

ØKOLOGISK KREDSLØBSLANDBRUG

Guidelines for landmænd og rådgivere



Guidelines ERA landbrug



Economic guidelines



Marketing guidelines



Gård eksempler

Bind I: GUIDELINES ERA LANDBRUG

Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling, Artur Granstedt



Baltic Sea Region
Programme 2007-2013

Part financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)



BERAS implementation
Baltic Ecological Recycling
Agriculture and Society

Baltic ECOLOGICAL RECYCLING AGRICULTURE and Society

BERAS Implementation projektet (2010 - 2013) består af et netværk af gårde og sociale initiativer med fokus på hele fødevarekæden fra landmand til forbruger. Netværket er etableret for at opnå en god miljøtilstand i Østersøen. Det transnationale projekt er primært finansieret af Den Europæiske Union og Norge i The Baltic Sea Region Programme 2007 – 2013.

Økologisk Kredsløbslandbrug er baseret på lokale og fornybare ressourcer, og har potentiale til at

- reducere kvælstofoverskuddet med mere end 50%
- reducere fosforoverskuddet markant
- undgå syntetiske pesticider og øge den naturlige kontrol af skadedyr gennem diverse sædskifter
- reducere udledningen af drivhusgasser gennem lavt input af eksterne ressourcer og øget kulstofbinding
- forbedre jordens frugtbarhed og naturens kvælstof-reserver ved anvendelse af bælgplanter
- beskytte biodiversiteten
- styrke den regionale fødevareforsyning
- styrke udviklingen af landdistrikterne i Østersø-regionen.

En ERA-gård (ERA = Økologisk Kredsløbslandbrug) er en økologisk gård, som er underlagt de europæiske økologi-regler (EF nr. 834/2007) samt følgende yderligere krav:

Sædskifte: Mindst 30 % bælgplanter

Balance mellem husdyr og jord: 0.5 - 1.0 dyreenheder per ha

Selvforsyning: Mere end 80% selvforsyning med foder og gødning

Genanvendelse: Effektiv genanvendelse af næringsstoffer indenfor gården eller i samarbejder mellem gårde.

Hvad betyder BERAS?



Økologisk Kredsløbslandbrug Vejledning til landmænd og rådgivere

Guidelines for Økologisk
Kredsløbslandbrug indeholder

Bind 1	Guidelines ERA landbrug
Bind 2	Economic Guidelines <i>(kun på engelsk)</i>
Bind 3	Marketing Guidelines <i>(kun på engelsk)</i>
Bind 4	Gård eksempler



Kolofon

Redaktion	Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling, Johannes Hufnagel, Artur Granstedt
Medlemmer af Guidelines arbejdsgruppen	Artur Granstedt (SE), Karin Stein-Bachinger (GE), Henning Hervik (DK), Helle Reeder (SE), Jaroslaw Stalenga (PL), Wijnand Koker (SE), Moritz Reckling (GE), Johannes Hufnagel (GE). Gruppen har modtaget hjælp fra projektpartnere og associerede partnere i Beras Implementation Projektet.
Layout og illustrationer	© 2013 Nikola Acuti, Berlin, www.gruenegrafik.de
Oversættelse til dansk	Sivert Reidar Hervik, Maren Korsgård, Henning Hervik, Leif Bach Jørgensen
Dansk layout	Birgitte Fjord Grafisk design

Tekster, som er fremhævet med grøn tekst, refererer til et andet kapitel eller en anden bog.

Alle oplysninger, som er indeholdt i denne bog, er sammensat af forfatterne efter bedste formåen, og er desuden gennemgået af eksterne eksperter. Alligevel kan der forekomme fejl og mangler. Alle oplysninger er givet uden nogen forpligtigelser eller garantier fra forfatternes side.

Bogen og al indholdet er beskyttet af Copyright. Materialet kan frit reproduceres og anvendes med reference til forfatterne og Det Økologiske Råd.

BERAS Implementation projektet er delvist finansieret af EU via Baltic Sea Region Programme. Dansk deltagelse i projektet og dansk oversættelse og layout af denne bog er medfinansieret af Promilleafgiftsfonden for Landbrug.

Første udgave august 2013

ISBN 978-87-92044-56-3

Henvendelse vedr. denne publikation kan ske til:

Det Økologiske Råd
Blegdamsvej 4B,
2200 København
Tel. +45 3315 0977
Email: leif@ecocouncil.dk
www.ecocouncil.dk

Økologisk Rådgivning
Fulbyvej 15, 4180 Sorø
Email: hhe@ecoadvice.dk

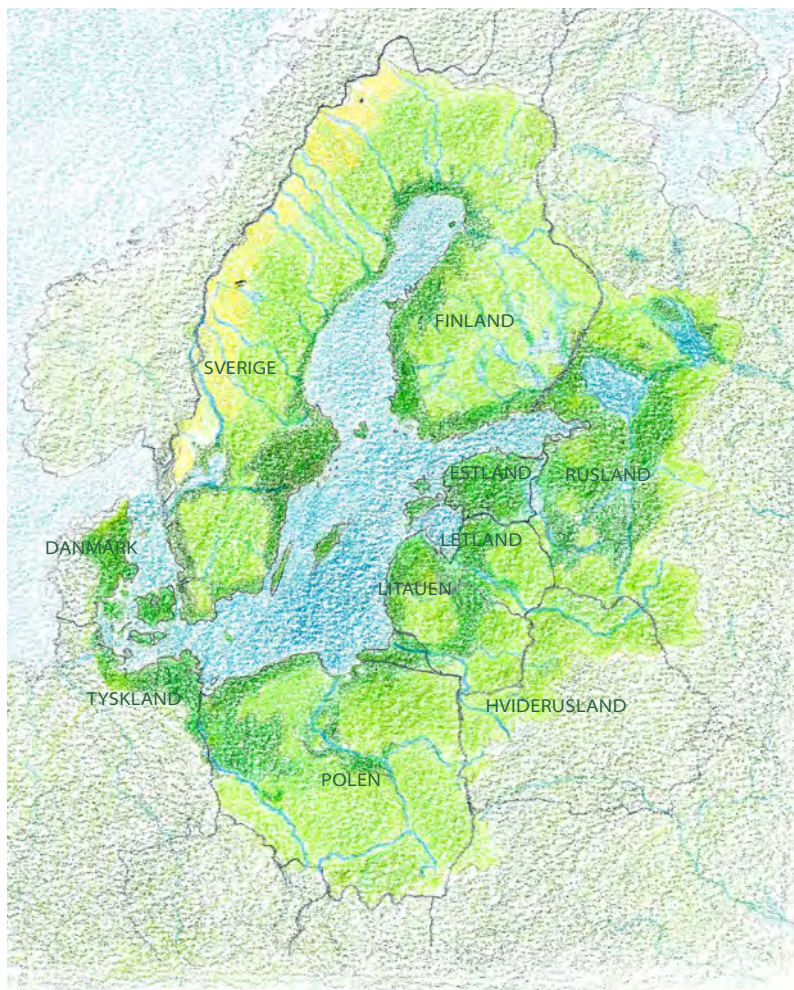
Se mere om Beras
Implementation projektet
på www.beras.eu eller
www.ecocouncil.dk

Bind 1 Guidelines ERA landbrug

Indhold

Redning af Østersøen	5
Jordbundens frugtbarhed	7
Sædskifte	15
Bælgplanter	27
Legumes	39
Husdyrgødning	51
Husdyrhold	63
Plantebeskyttelse	79
Fosfor	89
Gård samarbejde	97
 <i>På engelsk</i>	
ERA Software Tools	107
Nitrogen budget calculator	109
Legume estimation trainer	115
ROTOR – Organic crop rotation planner	123
Appendices	131
References	131
List of abbreviations	134
Addresses of editors and authors	135
Project partners	136

Vandoplandet til Østersøen



Fremtiden for BERAS-projektet

Som en udløber af Beras Implementation-projektet har partnerne i 2013 indgået en ny Netværksaftale for at videreudvikle BERAS og fastholde konceptet i Østersøområdet og for at bygge alliancer med initiativer i andre dele af verden.

Forord

Trods en række forskellige foranstaltninger aftager eutrofieringen af Østersøen ikke, og modstandsdygtigheden for flere økosystemer er i fare. I denne situation er "business as usual" ikke en mulighed. Nye metoder er nødvendige for at skabe et sikkert råderum inden for de miljømæssige rammer.

Modstandsdygtigheden i vores økosystem er i fare

BERAS udvikler og implementerer praktiske eksempler, hvor innovation, iværksætteri og et multisektorielt engagement omsættes til realistiske, fuldt integrerede økologiske alternativer for hele fødevarekæden – fra landmand til forbruger. BERAS-projektet er udviklet gennem to transnationale projekter, BERAS (2003 – 2006) og BERAS Implementation (2010 – 2013), som er primært finansieret af EU via Baltic Sea Region Programme. Projektet har partnere fra ni lande omkring Østersøen (Sverige, Danmark, Tyskland, Polen, Hviderusland, Lithauen, Letland, Estland og Finland) samt Rusland og Norge. Projektet inkluderer nationale og lokale myndigheder, universiteter og forskningsinstitutioner, rådgivningstjenester, økologiske og miljøorienterede NGO'er, landbrugsorganisationer, aktører i fødevarekæderne, samt finansielle institutioner.

BERAS – baggrund og hovedkoncepter

Konceptet for Økologisk Kredsløbslandbrug, ERA (Ecological Recycling Agriculture) er baseret på mange års forskning og studier, om hvorledes økologisk landbrug kan organiseres, så det bliver fuldt ud bæredygtigt og miljøvenligt. Økologisk Kredsløbslandbrug har demonstreret sit potentiale til at begrænse kvælstoftabet fra gårdene, øge kvælstofbindingen i jorden og mindske klimaeffekten samt forbedre biodiversiteten og jordens frugtbarhed. BERAS har også med succes introduceret fuldt integrerede eksempler på lokale bæredygtige Fødevarenetværk (Sustainable Food Societies, SFS) i alle lande i Østersøregionen. Forbrugerkonceptet "Diet for a clean Baltic" tilbyder en bæredygtig livsstil med rigelig og god mad uden skadevirkning for miljøet i Østersøen og de miljømæssige tålegrænser.

Guidelines-bøgerne om Økologisk Kredsløbslandbrug fokuserer på landmændenes arbejde. De er resultatet af et tværnationalt samarbejde i Østersøregionen mellem landmænd, rådgivere og forskere. Vi håber med disse guidelines at give mod til og hjælpe konventionelle landmænd til at lægge om til Økologisk Kredsløbslandbrug. På samme tid vil vi hjælpe Økologiske landmænd til at optimere deres bedrifter i retning af det Økologiske Kredsløbslandbrug.

Guidelines for landmænd og rådgivere

Vi ønsker at takke alle bidragsydere til disse guidelines for deres dedikation til arbejdet, og også en tak til koordinatoren, Dr. Karin Stein-Bachinger på Leibniz-Centre for Agricultural Landscape Research i Tyskland.



