DLG. 2006b. Universal- und Industriestrewagen. BergMann Tsw 2016 S. Prüfbericht 4968.
- Durling, M (red.), Sandberg, C., Danielsson DA., Bölenius E., Frostgård, G., Lindgren, H., Malgeryd, J., Bollmark, L., Bång, M., & Kvarmo, P. 2023. Ta vara på kvävet! – God jordbrukarsed för att begränsa ammoniakförluster. Jordbruksinformation 16 – 2023. Jordbruksverket.
- Ekelöf, J. 2016a. Tema växtnäring till sockerbetor. Del 1 – Fosfor. Betodlaren 2016:2.
- Ekelöf, J. 2016b. Tema växtnäring till sockerbetor. Del 2 – Kalium. Betodlaren 2016:3
- Ekelöf, J. 2019. Kalium og natrium giver mere sukker. Nordic Beet research. Annual Report nr 340, 2019.
- Ekelöf, J. 2020. Høj din sockerhalt med intensivare PK-gödsling. Betodlaren 2020:2.
- Ekelöf, J. 2024. Effekt av olika gödselmedel och appliceringsstrategier i sockerbetor. I: Rapport från sydsvenska växtodlingsmötet 11-12 december 2024 (red. Schroeder, H.). Enheten för samverkan och utveckling, LTV, SLU Partnerskap Alnarp.
- Engström, L. 2015. Uppdatering av rekommendationer för kvävegödsling till höstraps. Jordbruksverket, Intern rapport.
- Engström, L. 2017. Bättre utnyttjande av skördepotentialen i vårraps. Slutrapport SLF H1333148.
- Ericsson, J., Berglund, G., Persson, J. 1975. Kalktillstånd, kalk och kalkning. Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avdelningen för växtnäringslära. Rapport 90.
- Ericsson, J., Bertilsson, G. 1982. Regionala behov av underhållskalkning. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 144.
- Eriksson, J., Andersson, A., Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket, Rapport 4778.
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I., Simonsson, M. 2011. Marklära. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Erstad, KJ., Linke, J. 1999. Reactivity by soil incubation and ENV 1 year of new dolomitic and calcitic products from northern Europe. Rådgivande Agronomar Rapport 4/99. Korssund, Norge.

- Finnfors, D. 2019. Winterfitness i höstvetete L3-1034. Försöksrapport Sverigeförsöken.
- Fogelfors, H. 2001. Växtproduktion i jordbruket. Natur och Kultur/LTs förlag.
- Fox, NM., Hwang, SF., Manolii, PV., Turnbull, G., Strelkov, SE. 2022. Evaluation of lime products for clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) management in canola (*Brassica napus*) cropping systems. *Can. J. Plant Pathol.* 44:21-38.
- Frankow-Lindberg, B. 2017. Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall. Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 24.
- Frankow-Lindberg, B., Jansson, J. 2014. Avkastning, kvalitet, uthållighet och ekonomi hos intensivt skördade vallar (R6-5010). Slutrapport för projekt V1060007 (SLF). Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Hushållningssällskapet Sjuhärad.
- Förordning 1069. 2009. Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 1069/2009 av den 21 oktober 2009 om hälsobestämmelser för animaliska biprodukter och därav framställda produkter som inte är avsedda att användas som livsmedel och om upphävande av förordning (EU) nr 1774/2002 (förordning om animaliska biprodukter). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX%3A32009R1069>.
- Goulding, K. W. T. 2016. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. *Soil Use and Management* 32:390-399.
- Gruvaeus, I. 1989. Kalium till slättervall. SJFD Meddelande nr 34.
- Gruvaeus, I. 1997. Placement of P. Results from Swedish trials in spring barley. *Kungliga Skogs- & Lantbruksakademiens Tidskrift* 137:89-91.
- Gruvaeus, I. 2005a. Gödsling med S, P, K och N till ärtor. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gruvaeus, I. 2005b. Kväve och fosfor på hösten till höstvetete. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gruvaeus, I. 2007. NPKS till vårkorn med stigande fosforgiva. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gruvaeus, I., 2018. Utnyttja skördepotentialen med YaraMila. *Växtpressen* nr 1, 2018:6-8.
- Gruvaeus, I., Carlsson, N. 2024. Vad säger proteinhalten i höstvetete om restkväve i marken? I: Rapport från sydsvenska växtodlingsmötet 11-12 december 2024 (red. Schroeder, H.). Enheten för samverkan och utveckling, LTV, SLU Partnerskap Alnarp.
- Gunnarson, A. 2014. Gödslingsförsök i höst och vårraps. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gunnarson, A. 2015. Mikronäring till höstraps. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gunnarsson, A., Blomquist, J., Persson, L., Olsson, Å., Hamnér, K., Berglund, K. 2022. Liming alkaline clay soils: effects on soil structure, nutrients, barley growth and yield. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*, 72:803-817.

- Gunnarson, A., Nilsson, B. 2010. Kvävestrategier till höstraps. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gustafsson, K. 1999. Models for precision application of lime. 2nd European Conference on Precision Agriculture, Odense, Danmark.
- Gustavsson, AM. 1989. Kvävegödslingens och klöverns betydelse i vallen. Grovfoder nr 1. Sveriges lantbruksuniversitet, 1989.
- Gustavsson, AM. 2001. Bestämning av rödklöverhalten i vall. Nytt från institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap. Ekologisk odling. Sveriges lantbruksuniversitet, nr. 3 2001.
- Gustavsson, K. 1999. Precisionsodling - för miljö och ekonomi. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien. Akademisammankomst 1999.
- Gustavsson, M. 2021. Hur påverkas markorganismerna av jordbruksmetoden strukturkalkning? MVEK02 Examensarbete för examen i Miljövetenskap 15 hp. Lunds Universitet.
- Haak, E., Simán, G. 1992. Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 188.
- Haak, E., Simán, G. 1997. Effekter av kalkning och NPK-gödsling i sju långvariga försök i fält, 1962-92. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för markvetenskap, avdelningen för växtnäringslära. Rapport 198.
- Hahlin, M. 1991. Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium II. Fältförsök, serie R3-8024. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 183.
- Hahlin, M., Ericsson, J. 1981. Fosfor och fosforgödsling. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 294.
- Hahlin, M., Ericsson, J. 1984. Kalium och kaliumgödsling. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 333.
- Hahlin, M., Johansson, L., Nilsson, L-G. 1980. Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium I. Kärnförsök. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport nr 131.
- Hallin, O., Gustavsson, AM. 2019. Kvävegödsling och kvävestrategi till blandvall. Försöksrapport Sverigeförsöken.
- Havlin, JL., Beaton, JD., Tisdale, SL., Nelson, WL. 2005. Soil fertility and fertilizers - An introduction to nutrient management (7:e upplagan). Pearson Education Inc., New Jersey, USA.
- Hammarstedt, M. 2013. Organiska gödselmedel till höstvete. Mellansvenska försöksrapporten.

- Hammarstedt, M., Nilsson, M. 2019. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken.
- Hammarstedt, M., Nilsson, M. 2020. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken.
- Heyman, F., Lindahl, B., Persson, L., Wikström, M., Stenlid, J. 2007. Calcium concentrations of soil affect suppressiveness against *Aphanomyces* root rot of pea. *Soil Biology and Biochemistry* 39:2222-2229.
- Hinsinger, P., Plassard, C., Tang, C., Jaillard, B. 2003. Origins of root-mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. *Plant and Soil* 248:43-59.
- Hjelm, E., Linge, C., Nilsson, H., Olofsson, S. 2021. Växtnäringsflöden på gårdar inom Greppa Näringen. Jordbruksverket. Rapport 2020:15.
- Holmgren, G., Larsson, F., Johansson, M., Lindblad Hammar, I. 2020. Hållbar slamhantering. Betänkande av Utredningen om en giftfri och cirkulär återföring av fosfor från avloppsslam. SOU 2020:3.
- Jansson, S. L. 1968. GKS skriftserie, 10. Kalken i 1960-talets jordbruk.
- Johansson, A. 2017. Odlar vårmete till foder. *Arvensis*, 2017:8.
- Jordbruksverket. 1995. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Rapport 1995:10.
- Jordbruksverket. 2001. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem med grisar. Rapport 2001:13.
- Jordbruksverket. 2004. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2006. Statens jordbruksverks föreskrifter om befattning med animaliska biprodukter och införsel av andra produkter, utom livsmedel, som kan sprida smittsamma sjukdomar till djur och människor (SJVFS 2006:84). Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2020a. Försäljning av mineralgödsel 2018/19. Statistikrapport 2020:4, Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket. 2020b. Statens Jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket (SJVFS 2020:2). Jordbruksverket, Jönköping.
- Jönsson, E., Hansson, G. 2018. Kväveform och strategi i höstmete. Sverigeförsöken.
- Keren, R. 1996. Boron. Ur: *Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods* (Red. Sparks, DL). Soil Science Society of America, book series nr 5.
- Kirchmann, H., Börjesson, G., Bolinder, M., Kätterer, T., Djodjic, F. 2020. Soil properties currently limiting crop yields in 90 yield survey districts and 10 long-term field experiments. *European Journal of Agronomy* 120, 126132.

- Kirchmann, H., Eskilsson, J. 2010. Low manganese (Mn) and copper (Cu) concentrations in cereals explained yield losses after lime application to soil. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 60:569-572.
- Kleja, DB., Elert, M., Gustafsson, JP., Jarvis, N., Norrström, AC. 2006. Metaller's mobilitet i mark. Naturvårdsverket. Rapport nr 5536.
- Krijger, AK. 2009. NPKS till havre med stigande fosforgiva. Mellansvenska försöksrapporten.
- Krijger, AK. 2015. Gödsling med S, P, K, N och B till åkerböna. Mellansvenska försöksrapporten.
- Krijger, AK., Gunnarson, A. 2011a. NPK-behov i oljelin, M3-8036. Mellansvenska försöksrapporten.
- Krijger, AK., Gunnarson, A. 2011b. Kvävebehov i oljelin, M3-2288. Mellansvenska försöksrapporten.
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft). 2005. Faustzahlen für die Landwirtschaft. Landwirtschaftsverlag, Münster, Germany.
- Lagerquist, R. 1970. Rapport från försöksserie med stigande mängder magnesium till sockerbetor och potatis i södra jordbruksförsöksdistriktet. Försöksserie R3(L3)-5600. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära, Lantbrukshögskolan, Uppsala. Rapport nr 20.
- Lindgren, H. 2022. Gödsel och miljö 2022. Övrigt 206. Jordbruksverket, Jönköping. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr206.html>.
- Linderholm, K. 1997. Fosfors tillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska. VA-forsk Rapport 1997:6.
- Lindén, B. 2008. Olika förfruktars efterverkan – effekter på kvävegödslingsbehovet till stråsåd. Avdelningen för precisionsodling, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara. Rapport nr 14.
- Lundblad, K., Johansson, O. 1956. Resultat av de senaste årens svenska mikroelementförsök. I. Försök med koppar. Statens jordbruksförsök, meddelande nr 61. Stockholm.
- Lucas, RE., Davis, JF. 1961. Relationships between pH values of organic soils and availabilities of 12 plant nutrients. *Soil Sci.* 92:1362-1366.
- Mattsson, L. 1974. Rapport från försök med radmyllning av gödsel. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära, nr 83.
- Mattsson, L. 1993. Kombisådd och radmyllning. Meddelande från Södra jordbruksförsöksdistriktet. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mattsson, L. 2005. Växtnäringshalter i sockerbetor och i blasten. Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet.

- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära, nr 212.
- Mattsson, L. 2010. Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten. Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport nr 5.
- Mengel, K., Kirkby, EA. 1987. Principles of plant nutrition. 4th edition. International potash institute. Bern, Switzerland, 1987.
- Miljödepartementet. 2018. Giftfri och cirkulär återföring av fosfor från avloppsslam. Kommittédirektiv Dir 2018:67.
- Minasny, B., McBratney, AB., Brough, DM., Jacquier, D. 2011. Models relating soil pH measurements in water and calcium chloride that incorporate electrolyte concentration. *European Journal of Soil Science* 62:728-732.
- Munns, DN. 1970. Nodulation of *Medicago sativa* in solution culture: v calcium and pH requirements during infection. *Plant and Soil* 32:90-102
- Murdock, L., Call, D. 2006. Managing seasonal fluctuations of soil tests. Lloyd Murdock and Dottie Call. University of Kentucky.
- Naturvårdsverket. 2013. Hållbar återföring av fosfor. Rapport 6580.
- Nilsson, A. 2016. Kvävestrategiers effekt på skörd och skördekomponenter i höstvet 2013–2015. Examensarbete. Institutionen för mark och miljö. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Nilsson, KO. 1974. Kärlförsök med kalk och stigande givor av kalium. SLU. Avdelningen för växtnäringslära, Rapport 77.
- Nilsson, LG. 1975. Magnesiumgödsling - intensitet och gödselmedelslag. Försöksserier 3–5600 och 3–5001. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära, Lantbrukshögskolan, Uppsala. Rapport nr 99.
- Nilsson, I., Rölin, Å., van Schie, A. 2012. Odlar potatis - en handbok. Hushållningssällskapet Skaraborg.
- Nätterlund, H. 2016. Högre skördar kräver mer fosfor. *Arvensis*, nr 8.
- Olsson, R. 2016. P på 5T. Tema växtnäring till sockerbetor. Del 1 – Fosfor. *Betodlaren*, nr 2.
- Olsson, Å., Persson, L., Olsson, S. 2011. Variations in soil characteristics affecting the occurrence of *Aphanomyces* root rot of sugar beet – risk evaluation and disease control. *Soil biology & biochemistry* 43:316–323.
- Olsson, Å., Persson, L., Olsson, S. 2019. Influence of soil characteristics on yield response to lime in sugar beet. *Geoderma* 337: 1208-1217.
- Persson, J. 2003. Kväveförluster och kvävehushållning. Förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport nr 207.

- Persson, L., Olsson, Å. 2011. Sockerbetor som förfrukt till höstvete. Effekt på skörd. *Betodlaren* 4:38–41.
- Reuter, DJ., Robinson, JB. (ed) 1997. *Plant analysis – an interpretation manual*. SBS Publishers & distributors Pvt. Ltd., New Delhi, India.
- Ringdahl, F. 2018. Hur bra är dagens rekommendationer för markkartering? Förändringar av fosforhalter i svensk åkermark över tid. Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. 2018:01.
- Rodhe, L. 2003. Ytmyllning av flytgödsel till vall – sparar kväve men kräver kraftigare traktor. *JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik*, nr 103.
- Rodhe, L. 2014. Minska utsläpp av växthusgaser från stallgödsel. *Praktiska råd Nr 22*, Greppa Näringen.
- Salomon, E., Malgeryd, J., Rogstrand, G., Bergström, J., Tersmeden, M. 2006. Halter av växnäring och spårelement i lagrad gödsel från värphöns. *JTI-rapport Lantbruk & industri 349*, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.
- SCB. 2020. Gödselmedel i jordbruket. 2018/19. Mineral- och stallgödsel till olika grödor samt hantering av stallgödsel. *Statistiska meddelanden MI 30 SM 2002*, Statistiska centralbyrån, Örebro.
- Shorrocks, VM. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil* 193:121-148.
- Simonsson, M., Kätterer, T., Börjesson, G. 2016. Upptag och fastläggning av fosfor i långliggande kalk- och fosforförsök: kalkning som produktions- och miljöåtgärd: Slutrapport, projekt nr H1133140.
- Simonsson, M., Östlund A., Renfjäll, L., Sigtryggsson, C., Börjesson, G., Kätterer, T. 2018. Pools and solubility of soil phosphorus as affected by liming in long-term agricultural field experiments. *Geoderma* 315:208–219.
- Statens Naturvårdsverks författningssamling. Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket (SNFS 1994:2).
- Stenberg, M., Ekman, P., Lundblad, K., Svanberg, O. 1949. Om kopparhalt i jord och vegetation och resultat av fleråriga gödslingsförsök i koppar. *Meddelande från Kungliga lantbruksakademiens vetenskapsavdelning*, nr 4. Uppsala.
- Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M., Bergström, J. 1999. Stallgödselns innehåll av växnäring och spårelement. *Naturvårdsverkets rapport nr 4974*.
- Stoltz, E., Wallenhammar, AC. 2012. Mangantillförsel i höstkorn ökar övervintring och skörd på jordar med manganbrist. Slutrapport till SLF-projekt H102-0003-SVX.
- Ståhlberg, S. 1982. Estimation of requirement of liming by determination of exchangeable soil aluminium. *Acta Agriculturae Scandinavica* 32: 357–367.