Artur Granstedt,
Associeret professor, Projekt koordinator



Jostein Hertwig,
Advokat, Leder af BERAS-sekretariatet



REDNING AF ØSTERSØEN

Af Artur Granstedt og Karin Stein-Bachinger

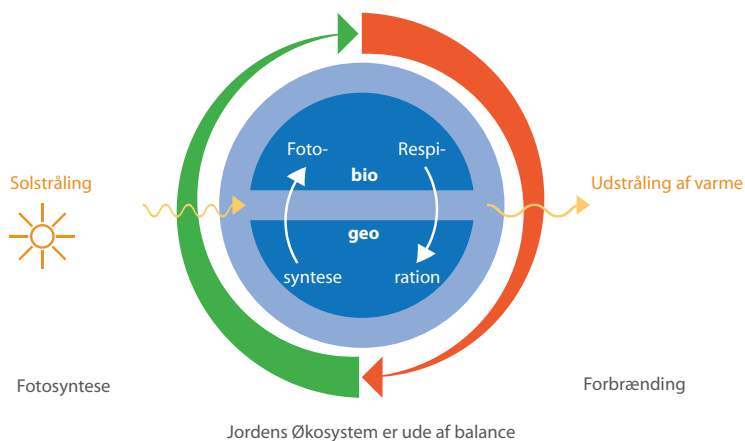
Hovedformål	8
Østersøens økologiske tilstand	9
Landbrugets nuværende situation	10
Fremtidige scenarier	12
Principperne for Økologisk Kredsløbslandbrug	13
Gårdeksempel – Næringsstof recirkulering	14

Hovedformål

Globale aspekter

Den energi, der strømmer fra solen, næringsstoffer og organisk materiale og diversiteten af interagerende levende organismer giver os luften vi indånder, vandet vi drikker og maden vi spiser. Fødsel og død vokser på og ind i hinanden. I et afbalanceret økosystem er dannelsen af organiske stoffer gennem planternes fotosyntese i ligevægt med nedbrydningen og forbrændingen af organisk materiale. Vores fremtid er nu truet, fordi nedbrydningen og forbrændingen af fossile brændstoffer overstiger planternes syntese ^[24, 1].

Basale økologiske forhold ^[24, compare 1] energistrøm, recirkulering og biologisk diversitet



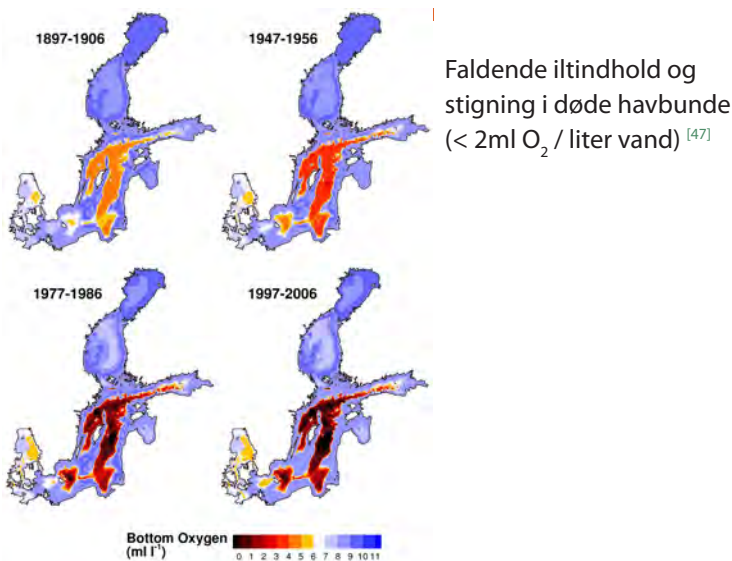
Hvad kan vi gøre?

Uden recirkulering i landbrug og andre sektorer vil ikke-fornybare ressourcer omsættes og frigives til miljøet med stigende forurening til følge. Det voksende globale overskud af kuldioxid og andre drivhusgasser i atmosfæren og det regionale overskud af kvælstof og fosforforbindelser i jord- og vandsystemer er sammen med stigende mængder af giftige kemikalier vor tids udfordring.

Økologisk landbrug og livsstilsforandringer kan hjælpe os med at møde disse udfordringer – men vi må handle nu! Målet med BERAS Implementation projektet, som disse vejledninger er en del af, er at støtte aktiviteter indenfor landbrugssektoren, der bidrager til at genoprette økologisk balance gennem omlægning til ERA-landbrug, inklusiv den samlede fødekæde fra landmand til forbruger.

Østersøens økologiske tilstand

Østersøen er et enestående marint område. Tabet af kvælstof og fosfor ved udvaskning og erosion er primære kilder til eutrofieringen af bække, søer og i sidste ende havet. Der stimulerer de væksten af alger, hvilket fører til såkaldt algeopblomstring. Når algerne dør i efteråret opbruger deres nedbrydning den tilgængelige ilt i vandet. Udtømningen af vandets iltindhold fremmer organismer, der frigiver svovlbrinte, som dræber mange fisk og vandlevende organismer. Dette resulterer i døde områder i havbunden, der tiltager hvert år. Svovlbrinte dannes nu i store områder – tæt ved 70.000 kvadratkilometer ^[1].



Østersøen er afvandingsområde for Sverige (25 %), Finland (19 %), Polen (18 %), Rusland (17 %), Hviderusland (5 %), Letland (4 %), Litauen (4 %), Estland (3 %), Danmark (2 %), Tyskland (2 %), Norge (1 %), og Ukraine (1 %). En samlet befolkning på 85 millioner mennesker lever i dette land-område. Det består af 160 millioner ha, hvoraf 30 millioner er opdyrket land. Landbrug er ansvarlig for omkring 50 % af både kvælstof- og fosfor-udvaskningen til Østersøen.

Gennem tre årtier har Helsinki Kommissionen (HELCOM) arbejdet for at beskytte Østersøens marine miljø fra samtlige forureningskilder, gennem et internationalt samarbejde mellem landene i afvandingsområdet ^[42]. The HELCOM Baltic Sea Action Plan aims at restoring the good environmental status of the Baltic marine environment by 2021 (www.helcom.fi) (se ^[1] pp 49).

Afvandingsområde

HELCOM

Landbrugets nuværende situation

I Sverige dominerer specialiserede planteavlsbedrifter landets frugtbare områder. På disse gårde tilføres i gennemsnit 150 kg kvælstof (N) per ha og år. Dette er hovedsageligt i form af kunstgødning produceret ved hjælp af fossile energikilder (omkring 1 kg olie per kg N og den medfølgende udledning af drivhusgasser fra Haber Bosch processen). Afkastet fra dette input er i gennemsnit 100 kg N/ha i afgrødeproduktionen, hvilket medfører et overskudstab til omgivelserne på 50 kg N/ha årligt. Tallet er baseret på officielle statistikker fra det nationale program for bevaring af næringsstoffer "greppa näringen" i Sverige med mere end 1.000 gårde [1,2].

Selvom det ikke er denne type bedrift, der har de højeste tab af kvælstof og fosfor, der løber ud i Østersøen, er det her forudsætningerne for de høje tab skabes. Størstedelen af afgrødeproduktionen afsættes via foderstofindustrien til specialiserede husdyrbedrifter, hvor store næringsstofoverskud ophobes og tabes til atmosfæriske og akvatiske systemer i stedet for at recirkuleres (op til 130 kg N/ha) [1,2].

De specialiserede planteavlsbedrifter er afhængige af det årlige input af kunstgødning med makronæringsstofferne kvælstof, fosfor og kalium for at kompensere for outputtet. Som illustreret nedenfor produceres der hovedsageligt korn. Omkring 80 % af alt korn der produceres sælges gennem foderstofindustrien til specialiserede husdyrbedrifter.

Specialiserede planteavlsbedrifter [1]

Input, output og overskud af kvælstof (kg/ha og år)

Gennemsnit: 563 gårde 2001 - 2006, data fra Swedish board of agriculture report 2008: 25 (Jordbruksverket)



Husdyrproduktionen er hovedsageligt koncentreret i det sydlige Sverige, Danmark og det central-vestlige Finland. Specialiserede husdyrbedrifter har et antal dyreenheder pr. ha, der er to til tre gange højere end det, der kan baseres på gårdens egen foderstofproduktion. Som et resultat heraf er produktionen af husdyrgødning langt højere, end hvad der kan anvendes i gårdens egen afgrødeproduktion. Plantenæringsstoffer i det husdyrfoder, der produceres på specialiserede planteavlsbedrifter, eksporteres til stadigt færre men mere intensive husdyrbedrifter, hvor overskuddet akkumuleres og til slut fører til et tab til omgivelserne (et lineært flow).

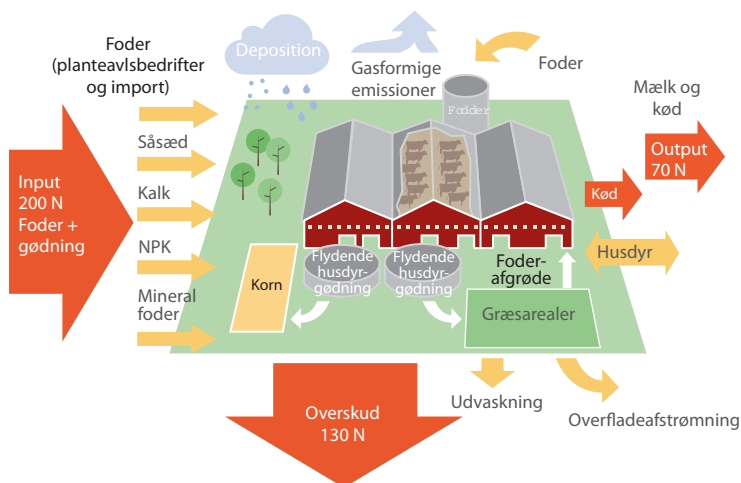
En del af foder inputtet importeres desuden fra andre lande med alvorlige følger for miljøet, så som afskovning for at skabe plads til soja- og palmeolieproduktion. Husdyrbedrifter med græsarealer køber også kunstgødning på trods af et overskud af husdyrgødning.

Data fra 701 gårde ^[1, 2] præsenteret i eksemplet nedenfor viser et gennemsnitligt overskud på mælkebedrifter på 130 kg N/ha og 3 kg P/ha per år. Det stigende antal dyreenheder per. ha resulterer i stigende overskud af kvælstof og fosfor. Det er denne type bedrift, der bidrager mest til landbrugets ansvar for en vigtig del af kvælstof og fosfor forureningen af Østersøen.

Specialiserede husdyrbedrifter ^[1]

Input, output og overskud af kvælstof (kg/ha årligt)

Gennemsnit: 701 mælkebedrifter 00-006, data fra Swedish board of agriculture report 2008: 25



Fremtidige scenarier

Hvis de nye EU stater Estland, Letland, Litauen og Polen når samme niveau af næringsstofoverskud som Sverige, Finland og Danmark, vil overskuddet og den totale belastning af Østersøen stige med mere end 50 % ^[2, 3].