Söderström, M. 2008. Traditionell markkartering i precisionsodling. Sammanställning av markkarteringsstatistik 1998–2002. Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige. Teknisk Rapport nr 15.

Söderström, M. 2010. Interpolerade markkartor – några riktlinjer. Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige. Teknisk Rapport nr 21.

Söderström, M., Sohlenius, G., Rodhe, L., Piikki, K. 2016. Adaptation of regional digital soil mapping for precision agriculture. *Precision Agric* 17:588–607.

Tang, C., McLay, CDA., Barton, L. 1997. A comparison of proton excretion of twelve pasture legumes grown in nutrient solution. *Aust. J. Exp. Agric.* 37:563–570.

Tell, J., Axelson, U. 2010. Kväve- och fosforgödsling till majs. Försöksrapport 2010 för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk Raps.

West Larsen, E. 1998 Mangelsygdomme i landbrugsafgrøder. Hydro Agri, Danmark.

Wetterlind, J., Stenberg, B., Söderström, M. 2018. Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling. Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige. Teknisk rapport nr 42.

Wigfeldt, K. 2022. Optimalt pH-värde i åkermark för en effektiv växtproduktion – Vilka rekommendationer finns i andra länder? Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Självständigt arbete biologi, agronom mark/växt.

Wiklander, L. 1963. Jord – gröda – djur. Den odlade markens kemiska egenskaper.

Wiklander, L. 1968. Om bestämning av markens kalkbehov. *Grundförbättring* 21:73-83.

Wong, MTF., Bell, RW., Frost, K. 2005. Mapping boron deficiency risk in soils of southwest Western Australia using a weight of evidence model. *Australian Journal of Soil Research* 43:811–818.

Personliga meddelanden

Gustavsson, Anne-Maj. SLU. 2016, 2017.

Rölin, Åsa. Hushållningssällskapet, 2017.

Gruvaeus, Ingemar. Yara AB, 2022, 2024.

Bilaga 1

Beräkning av kvävegödslingsbehovet

Så beräknar du behovet av kvävegödsel

Utgå från rekommenderad kvävegiva för aktuell gröda och förväntad skörd.
Se tabell 16, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28 eller 29.

Justera genom att dra av följande:

- **Kväve från markens förråd:** dra av kväve som frigörs från organiskt material i marken, särskilt efter långvarig användning av stallgödsel. Gäller inte vall. Se tabell 7.
- **Förfruktseffekt:** Dra av kväve som frigörs från föregående gröda, gröngödsling eller fånggrödor. Se tabell 30.
- **Mulljord:** Mulljordar kan ge extra kväve. Justera enligt kapitel 4.11.
- **Organisk gödsel:** Dra av kväve som tillförs med stallgödsel eller annan organisk gödsel. Ta hänsyn till gödselslag, mängd, spridningstidpunkt och metod. I tabell 5 hittar du hur mycket ammoniumkväve stallgödsel innehåller och vilken kväveeffekt den har vid vårspridning.

Resultatet blir årets behov av mineralgödsel eller annan kvävekomplettering.

Använd Gödselkalkylen för att räkna ut kväveeffektiviteten

Du kan räkna ut kväveeffektiviteten i stallgödsel mer noggrant med verktyget Gödselkalkylen som finns på greppa.nu. Gödselkalkylen ingår även i beräkningsverktyget Vera. För andra organiska gödselmedel kan du uppskatta kväveeffekten utifrån mängden ammoniumkväve. Undantag är vinass och torkade, pelleterade gödselmedel, som har högre kväveeffekt än vad innehållet av ammoniumkväve visar.

Viktigt för känsliga områden

Enligt 20§ i Jordbruksverkets föreskrifter, SJVFS 2004:62 (Jordbruksverket, 2004), ska du som har mark i känsligt område beräkna kvävebehovet enligt bilaga 6. Använd ovanstående uppställning och dokumentera beräkningen i en växtodlingsplan.

Bilaga 2

Att tänka på för att få bästa växtnäringsutnyttjande och minimera förlusterna när du sprider stallgödsel på sand- och mojordar

		Sprid i första hand...	Alternativt...	Undvik att sprida...
Flytgödsel	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår när marken bär, max 25 ton/ha. till vårsäd med vallinsädd, vårplöjning eller snabb nedbrukning. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten inför 1:a skörd i vall II–IV. före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha¹. omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall där närmaste skörden ska betas. på hösten utom till vall och höstraps. före eller i samband med vallbrott, särskilt på sommaren eller tidig höst inför sådd av höstsäd.
	Gris	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor med lång vegetationsperiod, t.ex. sockerbeter eller potatis. i växande stråsådd eller oljevaxter med bandspridning eller släpbot när grödan är 10–15 cm hög. 	<ul style="list-style-type: none"> till övriga vårsådda grödor. före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten före sådd av höstsäd.
Fastgödsel	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till vårsäd med vallinsädd, vårplöjning eller snabb nedbrukning. till 1:a skörd i vall II–IV, höst max 25 ton/ha. till vårsådda grödor, helst grödor med lång vegetationsperiod, vårplöjning eller snabb nedbrukning. 	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår, max 25 ton/ha. före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹. 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall om gödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt. på hösten före sådd av höstsäd.
	Gris	<ul style="list-style-type: none"> till grödor med lång vegetationsperiod, t.ex. sockerbeter eller potatis, vårplöjning. 	<ul style="list-style-type: none"> före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten till andra grödor än höstraps.
Urin	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV på våren, max 15–20 ton/ha. till 2:a skörd i vall, max 15–20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsäd med vallinsädd. till övriga vårsådda grödor. 	<ul style="list-style-type: none"> till betesvall såvida den inte också skördas.
	Gris	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor på våren. i växande gröda med bandspridningsteknik eller släpbot max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten. till betesvall p.g.a. parasitrisk.

1) Det är förbjudet att sprida gödsel i känsliga områden under perioden 1 november–28 februari, enligt Jordbruksverkets föreskrift SJVFS 2004-62.

Bilaga 3

Att tänka på för att få bästa växtnäringsutnyttjande och minimera förlusterna när du sprider stallgödsel på lerjordar

	Sprid i första hand...	Alternativt...	Undvik att sprida...	
Flytgödsel	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> på hösten inför 1:a skörd i vall II–IV. Max 25 ton/ha. till vårsädd med vallinsädd. före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹⁾. omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. till 1:a skörd i vall II–IV, tidig vår, max 25 ton/ha. inför vårsådda grödor under oktober. 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall där närmaste skörden ska betas. på hösten utom till vall och höstraps 	
	Gris	<ul style="list-style-type: none"> i växande stråsådd eller oljeväxter på våren med band-spridning eller släpfot när grödan är i 10–15 cm hög. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor efter 28 feb¹⁾. före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> i vårbruk om detta ger packningsskador eller nedbrukningen försenas. före sådd av höstsädd.
Fastgödsel	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV, höst, max 25 ton/ha. före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV, tidig vår, max 25 ton/ha. inför vårsådda grödor under oktober. 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I, max 25 ton/ha. till vall om gödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt. på hösten före sådd av höstsädd till vårsådda grödor på våren om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd.
	Gris	<ul style="list-style-type: none"> före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor på våren om gödseln kan finfördelas och spridning ske utan packningsskador. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor på våren om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd. på hösten före sådd av höstsädd.
Urin	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV på våren, max 15–20 ton/ha. till 2:a skörd i vall, max 15–20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsädd med vallinsädd. 	<ul style="list-style-type: none"> till betesvall såvida denna inte också skördas.
	Gris	<ul style="list-style-type: none"> i växande gröda med band-spridningsteknik eller släpfot när grödan är 10–15 cm hög, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt kväve per ha¹⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> före sådd av höstsädd. i vårbruk om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd. till betesvall p.g.a. parasitrisk.

1) I känsligt område råder spridningsförbud under perioden 1 nov–28 feb enligt SJVFS 2004-62 (Jordbruksverket 2004).

Bilaga 4

God markkarteringsssed (GMS) enligt Markkarteringsrådet

Syftet med markkartering är att ge lantbrukaren ett verktyg för att behovsanpassa gödsling och kalkning. God markkarteringsssed (GMS) är ett dokument som ett antal organisationer och företag gemensamt har utarbetat. Dokumentet fastställer vad som anses vara bästa möjliga tillämpning av markkarteringen efter en avvägning mellan vetenskaplig noggrannhet, lantbrukarnytta och miljöhänsyn. GMS förutsätter att jordprov tas vid samma tid på året vid återkommande provtagning. Dessutom förutsätter GMS att proven inte tas förrän tidigast en månad efter tillförsel av stall eller mineralgödsel och tidigast ett år efter kalkning.

Markkarteringsrådet är en frivillig sammanslutning av företrädare för företag och organisationer som arbetar med frågor kring markkartering och gödslingsrådgivning. De rekommendationer i dokumentet som inte åtföljs av en källhänvisning utgör en samlad bedömning av Markkarteringsrådets medlemmar.