Længerevarende markforsøg og evaluering af næringsstof forandringer på gårde viser, hvordan det er muligt at øge jordbundens frugtbarhed og naturlige produktionskapacitet gennem en høj-produktiv, moderne, økologisk landbrugspraksis baseret på lokale og fornybare ressourcer – Økologisk Kredsløbslandbrug (ERA) – ved at etablere en gennemgående forbindelse i hele fødekæden fra landmand til forbruger ^[1].

Effekter af ERA

ERA resulterer i et mere end 50 % lavere kvælstofoverskud per ha og lavere udledning af drivhusgasser sammenlignet med konventionelt landbrug ^[2,3]. Tab af fosfor vil næsten ikke forekomme, samtidig med at belastningen af syntetiske pesticider er helt væk. Lave input af eksterne ressourcer skaber en reduktion i udledningen af drivhusgasser. Forbedring af så vel jordbundens frugtbarhed som biodiversitet er også veldokumenterede ^[1,3,12,50].

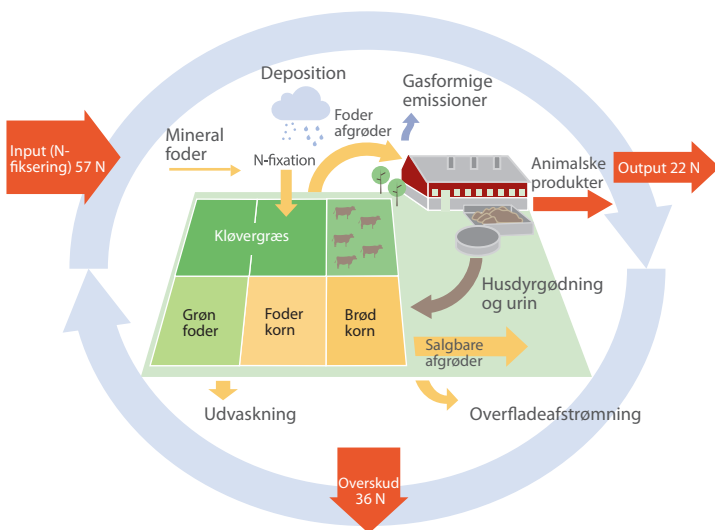
Økologisk Kredsløbslandbrug indebærer ikke at vi trækker os tilbage til illusionen fra idylliske billeder fra for 100 år siden – denne er tabt for altid. Til gengæld betyder det at vi – med den fulde teknologiske og biologiske viden vi besidder i dag – kan genskabe et landbrug baseret på de underliggende forhold, der er nødvendige for at opretholde et økosystem og muliggøre velinformeret menneskelig deltagelse i fremtiden.



Principperne for Økologisk Kredsløbslandbrug

Økologisk Kredsløbslandbrug (ERA) er baseret på recirkuleringsprincippet fra økologisk landbrug i kombination med et **varieret sædskifte** med en høj andel af symbiotiske kvælstoffikserende **bælgplanter** som kløvergræs, andre foderafgrøder og salgbare fødevareafgrøder. ERA-gårde har en god balance mellem afgrøder og husdyrproduktion med et antal dyreenheder tilpasset gårdens egen foderproduktion. Maksimalt 20 % af foderet må importeres fra andre gårde, hvis målsætningen om 50 % lavere tab af kvælstof per ha sammenlignet med gennemsnitlige konventionelle landbrug skal realiseres ^[1].

Skematisk illustration af Økologisk Kredsløbslandbrug (ERA) ^[1]



Den indre cyklus viser hovedstrømme af næringsstoffer og organisk materiale mellem jordbund, stald og afgrøder ^[1]. Væsentlige elementer i **sædskiftet** er **bælgplanterne** i f.eks. kløvergræs. Som humus opbyggende afgrøder opretholder de en **frugtbar jordbund** og kvælstofforsyning til den efterfølgende afgrøde og er gavnlige for **plante-beskyttelse**. En stor andel af høsten fra gården fodres i gårdens dyr. På ERA-gårde spiller **drøvtyggere** en hovedrolle, da de kan fordøje cellulose, hvilket medfører at de kan fodres med afgrøder, der ikke kan anvendes til menneskeføde. Deres **gødning** føres tilbage til jorden og bidrager til dens frugtbarhed.

Gårdeksempel – Næringsstof recirkulering

Dette gårdeksempel beskriver afgrødefordeling, sædskifte og dyrehold på den biodynamiske forsøgsgård Skilleby i Järna, Sverige, som er repræsentativ for gennemsnittet af de undersøgte Økologiske Kredsløbslandbrug (ERA) ^[2, 3].

Antallet af dyr er tilpasset gårdens foderproduktionskapacitet (0,6 dyreenhed per ha). Dette svarer til det antal dyr det gennemsnitlige landbrug har per ha og hænger sammen med vores indtag af animalske produkter i Europa (2/3 af protein indtaget). På denne gård er det baseret på drøvtyggere. Resten af den dyrkede jord på gården (16 %) anvendes til dyrkning af konsumafgrøder, hovedsageligt brødkorn, men også til gartneriafgrøder. Det er vigtigt at bemærke, at staldgødningen på denne ERA-gård også anvendes til biogasproduktion i et unikt to-trins biogasanlæg, inden det genanvendes til gødning. Materialet til biogasproduktionen kan også indeholde økologisk storkøkkenaffald og derved øge indholdet af recirkulerede næringsstoffer.

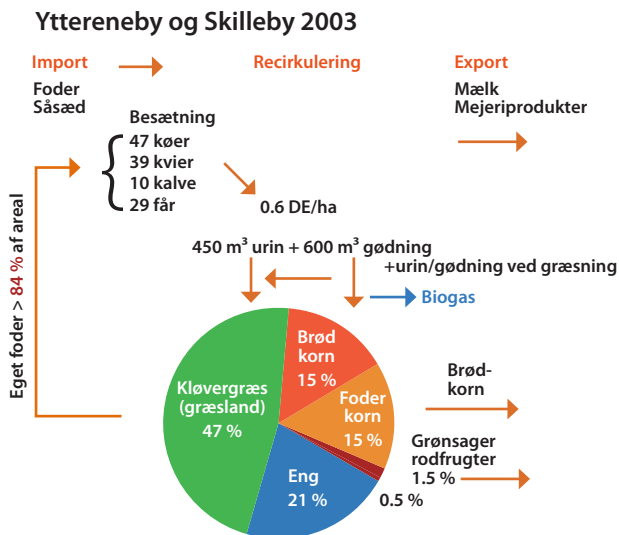
Eksempel på Økologisk Kredsløbslandbrug/ ERA

Prototype gård

Prototype gården Yttereneby – Skilleby i Järna, Sverige

Antallet af dyreenheder er tilpasset gårdens foderproduktionskapacitet. I dette tilfælde foderafgrøder på 84 % og konsum- og gartneriafgrøder på 16 % af gårdens dyrkede areal og et husdyrhold på 0,6 dyreenhed per ha (gennemsnittet for svensk og europæisk madforbrug) ^[1].

Dyrket land	ha		Sædskifte
Sædskifte	106	År	1 Vårsæd og efterafgrøde
Vedvar. græs	29	2	Kløvergræs I
Grønsager		3	Kløvergræs II
Rodfrugter	2	4	Kløvergræs III
Total	137	5	Vintersæd
Natur	25		





JORDBUNDENS FRUGTBARHED

Af Karin Stein-Bachinger

Betydningen af frugtbar jord	16
Principperne bag jordens frugtbarhed	17
Funktioner og nytte af jordbundens organiske bestanddele	18
Vedligehold og forbedring af frugtbarheden	20
Vurdering af jordbundens frugtbarhed	22
Humusbalancer	24
Næringsstofbalancer	25

Betydningen af frugtbar jord

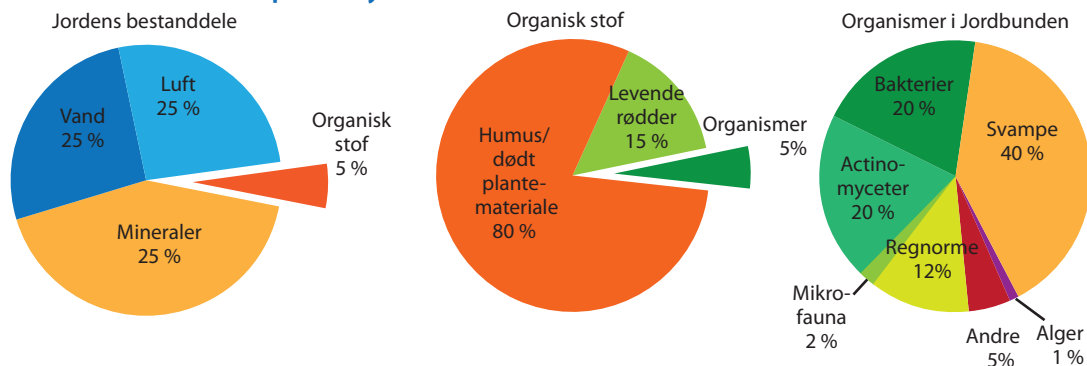
Jordbunden danner grundlaget for liv og er et enestående og komplekst system bestående af utallige levende organismer. Sammensat af organisk materiale, mineraler, vand og luft, understøtter jordbunden adskillige omsætningsprocesser. Kun omkring 11 % (1,5 milliarder ha) af klodens landareal (13,4 milliarder ha) er dyrkbart land, der kan anvendes til produktion af afgrøder^[34]. Derudover er permanente græsområder fødegrundlag for drøvtyggere (Husdyrhold). For at sikre fremtidig kapacitet til at producere fødevarer til Jordens stigende befolkning, er det essentielt at tage vare på den levende jordbund, der danner grundlag for en bæredygtig fødevarereproduktion.

Landbrugssystemer med en høj andel af monokulturer med enårige afgrøder, overgræsning og/eller intensiv brug af skadelige kemikalier fører til nedbrydning og forringelse af frugtbare jorde. Erstatning af tabt, dyrkbar jord og græsningsområder ved rydning af nye skovområder, er en af de større kilder til stigende udledninger af drivhusgasser, der bidrager til den globale opvarmning.

Multifunktionalitet

Udover at jordbunden fungerer som naturligt levested og en kilde til næringsstoffer, er jordbundens frugtbarhed essentiel for beskyttelsen af vores vandressourcer. Desuden har jordbunden kapacitet til at fungere som kulstofdræn og derved bidrage til at reducere udledningen af drivhusgasser. Velimplementerede ERA-landbrugssystemer bidrager til opfyldelsen af flere nødvendige funktioner og økosystemydelser gennem vedligeholdelsen af vores vigtigste ressource: jordbunden

Jordbunden som komplekst system^[35]



En håndfuld jord indeholder flere levende organismer end der er mennesker på Jorden! Et nærmere kig på jordbunden viser et stort antal jordbundsorganismer som bakterier, svampe, regnorme o. lign., der lever af organisk materiale eller andre organismer i jorden, og udfører en række vitale processer dér. Særlige organismer er involverede i omsætningen af uorganisk materiale^[35].