Följande organisationer, myndigheter, universitet och företag var representerade i Markkarteringsrådet i september 2025:

Agri Lab AB	Agri Science Sweden	Eurofins Agro	Biototal Mewab
Hushållnings-sällskapen	Jordbruksverket	Lantmännen	LMI AB
Lovang Lantbruks-konsult AB	Nordkalk	OMYA	SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Yara			

Kontaktpersoner Markkarteringsrådet:

Johanna Wetterlind, SLU, ordförande, johanna.wetterlind@slu.se

Hans Augustinsson, Hushållningssällskapet Östergötland, sekreterare, hans.augustinsson@hushallningssallskapet.se

Markkartering

Provpunktspacering

- Provpunkterna fördelas systematiskt i ett rutnät över fältet eller anpassat efter skillnader i jordart och mullhalt.
- Genom att använda bakgrundsinformation kopplat till variationer i jordart och mullhalt kan provpunkterna flyttas lite så att variationen blir så bra representerad som möjligt (läs mer i [kapitel 1.1](#)). Det finns flera alternativa metoder för att hitta variationer inom fältet, till exempel
 - o mätning med marksensor, t.ex. konduktivitetmätning eller gammamätning.
 - o digitala jordartskartan eller gamla markkarteringsresultat.
 - o satellitbilder, skördekartor eller grödsensormätningar.
- Punkterna GPS-positioneras. Detta gör det möjligt att återkomma till exakt samma punkt vid uppföljande kartering och möjlighet att återanvända jordarts- och förrådsanalyser.

Provtäthet

- Standard är att ta 1 prov per hektar.
- Glesare provtagning (0,5–1 prov per ha) kan tillämpas
 - o på fält med jämna jordarts- och mullhaltsförhållanden
 - o när översiktlig jordartskartering genomförts
- Tätare provtagning (1–2 prov per ha) kan tillämpas
 - o vid första karteringen om det saknas annan information om variationen
 - o på fält med varierande jordart och mullhalt
 - o vid precisionsodling

Provtagnings teknik

- Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrhstick till 20 cm djup, tagna inom en cirkel med 3–5 m radie¹. Centrum för cirkeln mäts med GPS.
- Det är viktigt att borrhsticken fördelas väl inom provtagningsytan så att ojämnheter utjämnas.
- På små fält, < 3 ha, med enhetlig jordart och samma brukningshistoria där man planerar att ta bara ett prov ska borrhsticken fördelas över hela fältet.
- All jord som provtas ska läggas i provkartongen. En kartong på knappt 4 dl bör vara full vid provtagningen.
- Det finns jordborrar med olika diameter, men en förutsättning för korrekt provtagning är att kartonger avsedda för respektive borrhstick används. Normal kartongstorlek är 8,5 x 8,5 x 5 cm. För att få plats med 10 borrhstick i denna kartong ska borret vara max 15 mm i diameter.

Provtagningspunkt

- Provtagning utförs under perioden augusti till vårbruk, men i första hand på hösten. Det är viktigt att uppföljande kartering sker vid samma tidpunkt på året som den föregående karteringen.
- Provtagning bör göras tidigast en månad efter tillförsel av mineralgödsel, och tidigast ett år efter kalkning. Detta för att säkerställa att gödselkorn och kalk har hunnit lösas upp.
- Höga givor av framför allt organiska gödselmedel påverkar markkarteringsanalyserna. Vill man titta på trender mellan olika karteringsomgångar är det viktigt att proverna tas vid samma årstid, på samma plats i växtföljden och lika lång tid efter att fältet gödslats med större givor organisk gödsel. Om detta inte är möjligt är det mycket viktigt att ta hänsyn till de olika förutsättningarna vid tolkning av karteringen.

Provtagningsintervall

- Normalt provtagningsintervall är 5–15 år.
- Kort intervall kan vara lämpligt på fält med
 - o specialgrödor
 - o ojämna jordartsförhållanden
 - o stort behov av kalkning
 - o tillförsel av organiska gödselmedel utan regelbunden uppföljning med växtnäringsbalanser
 - o lättare jordar, kopplat till pH och K
- Långt intervall kan vara aktuellt på fält med
 - o jämna jordartsförhållanden
 - o regelbundna uppföljningar med växtnäringsbalanser
 - o användning av mineralgödsel eller en måttlig tillförsel av organiska gödselmedel

Analys

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagnings- intervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<p>pH Samtliga prov</p>	<p>Upplyser tillsammans med jordart och mullhalt om kalkbehov</p> <p>För bedömning av flera näringsämnen tillgänglighet (P, Mn m.fl.). Sockerbetor är en gröda känslig för lågt pH. Korn är känsligast av spannmålsslagen, men stora sortskillnader finns³⁾.</p> <p>Näringsämnen tillgänglighet vid olika pH-värden framgår av bild i t.ex. Brady⁴⁾.</p>	<p>Optimalt växtnäringsjordar med < 6 % mull vid pH 6,0–6,5, beroende på lerhalt; högre pH-värde vid högre lerhalt.</p> <p>Med ökande mullhalt är pH-kravet för att uppnå optimalt växtnäringsutnyttjande 0,2–1,0 pH-enheter lägre.</p> <p>Vid sockerbetsodling bör pH-värdet vara 0,5 pH-enhet högre än vid annan odling på samtliga jordar.</p>	<p>Vid varje omkartering. Tätare vid lågt pH eller frekvent användning av surgörande gödselmedel. Även aktuellt vid uppföljningskartering.</p> <p>Det är viktigt att utföra omkartering vid samma tidpunkt på året som grundkarteringen. Särskilt viktigt är detta för pH-analysen</p>	
<p>Fosfor – lättlöslig (P-AL) Samtliga prov</p>	<p>För bedömning av behov av fosforgödsling. Känsligaste jordbruksgrödorna är sockerbetor och potatis.</p>	<p>Fosforhalt, mg P/100 g: klass I: < 2,0 klass II: 2,1–4,0 klass III: 4,1–8,0 klass IV A: 8,1–12,0 klass IV B: 12,1–16 klass V: >16</p> <p>Vid höga pH-värden kan fosforinnehållet överskattas med denna metod.</p>	<p>Vid varje omkartering. Även aktuellt vid uppföljningskartering.</p>	
<p>Kalium – lättlösligt (K-HCl) Samtliga prov</p>	<p>För bedömning av behov av kaliumgödsling. Störst risk för brist på lätta jordar och mulljordar samt vid intensiv vallodling.</p>	<p>Kaliumhalt, mg K/100 g: klass I: < 4,0 klass II: 4,1–8,0 klass III: 8,1–16,0 klass IV: 16,1–32,0 klass V: >32</p>	<p>Vid varje omkartering. Även aktuellt vid uppföljningskartering.</p>	
<p>Magnesium – lättlösligt (Mg-AL) Om analysresultatet erhålls från laboratorium utan extra kostnad rekommenderas analys på samtliga prov. Annars på vart 3:e och 5:e prov.</p>	<p>För bedömning av behov av Mg-gödsling. Jordar med risk för brist är mullfattiga sandjordar med lågt pH, organogena jordar och jordar med höga K-AL-tal. Sockerbetor och potatis är känsliga för brist.</p>	<p>4–10 mg/100 g beroende på jordart. Den lägre siffran är nedre gräns för jordar med låga och den högre är nedre gräns för jordar med höga lerhalter.</p>	<p>Vid varje omkartering.</p>	
<p>Kalium/Magnesium-kvot Beräknas på basis av K-AL och Mg-AL</p>	<p>För bedömning av Mg-gödslingsbehov och under vissa förhållanden K-gödslingsbehov. För stor mängd K i förhållande till Mg kan leda till Mg-brist och tvärtom.</p> <p>Vallfoder till idisslare med för lågt Mg-innehåll kan leda till stall- och beteskramp m.m.</p>		<p>Vid varje omkartering.</p>	

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<p>Kalcium – lättlösligt (Ca-AL)</p> <p>Om analysresultatet erhålls från laboratorium utan extra kostnad, rekommenderas analys på samtliga prov. Annars efter rådgivares bedömning.</p>	<p>Framför allt för bestämning av basmättnadsgraden. Se kalkbehovsberäkning.</p> <p>För sockerbeter finns ett samband mellan Ca-AL och risken för angrepp av <i>Aphanomyces cochlioides</i>.</p>	<p>På jord med gott kalktillstånd är brist ovanlig. Störst risk för brist på mulljord och lätta jordar³⁾.</p> <p>Känsliga grödor är vallbälväxter och potatis (rostfläckighet: minst 70 mg per 100 g jord för måttligt känsliga sorter, 100 mg per 100 g för känsliga sorter).</p> <p>För sockerbeter bör Ca-AL vara högre än 250 mg/100g jord för att minska risken för angrepp av <i>A. cochlioides</i>.</p>	Vid varje omkartering.	
<p>Kalium – förråd (K-HCl)</p> <p>Användningsområdet avgör analysbehov och -frekvens.</p>	Ger en uppfattning om markens kaliumförråd, vilket även speglar lerhalten. Stabiliteten i K-AL kan bedömas med hjälp av värdet på K-HCl.	Kaliumhalt, mg K/100 g: Klass 1: < 50 Klass 2: 51–100 Klass 3: 101–200 Klass 4: 201–400 Klass 5: > 400	I huvudsak endast aktuellt vid nykartering.	
<p>Koppar – förråd (Cu-HCl)</p> <p>Vart 5:e prov på mullfattiga lätta jordar samt mulljordar. Cu-HCl erhålls ur samma extrakt som K-HCl.</p>	För bedömning av Cu-gödslingsbehov. Koppar är lättast tillgängligt vid pH 5–6. Brist uppstår främst på mull- och sandjordar. Känsliga grödor är korn, havre och vete ³⁾ .	6–7 mg/kg jord	Främst aktuellt vid nykartering. Vid låga värden bör ny analys göras vid omkartering.	
<p>AI-AS-metoden</p> <p>Modifierad enligt Ståhlberg⁶⁾, komplement för att bedöma behovet av kalkning.</p>	Används på mycket mullrika jordar och mulljordar om pH-värdet är minst 5,1.	Gränsvärdet är 1 mg AI-AS/100 ml jord vilket motsvarar 11–19 mg/kg jord beroende på volymvikt.		
<p>Mullhalt</p> <p>Mullhalten beräknas på basis av glödningsförlust och lerhalt.</p> <p>Användningsområdet avgör analysbehov och -frekvens. Se t.ex. kalkbehovsberäkning.</p>	Ger uppfattning om jordens basutbyteskapacitet, potential för kväveminerisering, brukningsegenskaper och dosering av jordherbucid. Mullhalt används för kalkbehovsberäkning.	Mullfattig (mf) mindre än 2 % Något mullhaltig (nmh) 2–3 % Måttligt mullhaltig (mmh) 3–6 % Mullrik (mr) 6–12 % Mycket mullrik (mkt mr) 12–20 % Mineralblandad mulljord (t.ex. sa M el. I M) 20–40 % Mulljord (M) mer än 40 %		
<p>Volymvikt</p> <p>På alla prov med en mullhalt över 12 %.</p> <p>Volymvikten kan beräknas approximativt med hjälp av t. ex. mullhalt eller mätas direkt⁸⁾.</p>	För att kunna ge gödslingsråd för mulljordar och mycket mullrika mineraljordar (mer än 12 % mull).	Normal volymvikt i mineraljord är 1,25 kg/l. Om värdet är lägre kan det vara aktuellt att justera rekommendationen för gödsling.		