Principperne bag jordens frugtbarhed

Jordens frugtbarhed kan ikke købes. Den er resultatet af kontinuerede interaktioner mellem levende og nedbrydende processer. Naturlige økosystemer er opbygget gennem den vedvarende cyklus af organismers liv og død, der danner jordbundens organiske bestanddele. I denne cyklus er fikseringen af kvælstof og kulstof særligt vigtige aspekter. Recirkuleringen og ophobningen af alle jordbundens organiske bestanddele gennem planterester og deres nedbrydning, sammen med en høj andel af jordbundsdannende organismer er nøglen til liv ^[35,36].



I et økosystem stærkt præget af menneskelig aktivitet, er det overordentligt vigtigt at opretholde en høj humusdannende formåen, for at forebygge forringelse af jordbunden. Med andre ord betyder dette, at dyrkbare jorde har brug for tilstrækkeligt med flerårige afgrøder for at sikre kvælstof- og kulstoffiksering. I ERA-landbrugssystemer er det nødvendigt at have omkring en tredjedel af **sædskiftet** udlagt med flerårige afgrøder som kløvergræs, for at kompensere for nedbrydningen af jordbundens organiske bestanddele og tilføre nok kvælstof på dyrkbart land (se **bælgfrugter**).

Langsigtet frugtbarhed påvirkes af samtlige driftsbeslutninger, hovedsageligt af **sædskifte** og jordbearbejdning, **husdyrhold** og recirkulering af **staldgødning** fra det foder, der produceres på gården.

Organiske bestanddele inkluderer alt dødt plante-, animalsk- og mikrobielt materiale i og på jorden og deres organiske omsætningsprodukter, afsondringer etc. **Humus** er slutproduktet af nedbrydningsprocessen i jorden (Humusdannelse) af dens organismer ^[9]. Det har en sort eller mørkebrun farve på grund af ophobning af organisk kulstof. Op til 80 % af de organiske bestanddele består af stabilt, inaktivt humus, omkring 20 % kan omsættes. Humustilvækst fører til kulstofberigelse, et fald medfører frigivelse af CO₂ til luften. Indholdet af dødt og levende organisk stof opgives som kulstofindhold (C_{org} in %).

Humus indholdet beregnes ved at gange kulstofindhold (C) med faktoren 1,7.

Humus i mineralsk jord indeholder omkring 58 % C:

$$1 \% C = 1.7 \% \text{ humus}$$

$$1 \% C = 45 \text{ t C/ha} = 80 \text{ t humus/ha i toplaget 0-20 cm}$$

$$C : N \text{ forhold } 10 : 1 = 4,500 \text{ kg N/ha}$$

Definition

Funktion og nytte af jordbundens organiske bestanddele

Kendetegnende for frugtbare jorde er deres stabile produktivitet, som er af stor betydning for landmænd, såvel som jordens evne til selvregulering f.eks. overfor plantesygdomme (patogener). Frugtbare jorde forsyner os med rent grundvand, fungerer som filter, stødpude og opsamler af skadelige stoffer, lagrer næringsstoffer og kulstof ^[36].

Det vejledende princip for økologisk landbrug har fra begyndelsen af 1920'erne været beskrevet ved den funktionelle kæde: sunde jorde – sunde planter – sunde dyr – sunde mennesker ^[36]. Humus danner grundlaget for vedvarende opbygnings og nedbrydningsprocesser og påvirker de fysiske, kemiske og biologiske jordbundsegenskaber. I ERA-landbrugssystemer er ligevægten af disse processer et hovedelement for bæredygtig produktion.

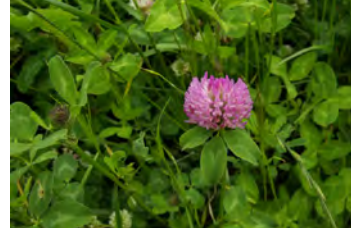


Jordbundens organiske bestanddele og humus ^[9]

- liv og struktur
- tilfører bl.a. næringsstoffer til jordbunden og dens mikroorganismer
- øger vandholdningskapaciteten
- forbedrer porøsiteten for så vel luft og vand og fremmer krumstruktur i tunge jorde
- hindrer udvaskning af næringsstoffer
- gør jorden mere stabil overfor erosion
- fremmer forårets plantevækst ved hurtigere opvarmning af jorden
- giver energibesparelser ved at lette jordbearbejdningen
- har en positiv klimaeffekt som CO₂ dræn.

CO₂ akkumulationskapacitet

Beregninger viser ^[15], at det er muligt at opnå kulstofakkumulation i jordbunden på op til 500 kg C/ha årligt, afhængigt af startindholdet og andelen af kløvergræs og andre humusdannende afgrøder i sædskiftet. Dette svarer til omkring 1,5 til 2,0 t CO₂/ha årligt.



Humusindhold og kvalitet

Jordbundens humusindhold er karakteriseret af organisk kulstof (C_{org}) og kvælstof (N_{org}). Forholdet mellem dem giver en indikation af humuskvaliteten. C:N forholdet i jorde varierer fra 10-12 (se husdyrgødning). Humusindholdet kan kun øges indenfor et bestemt forhold (det tager 40-60 år at øge kulstofindholdet i muldjorden med 1 %^[25]). Dyrkbare jorde indeholder 0,6-4,0 % kulstof. Ifølge Krydsoverensstemmelsesregulativerne i Tyskland bør der være et vist humusindhold, når det analyseres over en seksårig periode. Der kræves følgende humusindhold for forskellige jordtyper:^[18]:

Lerindhold < 13 %: 1 % humus (= 0.6 % C)

Lerindhold > 13 %: 1.5 % humus (= 0.9 % C)

Lerindhold > 25 %: > 2 % humus (= 1.2 % C)

Friske, døde planterester har et højere C : N forhold, mens nedbrydning fører til et lavere C : N forhold. Organisk materiale (fra planter eller husdyrgødning), der indarbejdes overfladisk eller deponeres på jordoverfladen giver føde til jordbundsorganismerne, øger gennemluftningen og den organiske aktivitet, hvilket fører til mobilisering af inaktive mineraler og gør dem tilgængelig for afgrøderne.

Jordbundsorganismernes aktivitet øger forvittringsprocessen, der efterfølgende påvirker mineraliseringsprocessen. Kort vækstperiode, høj nedbør eller tørke fører alle til en lavere mineraliseringshastighed. Jordbearbejdning og kalkning af surbundslande øger bakterieaktiviteten og kan formindske mængden af humus. Sædskifte med bælgplanter vedligeholder den gunstige mikrobielle balance og forbedrer derved jordens frugtbarhed.

På landbrugsland indeholder overfladelaget omkring 60 – 90 t humus per ha. Dette svarer til omkring 3.000 -6.000 kg N per ha. Under gunstige temperatur- og jordvandsforhold kan omkring 1 - 3 % af det organiske kvælstof sammen med andre næringsstoffer som fosfor, svovl og vigtige sporstoffer, der er bundet i de organiske bestanddele, blive plantetilgængelige gennem mineraliseringen^[27].

Beregningseksempel

Humusindhold på:		mineralisering af:
1.5 %	→	20 - 40 kg N/ha
3.0 %	→	40 - 80 kg N/ha





Vedligehold og forbedring af frugtbarheden

Anbefalinger

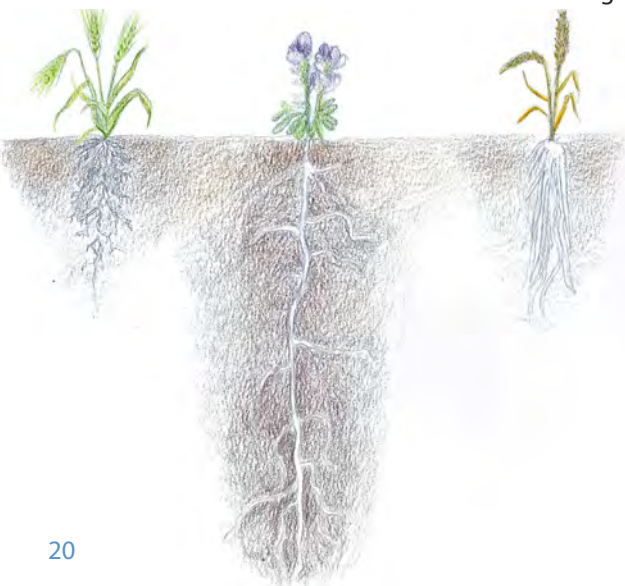
Samtlige driftsbeslutninger som **sædskifte** og jordbearbejdning, **husdyrhold** og **gødnings**håndtering påvirker jordbundens frugtbarhed i det lange løb. Positive effekter kan opnås ved ^[19, 9]:

- Omhyggelig planlægning af **sædskiftet** ved at medtage minimum 30 % græs i omdrift, baseret på **kløvergræs** blandinger som hovedafgrøden til humusopbygning. Balancering af forholdet mellem humuskrævende og frugtbarhedsopbyggende afgrøder er nødvendig (se eksempler på de følgende sider).

En nøgelfaktor ved forbedring af jordbundens frugtbarhed er den effektive roddybde for de dyrkede planter. Enårige afgrøder som kornsorter kan nå ned til 1,5 m roddybde, mens lucerne kan nå ned til 4 m hvis den dyrkes flerårigt. Rodhår har afgørende betydning for adgangen til kalium og andre vigtige næringsstoffer i jorden ^[37].

- Tilførsel af organisk materiale med grøngødning (efter- og dækafrøder) og **husdyrgødning** (staldgødning, flydende husdyrgødning, kompost). Afgrøderester som rødder og strå fra høsten har også en positiv virkning.
- Jævn fordeling og indarbejdning af planterester og gødning.
- Holde jorden dækket af vegetation i størst mulig omfang, for at undgå erosion og udvaskning af næringsstoffer.
- Minimere jordbearbejdningen. Intensiv jordvending kan sænke humusindholdet betragteligt.
- Forebyg kompression af jorden. Mikrobiel aktivitet forbedres ved gennemluftet jord og vandgennemtrængelige porer. Velfungerende dræning forbedrer plantesundhed, roddybde og intensitet samt næringsstofoptag.
- Sikre tilstrækkelig kalkforsyning, der er forudsætning for et stabilt overfladelag og tilgængelighed af næringsstoffer.

Lav pH reducerer bakteriel aktivitet, hvilket sænker nedbrydningshastigheden og frigørelse af næringsstoffer. **Fosfor** og molybdæn mangel kan forekomme på grund af fiksering. Den optimale pH for de fleste afgrøder er 6,0 til 7,0. **Bælgfrugter** er særligt følsomme over for surhed, mens kartofler trives i moderat sure jorde. Tilgængeligheden af fosfor formindskes ved $\text{pH} > 7$.



Kilde: Tilpasset fra Kutschera, Wurzelatlas (1960)



Regnorme ^[51]

Regnorme spiller, sammen med andre jordlevende dyr, en unik rolle i opbygningen af jordbundens frugtbarhed. Med en forventet levetid på op til 8 år producerer de årligt op til 100 t ekskrementer per ha. Det er ensbetydende med 0,5 cm jordforøgelse på dyrkbare jorde og 1,5 cm på græsarealer pr. ha.. Deres ekskrementer indeholder 5 gange mere N, 7 gange mere P og 11 gange mere K end den omgivende jord. Deres aktiviteter har en gavnlig virkning på jorden ved at opbygge stabile krummestrukturer, der øger gennemluftningen og evnen til at holde på vand og næringsstoffer, samt letter jordbearbejdningen.

På landbrugsjorde indarbejder regnorme op til 6 t organiske reststoffer per ha årligt, og transporterer materiale fra dybere jordlag til overfladelaget. Op til 90 % af regnormegangene udfyldes af planterødder, hvilket lader dem række ned til de dybere jordlag uden modstand. Intensiv jordbearbejdning sænker antallet af regnormegange i jorden, hvilket fører til et formindsket humusindhold. Særligt roterende maskiner, som f.eks. fræsere, kan forårsage tab på op til 70 % af regnormebestanden ^[35,51].

Husk på det!

Afgrøder og deres påvirkning af humusindholdet ^[25,38]

Negative humus påvirkning			Positive humus påvirkning		
---	--	-	+	++	+++
Sukkerroer Kartofler Grønsager	Majs Grønsager	Korn Olieplanter	Bælgsæd Efterafgrøder Efterårssået kløvergræs	Vinter dækafgrøder Kløvergræs undersået i foråret	Flerårige bælgplanter og kløvergræs

Effekten af landbrugstiltag på kulstof (C) fiksering i jorden ^[15]

Tiltag	C fiksering / reduktion (t/ha år)
Omlægning fra landbrugsland til græsmark med kvælstoffikserende bælgplanter, grøn bælgplantebaseret braklægning	> 1.0
Dyrkning af flerårige bælgplanter/kløvergræs blandinger	0.6 op til > 1.0
Organiske gødninger (staldgødning, afgasset gylle, kompost)	> 0.5
Reduceret jordbearbejdning	0 op til 0.25
Omlægning fra græsmark/brak til dyrkning	> -1.0
Dyrkning af majs til ensilage	-0.4 op til -0.8

Vurdering af jordbundens frugtbarhed

Fra landmandens synspunkt er der flere forskellige måder at vurdere jordbundens frugtbarhed på. På grund af de dynamiske jordbundsprocessers kompleksitet anbefales en kombination af flere metoder: visuel markundersøgelse, analytiske metoder samt humus og kvælstofregnskaber ^[25, 36, 38, 39].

a) Visual undersøgelse

- Sunde planter er en god indikator på gode jordbundsforhold.
- Ukrudt som tidsler og kamille indikerer jordkomprimering.
- Overfladejordens struktur: runde jordpartikler og små huller (f.eks. fra regnorme) indikerer en frugtbar jord i modsætning til tegn på erosion og sprækker.
- Indarbejdning af planterester: hvis f.eks. strårester forbliver på overfladen i månedsvis, er jordbundsorganismerne ikke aktive.
- En frugtbar jord dufter og føles god (finger test).
- I våde perioder og i det tidlige forår indikerer afgrøderne, hvor mineralisering og indhold af næringsstoffer i jorden er lave. Jordkomprimering, dårlige drænsystemer og vandmætning kan resultere i kvælstofmangel, der kan begrænse afgrøde udbyttet.

b) Visuel undersøgelse med prisbilligt måleudstyr

- Spade diagnose ^[36] for at undersøge jordkomprimering, rodtæthed og diversitet, partikelstruktur (runde eller kantede, smuldreevne), regnormegange, andre jordbundsorganismer (se billede).
- Med et jord penetrometer (en 1 m rustfri stålkegle formet som en planterod med en drivstang med eller uden trykmåler- se billede) kan omfanget og dybden af komprimerede jordlag mærkes (på grund af de høje tryk det kræver at presse penetrometeret ned i jorden) eller måles. Det bør anvendes om foråret ved fuld markkapacitet for at opnå en best-case måling for rodudvikling.
- pH værdien kan måles med indikatorstrips.



c) Analyse af næringsstofindhold

- I overensstemmelse med landspecifikke lovkrav bør jordbundsanalyser foretages hvert 6. år fra hver mark, baseret på repræsentative markprøver (f.eks. i efteråret efter høst eller i det tidlige forår) og analyseres med standardiserede metoder.
- Makronæringsstofferne P, K, Mg, S og mikronæringsstofferne bør nå stedsspecifikke niveauer. Disse værdier kan findes i landsspecifikke gødningsanbefalinger. Hvis klare mangler konstateres gennem analyserne, er gødning af disse elementer passende, ved anvendelse af anbefalede gødninger ifølge de økologiske regler.
 - ➔ Vær opmærksom på, at både P og S er delvist organisk bundet og recirkuleres med afgrøderestmaterialer, organisk biomasse og gårdens egen **husdyrgødning**. Den potentielle mineralisering af organisk bundne næringsstoffer er ikke inkluderet i de almindelige analyseværdier.
- pH-værdien bør holde et stedsspecifikt optimum. Værdier under 5 eller over 8 bør undgås. På sandede jorde er en lavere pH (5,5 – 6,5) almindelig. Mangler forårsager problemer med planters og jordbunds sundhed. Godkendte kalkningsmidler kan findes i de økologiske standarder.
- Analysen af kvælstof- og kulstofindholdet spiller en særlig rolle, efterhånden som forandringer bliver synlige over en længere tidsperiode. Hvad angår kvælstof er mere end 95 % fikseret i organisk stof, kun omkring 1 – 3 % bliver tilgængeligt gennem mineralisering hvert år. Måling af det organiske kulstofindhold (C_{org}) giver en idé om de jordbundsspecifikke værdier, men giver ingen oplysninger om jordbundens frugtbarhed.
- Jordprøver bør ikke udtages efter der er spredt husdyrgødning på grund af den ujævne fordeling!



Humusbalancer

Som et alternativ eller supplement til metoderne beskrevet herover, kan en humusbalance beregnes under praktiske forhold med lettilgængelige bedriftsdata ^[25]. I de forløbne årtier er der gjort store anstrengelser for at udvikle forskellige metoder, hovedsageligt i Tyskland ^[38]. Humusbalance-metoden er baseret på andelen af humuskrævende afgrøder (rodafrøder, ensilagemajs) og humusopbyggende afgrøder (som **bælgplanter**) i **sædskiftet** med tilføjelsen af kulstofholdige materialer som **husdyrgødning** og strå ^[25]. Med tanke for at denne metode ikke kan overføres 1 : 1 til andre lande, kan det følgende eksempel give et indtryk af effekten af forskellige dyrkningssystemer.

Beregningseksempel



Sædskifte A) er baseret på 40 % bælgplanter og 0,5 DE/ha, hvilket giver en positiv humus saldo.

Sædskifte B) med 20 % bælgplanter og kartofler plus efterafgrøder og færre dyr har en negativ effekt på humus saldoen. For at kompensere for de humuskrævende kartofler ville en større andel bælgrugter og en mindre andel af kornsorter og/eller kartofler være nødvendige.

A)	Humus behov*	Humus tilførsel*		Humus saldo*
		Efter afgrøde	Husdyr gødning	
0.5 DE/ha → 4 t husdyrgødning/ha/år				
Kløvergræs	600	0	0	600
Vinterhvede 20 t/ha vellagret gødning	-280	0	800	520
Triticale	-280	0	0	-280
Ærter	160	0	0	160
Vinterrug med undersået kløvergræs	-280	200	0	-80
Middelværdi af sædskifte	-16	40	160	184

B)	Humus behov*	Humus tilførsel*		Humus saldo*
		Efter afgrøde	Husdyr gødning	
0.25 DE/ha → 2 t manure/ha/år				
Kløvergræs	600	0	0	600
Vinterhvede	- 280	0	0	-280
Kartofler 10 t/ha vellagret gødning	- 760	200	400	-160
Triticale	- 280	0	0	- 280
Vinterrug med undersået kløvergræs	- 280	200	0	- 80
Middelværdi af sædskifte	- 200	80	80	- 40

* i kg C/ha årligt

Selvom mere forskning stadig er nødvendigt til forbedring og tilpasning til forskellige stedsforhold, kan denne metode give en grov tilnærmelse til effekterne af forskellige driftstiltag på markniveau, særligt under om-lægningsfasen. Grundlaget for beregningerne er humusreproduktionskoefficienter udledt af langvarige feltforsøg ^[38]. De er anbefalet i de tyske krydsoverensstemmelsesregler som én metode til at evaluere jordbundens frugtbarhed. Disse beregninger er integrerede i it-værktøjet ROTOR i vejledningssættet.

Næringsstofbalancer

I tillæg til de foregående metoder, kan konklusioner om næringsstof (N, P, K) forandringer og deres effektivitet på gårdniveau uddrages af næringsstofbalancerne (på producent, mark og staldniveau). I både BERAS Implementation projektet og det tidligere BERAS projekt, er producentbalancerne for de involverede lande udregnet ved hjælp af den svenske metode STANK in Mind. Resultaterne kan findes i adskillige publikationer ^[1, 2, 3].

Det er afgørende at forvalte fastholdelsen og mobiliseringen af N og andre næringsstoffer for at sikre, at niveauerne af plantetilgængelige næringsstoffer svarer til planternes behov på ethvert givent tidspunkt ^[1]. Såfremt denne balance opnås, vil næringsstofftab til miljøet være meget lave.

Næringsstofbalancen (**farm gate balance**) giver oplysninger om næringsstofinputtet fra indkøbte varer (dyr, såsæd) inklusiv N-fikseringen fra **bælgplanter**. Alle afsatte produkter (afgrøder, dyr, mælk etc.) opsummeres som output ^[1, 5].

Med kvælstof som et eksempel, er forskellen mellem in- og output en indikator for gården og miljøet:

1. Kvælstofoverskud svarer til potentielle N tab til miljøet.
2. Balanceret saldo (plus/minus 20 kg N/ha omkring nul) indikerer en god status.
3. Negativ saldo indikerer mangel på kvælstof og utilstrækkelig N-tilførsel indenfor bedriften. Underskuddet bør kompenseres ved f.eks. at øge andelen af **bælgplanter** i **sædskiftet**.

Med hensyn til fosfor, synes et underskud på op til 2 kg/ha at kompenseres gennem forvittringsprocesser og optag fra dybere jordlag ved hjælp af planter med dybt rodnet (f.eks. kløver og lucerne) på mineralske jorde med en god status for ikke-opløselig P bundet i mineralfraktionerne.