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagnings- intervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
Lerhalt Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod. Lerhalt kan mätas med t.ex. sedimentationsmetoden.	Ger information om jordens bruknings-egenskaper, behov av kalium- och magnesiumgödsling och risk för utlakning av växtnäringsämnen.	< 5 %: lerfria och svagt leriga jordar 5–15 %: leriga jordar 15–25 %: lättleror 25–40 %: mellanleror 40–60 %: styva leror > 60 %: mycket styva leror	Lerhalten förändras ej.	
Jordart – mekanisk analys Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod. Analyseras på utvalda punkter som antas representera olika jordartsområden.	Jordens sammansättning med avseende på mineraldelens partikelfraktioner (ler, mjåla, mo och sand) och mullhalt.		Denna analys behöver inte upprepas. Jordarten förändras ej.	
Kalkbehovsberäkning En standardmetod är beräkning med utgångspunkt från pH, mullhalt och lerhalt.	Metoder för att bestämma mängden kalk (ton CaO per ha) som behöver tillföras för att uppnå lämpligt pH eller lämplig basmättnadsgrad.	Målnivå: pH 6,0 på lätta jordar och pH 6,5 på lerjordar. På mullrika jordar 0,2–1,0 enheter lägre. Vid sockerbetsodling bör värdena ligga 0,5 enhet högre på samtliga jordar.		
Kadmium (Cd) Delprov från samtliga jordprov från maximalt 15 ha enligt kontraktsregler. Upps lutning av 5 g jord i 7 M salpetersyra enligt SS-028311.	Prov tas för bedömning av risk för höga Cd-halter i skördeprodukten. I de fall där Cd-halten befaras vara hög på del av arealen bör analysen omfatta mindre områden än 15 ha.	Enligt kontrakt finns en högsta gräns på 0,30 mg/kg. Växttillgängligheten ökar vid pH-värden < 6. Art- och sortskillnader finns i upptag: vårvete > höstvete > havre > korn > råg.	Prov tas enligt kontraktsregler.	Delprov tas ut på laboratoriet enligt provtagarens anvisningar efter provberedning och homogenisering.
Kadmium (Cd) och övriga tungmetaller På fält där höga halter befaras och slamspridning planeras.	Om det kan antas att gränsvärden överskrids ⁷⁾ ska markens metallhalter kontrolleras innan avloppsslam sprids.	Tungmetaller (enligt SNFS 1994:2): bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink.	Före spridning av avloppsslam.	Provet ska bestå av minst 0,5 l, uttaget med 25 borrstick på en areal som maximalt representerar 5 ha ⁷⁾ .
Kadmium (Cd) och fosfor (P) På fält där slamspridning planeras.	Om det inte kan antas att gränsvärden överskrids ⁷⁾ .	Cd-analys enligt SNFS 1994:2.	Före spridning av avloppsslam för att tillgodose reglerna för slamcertifiering.	Provtagning enligt ovanstående ruta, men provet får representera 15 ha.
Mineralkväve Separat provtagning med speciella borrar. Proverna fryses. Provtagning sker lämpligen till 60 cm djup.		Mineralkväve (NH ₄ -N+ NO ₃ -N).		Provtagningen måste ske på ett sådant sätt att delar av djupet 0–60 cm inte blir över- eller under-representerade.

- 1) Lindén, B. 2008. Erforderligt antal borrstick vid jordprovtagning. Rapport till markkarteringsrådet 2000–01–19. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU.
- 2) Wiklander, L. 1976. Marklära. 1976. LHS Uppsala.

- 3) Aasen, I. 1986. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyringer hos kulturplanter: årsaker – symptom – rådgjerder. Landbruksforlaget Oslo.
- 4) Brady, N.C. & Weil, R.R. 1999. The nature and properties of soils. 12th ed. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River.
- 5) Kjellquist, T. 1998. K/ Mg-kvoten. Växtpressen nr 3 1998.
- 6) Ståhlberg, S. 1982. Estimation of Requirement of Liming by Determination of Exchangeable Soil Aluminium. Acta Agric. Scand. 32:4, 357–367.
- 7) SNFS 1994:2. Statens naturvårdsverks föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Naturvårdsverket.
- 8) Mulljordar och mycket mullrika jordar (över 12 % mull) har betydligt lägre volymvikt än en mineraljord. Eftersom analyserna av växttillgänglig näring (t ex P-AL och K-AL) anges i mg/100 g lufttorr jord behöver de värdena räknas om vid låga volymvikter för att inte överskatta mängden näring i marken. Volymvikten kan mätas direkt genom en provtagning med cylindrar med känd volym. Det går också att beräkna volymvikten genom att använda funktioner baserade på mullhalt och ofta även information om textur, t ex enligt
Volymvikten (kg/l) = $1,9305 \cdot \text{mullhalt (\%)}^{-0,3157}$ (Lindén, B., personligt meddelande). Om volymvikten t ex är 20% lägre än den vi brukar räkna med för mineraljord så behöver man även minska P-AL och K-AL med 20%.



Jordbruksverket

551 82 Jönköping

Tfn 0771-223 223 (vx)

E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se

www.jordbruksverket.se

ISSN 1102-8025 – JO25:7