Tolkning af
resultaterne



Videnskabelige resultater

Næringsstofbalancer på ERA-gårde omkring Østersøen har vist, at næringsstofoverskud kan reduceres effektivt [1,3]. Derudover er der en række bedriftstiltag (se [sædskifte](#), [bælgplanter](#), [husdyrgødning](#) og [fosfor](#)) til at forhindre potentielle tab fra udvaskning i henhold til stedsspecifikke og vejrmæssige forhold

Et nyt studie baseret på omfattende vurderinger af 74 undersøgelser af parvise sammenligninger af økologisk og ikke-økologiske landbrugs-systemer^[50] viser signifikant højere værdier for organisk kulstofindhold i økologisk dyrkede jorde, hvilket betyder at økologisk/ERA landbrug har potentialet til at lagre kulstof i jorden.

Undersøgelserne har dog vist, at næringsstofmangler kan forekomme^[11,40]. Dette kan være resultatet af en utilstrækkelig andel af bælgplanter i sædskiftet eller for lav eller ineffektiv gødningsanvendelse. Undersøgelser viser, at særligt på specialiserede planteavlbedrifter reduceres andelen af kløvergræs i omdrift for at maksimere andelen af salgsafgrøder. I den slags tilfælde kunne det nødvendige N-input komme fra N-fikserende dæk- eller efterafgrøder, eller undersåning af bælgplanter i kornafgrøder. I det lange løb kan denne fremgangsmåde dog føre til faldende frugtbarhed og øget ukrudtstryk, hvilket igen begrænser udbyttet af salgsafgrøderne^[40]. Disse undersøgelser er stærke argumenter for omlægning til ERA-landbrug med integreret husdyrhold og afgrødeproduktion (på hver enkelt landbrug eller lokale gårdsamarbejder).

Lovkrav

I Tyskland siden 2009 er det højeste tilladte N overskud sat til 60 kg N/ha årligt. Den kritiske N-belastning af drænvandet svarer til en middelt koncentration på 50 mg nitrat/l. I samtlige lande er officielle næringsstofbalancer tilgængelige for sammenligning med gældende lovkrav i henhold til Krydsoverensstemmelsesregulativerne. Bed din rådgiver om hjælp med disse beregninger og fortolkninger.



SÆDSKIFTE

Af Karin Stein-Bachinger & Moritz Reckling

Sædskiftets betydning	28
Afgrødevalg	30
Egenskaber	32
Efterafgrøder i ERA sædskifter	34
Ti-punkts plan for sædskifte planlægning	35
Eksempler på sædskifter for blandede ERA-gårde	36
Sædskifte tjekliste	38

Sædskiftets betydning

Grundlag

God og effektiv planlægning af sædskiftet er afgørende for ERA-landbrugs evne til at sikre høj produktkvalitet og udbytte i sammenhæng med sunde og frugtbare jorde. **Bælgplanter**, der sætter dybt rodnet, fikserer kvælstof, opbygger humus og **frugtbarhed**, dyrkes sammen med en afbalanceret andel af humus- og kvælstofkrævende afgrøder som korn og rodfrugter.

Historie

Fødevarerefterspørgslen fra det stigende befolkningstal i de nordiske lande omkring Østersøen for 150 år siden kunne efterkommes på grund af dyrkning af **bælgplanter** kombineret med recirkulering af planterester og **husdyrgødning** i landbruget. Gennem denne periode var hver enkelt gård begrænset til det antal dyr gården kunne dyrke foder til [1]. I midten af det 20'ende århundrede havde den stigende anvendelse af kunstgødning og pesticider sammen med import af foder ført til en overdrevet forsimpning af sædskiftet, til relativt få afgrøder og ofte uden bælgplanter. Siden 70'erne, hvor interessen for økologisk landbrug tog til, er opmærksomheden omkring sædskiftets betydning også vokset. I dag er effektive sædskifter anerkendt som grundlaget for succesfulde økologiske dyrkningsformer ^[21].

Hvordan begynder man?

Under omlægning til ERA-landbrug, er det nødvendigt at tilpasse sædskiftet til bedriftsstrukturen, stedlige forhold, afsætningsmuligheder lige så vel som til arbejdskraft og landbrugsmaskineri. Den største udfordring består i at sikre bedriftens indtjeningssevne gennem opbygning af **jordens frugtbarhed** og langsigtede produktivitet ^[8, 21].

Omlægningsprocessen begynder med etablering af flerårige **bælgplanter**, især kløvergræs-blandinger, der anvendes til foder eller humusopbygning. I mange tilfælde vil landmænd have mere end et sædskifte på bedriften, på grund af markvariation og driftsbeslutninger. På et ERA-landbrug vil hvert sædskifte inkludere flerårige bælgplanter.



Definition

Sædskifte er en flerårig cyklus hvor humusopbyggende og humuskrævende afgrøder følger hinanden, mens bedrifts- og stedspecifikke restriktioner indgår i overvejelserne omkring afgrødevalget.



Sigte og nyttevirkninger med sædskifte

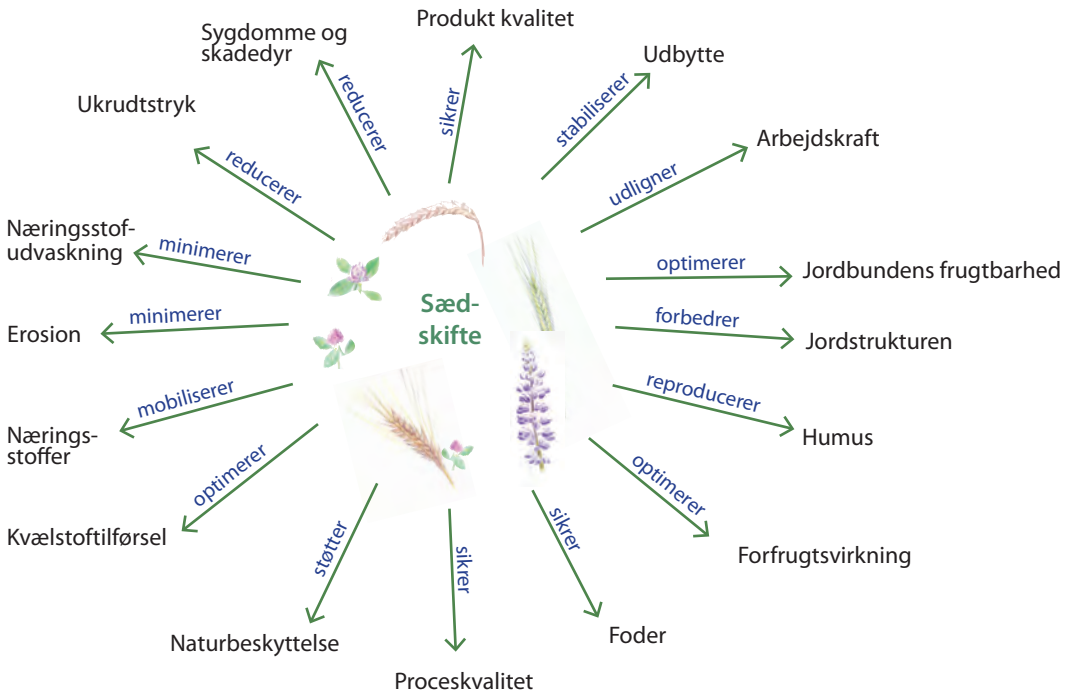
Hovedsigtet med tilrettelæggelsen af sædskiftet er at producere:

- Økonomisk profitable salgsafgrøder og
- høj foderkvalitet.



Dette opnås ved at tilrettelægge økonomiske og landbrugsfagligt fornuftige sædskifter, der tager højde for plantesundhed og afgrøders næringsbehov. Desuden vil veltilrettelagte sædskifter give hele bedriften mange andre nyttevirkninger. De er de fremmeste værktøjer til at begrænse ukrudt, skadedyr og sygdomme. De stabiliserer udbytter og sikrer produktkvaliteten af både foder og fødevarer. De understøtter også miljø- og naturbevarelse.

Multifunktionelle nyttevirkninger af sædskifter [adapted from 58]



Størstedelen af effekterne vil ses over en årrække og inkluderer både de direkte effekter mellem afgrøderne og de indirekte effekter af forfrugtsvirkningen i jorden, der opbygges over flere år.

Afgrødevalg

For at tilrettelægge fornuftige sædskifter, bør afgrødernes økonomiske og dyrkningsmæssige egenskaber overvejes nøje. Det udvalg af afgrøder, der er velegnede til dyrkningsmiljøet og bedriftsstrukturen udgør det væsentligste aspekt af sædskiftets tilrettelæggelse.

Udvalget af afgrøder afgøres af:

- klima og jordbundstype (nedbørsdistribution, temperatur, pH og jordstruktur)
- afsætningsmulighederne og
- foderkravene.

Ved omlægning til ERA-landbrug kan de følgende trin følges, for at sikre at de valgte afgrøder egner sig til den nye driftsform:

Seks trin i afgrødevalget ved omlægning til ERA-landbrug ^[22]

Trin	Foreslået ændring	Kriterier for afgrødevalg/udelukkelse	Afgrødeeksempler
1	Udeluk afgrøder	Ringe afsætningsmuligheder	Sukkerroer, rapsfrø
		Plantesundhedsproblemer, variation af salgsafgrøde	Hvede
2	Nedsæt afgrøde andelen	Høj risiko for ukrudt, lavt behov på gårde	Byg
		Næringsstofforførelse vanskelig, erstattes med kløvergræs	Ensilagemajs
3	Øg andel af specifik afgrøde	Dæk foderbehov, N-fiksering ukrudts- og sygdomsbegrænsning	Kløvergræs, bælgssæd
4	Definer salgsafgrøders andel	Afsætningsmuligheder, økonomi arbejdsbyrde, sædskifte	Hvede, rug, kartoffel
5	Inddrag nye afgrøder	Afsætningsmuligheder (udfyld nicher), afgrødevariation, sædskifte, N-fiksering	Grønsager, spelt, kløvergræs, korn-bælgssæd blandinger
6	Øg andel af dækafgrøder	Øget frugtbarhed, reduceret N-udvaskning, foderproduktion, ukrudtsbegrænsning	Honningurt, rug/vikke, boghvede, kløver, sennep



De følgende karakteristika bør overvejes ved afgrødevalg til sædskiftet:

- behov og tilførsel af N
- effekt på humus
- plantesanitære effekter (maksimum hyppighed og minimum interval)
- erosionsrisiko.

Varigheden af sædskiftet afgøres af minimumsinterval og maksimum hyppighed af de valgte afgrøder (se eksempler sidst i kapitlet).

Relevante afgrødeegenskaber til ERA sædskifte (Se også specifikationer for bælgplanter) ^[ekspert vurdering]

Afgrøder	Maksimum hyppighed (%)	Minimum interval (år)	Behov for N	Tilførsel af N*	Effekt på humus	Risiko for erosion**
Bælgplanter	store regionale forskelle		lavt	meget høj	stærk opbygning	meget lav
Korn-bælgsæd	20	4	lavt	høj	opbygning	lav
Korn (generelt)	75	se specifikationer i denne tabel				
Bladafgrøder (generelt)	50	se specifikationer i denne tabel				
Ensilagemajs	66	0	højt	lav	stærkt fald	høj
Kartoffel	20	4	højt	lav	stærkt fald	høj
Havre	25	3	lavt	lav	fald	middel
Hvede, triticale	33	0	højt	lav	fald	middel
Byg	50	1	lavt	lav	fald	middel
Rug	66	0	lavt	lav	fald	middel
Rapsfrø	20	4	middel	ret høj	fald	middel
Dækafgrøder	-	-	lavt	høj	opbygning	lav

* Tilførsel af N beskriver forfrugtsværdien af afgrøden; ** i vegetationsperioden

Foreslået andel af afgrødetyper (ha %) til forskellige ERA bedriftstyper

[tilpasset fra 22]

Bedriftstype	Bælgplanter	Korn	Rodfrugt	Efterafgrøder
Mælkebedrift	30-50 ¹⁾	30-50	5-15	20-50
Blandet bedrift (mest drøvtyggere)	30-40 ²⁾	40-60	10-20	20-50
Blandet bedrift (svin)	30-35 ³⁾	40-60	15-25	40-60

¹⁾ mest foderbælgplanter, ²⁾ foderbælgplanter og bælgssæd ³⁾ foderbælgplanter eller bælgssæd, til grøngødning, salg, dyrkning af kløverfrø.

Sædskiftets egenskaber

Det er nødvendigt at veksle mellem afgrøder og afgrødetyper for at reducere inficering med problematisk ukrudt, skadedyr og sygdomme (plantebeskyttelse). Det inkluderer de afgrødetyper beskrevet herover, samt blad- og stråafgrøder, vinter og vårafgrøder.

Med de begrænsninger af afgrødevalget, som afgøres af driftsform, lokale forhold, markedsvilkår og afgrødeegenskaber i tankerne, vil sædskifternes egenskaber beskrive egnetheden af de enkelte afgrøder i relation til hinanden. Bemærk at specifikke detaljer omkring nye sorter og efterafgrøder, ikke er inddraget i overvejelserne.

- Egnetheden af afgrødekombinationer i sædskiftet afgøres af et point-system, der kombinerer dyrkningssæson og plantesanitære begrænsninger^[23]: vælg de bedste kombinationer!
- Kombinationen af to afgrøder med meget gunstig forfrugtsvirkning bør fravælges ('luksuskombinationer').
- Til etablering af kløvergræs findes forskellige teknikker, der kræver bestemte typer forfrugt, f.eks. korn som dæksæd.
- N-krævende højværdiafgrøder, f.eks. kartoffel og brødhvede, bør dyrkes efter kløvergræs.

Egnetheden af forskellige afgrødekombinationer i sædskiftet [tilpasset fra 23]

Følgeafgrøde	Forfrugt												
	Vinterhvede	Vårhvede	Vinterbyg	Vårbyg	V.rug, triticale	Spelt	Havre	Majs	Kløvergræs	Korn-bælg-sæd	Kartoffel	Vinterraps	Solsikke
Vinterhvede	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Vårhvede	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Vinterbyg	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Vårbyg	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
V.rug, triticale	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Spelt	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Havre	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Majs	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Kløvergræs	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Korn-bælg-sæd	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Kartoffel	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Vinterraps	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig
Solsikke	God	God	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig	Ikke tilrådelig

V. = vinter

Bemærk: Det er planen at inkludere efterafgrøder før forårsafgrøder

Egnethed af afgrødekombinationen





Bælgplanter, og særligt foderbælgplanter er gode forfrugter på grund af deres evne til at:

- fikser atmosfærisk kvælstof ved hjælp af knoldbakterier
- tilføre N til følgeafgrøden
- forbedre de fysiske jordbundsforhold
- pleje jordbundsorganismer
- understøtte humusdannelse i jorden
- mobilisere næringsstoffer i dybere jordlag gennem dybe rødder
- tilføre P fra jordbeholdningen ved hjælp af mykorrhiza

Rod- og bladafgrøder er gode forfrugter på grund af deres evne til at:

- reducere ukrudt grundet intensiv mekanisk bearbejdning
- forbedre fysiske jordbundsforhold og ofte efterlade jorden krummet, gennemluftet
- tilføre høje N-niveauer til følgeafgrøder på grund af lavt C/N forhold i planteresterne

De er dog mindre gode på grund af deres:

- kraftige nedbrydning af humus
- sårbarhed overfor sædskiftesygdomme (særligt kartofler og sukkerroer)

Kornsorter er mindre gode forfrugter da de:

- har et højt C/N forhold i deres planterester
- øger risikoen for inficering med ukrudt
- efterlader jordbunden i ringe tilstand

Bemærk at korn har en faldende forfrugtsvirkning fra:
havre > rug > hvede > vårbyg

Effekten på udbyttet varierer mellem forskellige afgrøder og påvirkes af forfrugtstypen og jordbundstypen. Effekten på udbyttet af følgeafgrøden er nødvendig at inddrage i de økonomiske beregninger og fremhæver vigtigheden af veltilrettelagte sædskifter. Effekten på udbyttet er større på ufrugtbar end frugtbar jorde

Forfrugtsvirkning

Forfrugtens effekt på udbyttet



Efterafgrøder i ERA sædskifter

Efter valget af hovedafgrøderne i sædskiftet bør efterafgrøder inkluderes, hvor det er muligt. Efterafgrøder som gul sennep, rug/vikke, vinterraps og bælgplanteblandinger, udfylder flere funktioner i sædskiftet. De inkluderer:

- Reduktion af næringsstofftab gennem udvaskning og erosion
- Indsamling og lagring af kvælstof (lettilgængeligt for følgeafgrøder)
- yderligere foderproduktion
- Reduktion af ukrudtstrykket
- Opbygning af yderligere rod-biomasse
- Jordbunddækning og god jordstruktur.

Afhængig af bedriftsstrukturen og den tilgængelige vegetationsperiode mellem hovedafgrøderne kan efterafgrøder etableres ved undersåning eller som en sommer- eller vinter- efterafgrøde.

→ De hovedfaktorer, der skal overvejes ved valget af efterafgrøder, er den mulige varighed af vegetationsperioden og det tilgængelige vand.

Anbefalinger

- Undersåning i tørre egne og sommer- eller vinter- efterafgrøder i fugtige egne
- Vinterhårdføre efterafgrøder som vinterraps eller rajgræs bør anvendes på sandede jorde for at forhindre udvaskning
- Svære inficeringer af flerårigt ukrudt bør begrænses med stubmarksbehandling, hvilket prioriteres over etableringen af efterafgrøder.

For at opfylde målsætningen om 30 % bælgplanter i sædskiftet, vil 33 % kløvergræs i 6 årigt sædskifte med omkring 80 % kløver være nødvendigt, plus et års undersåning med bælgplanteblanding!

Indgår der mindre kløvergræs i sædskiftet, kan målsætningen kun opfyldes hvis yderligere bælgplanter (f.eks. bælgssæd) inkluderes i sædskiftet.

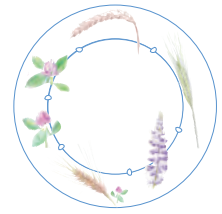
Bælgfrugtandelen i sædskiftet

Generelt er målsætningen for ERA-landbrug at have minimum 30 % bælgplanter i sædskiftet, hovedsageligt flerårigt kløvergræs. Bælgplanter dyrket i blandinger som hovedafgrøder bør medtages efter følgende beregningseksempel. Bemærk at 30 % kløvergræs ikke er det samme som 30 % kløver i sædskiftet! Bælgplante efterafgrøder bør tælle mindre end bælgplante hovedafgrøder!

Beregninger af bælgplanteandelen i et 6 årigt sædskifte

Afgrødeblanding	% af afgrøden i det 6 årige sædskifte	Bælgplanter i blandingen (%)	Bælgplanter i sædskiftet (%)
2 årigt kløvergræs	33	30	10
2 årigt kløvergræs	33	60	20
2 årigt kløvergræs	33	80	25
1 årig ærte/havreblanding	17	50	8
1 årig bælgssæd	17	100	17

Ti-punkts plan for sædskifte planlægning [7, 8]



1. Vælg afgrøder efter afsætningsmuligheder og priser, foderbehov, jordbundstype, klima og sædskifteegenskaber.
2. Et afbalanceret sædskifte indeholder mellem 30 % (rene bælgplanter) til 40 % (kløvergræs blandinger) **bælgplanter**, maksimum 20 % rækkeafgrøder og op til 60 % korn. I korndominerede sædskifter, integreres vårsæd og efterafgrøder
3. For at opnå selvforsyning med foder, beregnes behovet for foder fra markafgrøder og dyrkbart foder plus evt. yderligere forsyning fra permanente græsarealer.
4. For at forebygge forekomst af alvorlige jordbårne skadedyr og sygdomme (med store landbrugsmæssige og økonomiske konsekvenser), indregnes dyrkningspauser og maksimale hyppigheder for værtsafgrøder og afgrødefamilier f.eks. korsblomstrede, korn, bælgæd.
5. For at forebygge alvorlige inficeringer med ukrudt veksles mellem blad- og stråafgrøder, mellem vinter- og vårafgrøder og mindst én rodafgrøde.
6. Kontrollér P-, K- og humusniveauer med jordbundsanalyser (**jordbundens frugtbarhed**). Planlæg **gødnings**anvendelsen nøje for hver mark i løbet af sædskiftet efter den bedste næringsstofudnyttelse og jordforbedring for at sikre god kvalitet og udbytte og forebygge næringsstofudvaskning.
7. For at fastlægge andelen af korn, beregnes behovet for strå og strøelse.
8. Til forbedring af jordstrukturen og næringsstofmobilisering og for at lette afdræning dyrkes afgrøder med dybe rodsystemer efter afgrøder med overfladiske, og jordkomprimering fra tunge maskiner minimeres, særligt under våde forhold.
9. For at udjævne arbejdsbyrden og fremme spiring af forskellige ukrudtsarter, veksles mellem efterårs- og forårssåede afgrøder.
10. For at forebygge næringsstofudvaskning og erosion, minimeres perioder med bar jord. Etablér dækafgrøder, efterafgrøder efter vårafgrøder, dyrk udlæg (**bælgplanter**), afgrødeblandinger og grøngødning.

Og afslutningsvis: dokumentér både fejl og succeser til brug for planlægning af fremtidige sædskifter!

Ønsker du at sikre sædskiftets bæredygtighed?

→ Beregn humusbalancer (jordens frugtbarhed)

Ønske du støtte til planlægning og evaluering af sædskiftet?

→ Brug it-værktøjet **ROTOR**

Sædskiifteeksempler

fra blandede ERA-landbrug ^[21, 1, 5]

Over den toårige omlægningsperiode anbefales det at øge andelen af bælgplanter til over 30 % for at opbygge jordbundens frugtbarhed. Svine- og hønsbedrifter har sværere ved at opnå så høje andele af bælgplanter, fordi dyrene ikke fodres med markgræs-bælgplanter. I stedet bør disse landmænd overveje dyrkning af bælg-sæd, bælgplante efterafgrøder og kløvergræs til formuldning.

→ Bemærk at flerårig kløvergræs har bedre effekt på **jordbundens frugtbarhed** end som enårig afgrøde.

Landbrugsmæssigt fornuftige sædskifter fra Østersøområdet

		Sverige	Finland	Tyskland	Letland	Polen	Hviderusland	
År 1	Forår	Kløvergræs	Kløvergræs	Kløvergræs	Kløvergræs	Kløvergræs		
	Sommer							
	Efterår							
	Vinter							
År 2	Forår							
	Sommer							
	Efterår			Kløvergræs	Vinterhvede	Vintersæd		Vintersæd
	Vinter							
År 3	Forår	Vintersæd	Vintersæd		Triticale (OM)	Efterafgrøde	Efterafgrøde	
	Sommer							
	Efterår							
	Vinter							
År 4	Forår	Brak	Vårsæd	Efterafgrøde	Brak	Brak	Vårhavre (OM)	
	Sommer							
	Efterår							
	Vinter							
År 5	Forår	Vårhvede/ Kløvergræs (US)	Havre og ærter	Bælg-sæd	Vårsæd/ bælg-sæd	Vårsæd/ Kløvergræs (US)	Vinter triticale	
	Sommer							
	Efterår	Kløvergræs	Brak	Vinterrug/ Kløvergræs (US)	Vintersæd	Kløvergræs		
	Vinter							
År 6	Forår		Havre/Kløvergræs (US)	Kløvergræs	Kløvergræs	Brak	Ensilageafgrøde/ Kløvergræs (US)	
	Sommer							
	Efterår							
	Vinter							
År 7	Forår					Vårsæd/ Kløvergræs (US)	Kløvergræs	
	Sommer							
	Efterår							
	Vinter							

US = undersæet; OM = organisk gødning/kompost

Bælgplanter Bælgplanter - korn Korn Rodafgrøder Brak/Efterafgrøder



fra ERA gård-
samarbejder

Dyrkbare landbrug uden husdyr anbefales at søge **gård-samarbejde** med lokale husdyrbedrifter til udveksling af foder og **husdyrgødning** for at sikre recirkulering af næringsstoffer. Sædskifter vil variere afhængigt af husdyrholdets foderbehov.

På dyrkbare landbrug bør bælg-sæd og bælgplanteefterafgrøder altid indgå i sædskiftet. Markgræs-bælgplanter kan dyrkes til formuldning, som foder til samarbejdsgård med husdyr, som biomasse til biogasanlæg eller til frøproduktion. En grøn braklægningsperiode kan også være nyttig, f.eks. ved at bruge blandinger af hestebønne, alexandrinerkløver, omvendt kløver og rajgræs.

Landbrug uden husdyr har følgende sædskiftemuligheder for at inkludere bælgplanter:

Produktion af bælg-sæd og græsmarksbælgplanter til samarbejdende mælke-, svine- eller hønsebedrifter.

- Dyrkning af efterafgrøder og grøngødning (vekslende mellem vinter- og vårafgrøder)
- 2-årigt kløvergræs anbefales for at forbedre **jordbundens frugtbarhed**
- Frøproduktion (bælg-sæd og græsmarksbælgplanter)
- Grøn braklægningsperiode (formuldning af bælgplanteblandinger)

Er der ingen husdyrbedrifter i nærområdet kan samarbejde med et biogasanlæg være en mulighed.



Sædskifte tjekliste ^[9]

For at evaluere det planlagte sædskifte, kan den nedenstående tjekliste anvendes og diskuteres med kollegaer og din landbrugsrådgiver.

Ja	Nej	
		Har du mindst 30 % bælgeplanter i sædskiftet?
		Har du undersøgt humus- og kvælstof status?
		Har du undersøgt afsætningsmulighederne og profitmargin?
		Opfylder sædskiftet husdyrholdets foderbehov?
		Veksles der mellem kvælstoffikserende og forbrugende afgrøder?
		Er tilstrækkeligt med grøngødnings- og efterafgrøder inkluderet for at mindske erosion og udvaskning?
		Veksles der mellem afgrøder med små henholdsvis store rodsystemer?
		Følger afgrøder med dybe rodsystemer efter afgrøder med overfladiske?
		Er ukrudtshæmmende afgrøder forfrugt til langsomt voksende afgrøder?
		Har du indlagt hvileperioder mellem afgrøder for at minimere sygdomme og skadedyr?
		Tillader afgrøderne en effektiv udnyttelse af gårdens maskiner og arbejdskraft?





BÆLGPLANTER

Af Karin Stein-Bachinger og Moritz Reckling

Bælgplanternes betydning	40
Nyttevirkninger af bælgplanter	41
Grunddata for bælg­sæd og foderbælgplanter	42
Metoder til at vurdere N-fikseringen	44
Sådan øges N-fikseringen	48
Dyrkning af bælgplanter mindsker næringsstofudvaskning	49

Bælgplanternes betydning



Globale aspekter

Bælgplanter er en nøgleafgrøde i ERA-systemer. I ERA-landbrug bør 30 % af landbrugsjorden dyrkes med bælgplanter for at sikre et bæredygtigt system, afhængigt af lokale forhold, bedriftsstrukturen og dets lønsomhed. I konventionelle systemer er betydningen af bælgplanter i sædskiftet aftaget på grund af intensiv anvendelse af mineralske N-gødninger og pesticider sammen med en høj grad af foderimport, hovedsageligt oversøisk producerede sojabønner, som et resultat af afviklingen af EU-støtteordninger til bælgsgødning. Koncentrationen omkring nogle få, lønsomme afgrøder og forsømmelsen af vigtige sædskifteprincipper (f.eks. ingen bælgplanter og høj andel af korn) har ført til problemer som fald i humusindhold, erosion, næringsstof- og pesticidudledning til vandmiljøet osv. Sædskifter der inkluderer bælgplanter minimerer disse risici betragteligt. Derudover sikrer bælgplanter på ERA-landbrug en høj grad af selvforsyning med foder og kvælstof.

Unik evne til at fikserer kvælstof

Bælgplanter fikserer kvælstof fra luften ved hjælp af knoldbakterier, der lever symbiotisk med bælgplantens rødder. Dette er den vigtigste N-kilde for ERA-landbrug og forudsætningen for at undgå brugen af mineralske N-gødninger. Omfanget af N-fikseringen kan være stort – under gunstige forhold op til et par hundrede kg N/ha årligt.

En vellykket forvaltning af kvælstoftilførslen gennem bælgplantedyrkning i ERA-systemer omfatter:

- optimering af N-input gennem symbiotisk fiksering
- N-overførsel til følgeafgrøder med minimale tab



*Hvordan genkender du aktive rodknolde?
På den røde farve indvendigt!*

Definition

Bælgplanter er planter med **bælg** tilhørende ærteblomstfamilien **Fabaceae** – en af de artsrigeste plantefamilier med omkring **20.000** (vilde og dyrkede) **arter** på verdensplan. De inkluderer **etårige**, **toårige**, **flerårige** urteagtige planter samt **træer og buske**.

Nyttevirkninger af bælgplanter



Med effektiv forvaltning har bælgplanter potentialet til at levere følgende nyttevirkninger:

For landbruget

(primært kløvergræsblandinger)

- opretholde og øge langsigtet frugtbarhed i jordbunden
- være den vigtigste N-kilde
- bælgssæd og foderbælgplanter er høj-protein foder
- yde særdeles god forfrugtsvirkning
- udvikle dybere jordlag gennem et stort rodnet
- mobilisere P gennem symbiose med mykorrhiza svampe
- mindske intensiteten af jordbearbejdning
- forbedre plantesundhed og forebygge udbredelsen af ukrudt

Iil human ernæring

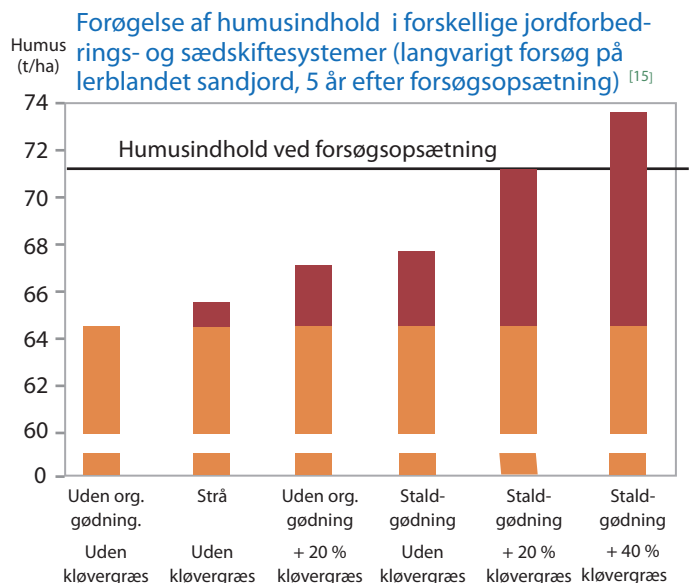
(bælgssæd)

- høj-protein fødekilde (N-indhold 2-3 gange højere end korn)
- kilde til essentielle aminosyrer (værdifuld supplement til kornprodukter)
- alternativ til kød
- råmateriale til innovative, sunde fødevarer

For miljøet

(kløvergræs og bælgssæd)

- reducere drivhusgas emissioner (N₂O – lattergas) og energiforbrug ved at erstatte minerale N gødninger
- forbedre biodiversiteten i og over jorden ved diversifikation af sædskiftet
- formindske pesticidanvendelse gennem forbedring af plante-sundhed
- styrke den lokale/regionale produktion og mindske afhængighed af importeret proteinfoder.



Grunddata for bælg-sæd og foderbælgplanter

Afbalancerede næringsstof- (P, K, S) og pH-værdier i jorden er essentielle for at maksimere vækst og N-fiksering. Hvis en bælgplante dyrkes for første gang eller efter en lang hvileperiode, bør frøene podes med en passende Rhizobium-art (kvælstoffikserende bakterier). De kan overleve adskillige år i jorden.

Bælg-sæd

Bælg-sæd er en vigtig proteinkilde til fødevarer og foder. Sammenlignet med korn efterlader de minimale stubbe i marken, planteresterne har et lavere C : N forhold og nedbrydes hurtigt. De formår at mobilisere fosfor fra jordbunden gennem afsondring af organiske syrer i rhizosfæren.

Beskrivelse af udvalgte bælg-sædstyper (behov: + = højt, - = lavt) ^[4,16]

Bælg-sæd	Vand forsyning	Jord kvalitet	Selvbestøvende	Dyrknings interval (år)	Optimal pH-værdi	Udbytte (t/ha) (fattig – rig jord)
Ærter	+	+	nej	5	6.0 - 7.0	1 – 4.5
Hestebønne	+	+	nej	3-4	6.5 – 7.0	2 – 5
Lupin			nej	3-4		
- gul	-	-			5.0 – 6.0	1 – 3.5
- hvid	+	+			6.0 – 7.0	2 – 4
- blå	+	-			5.5 – 7.0	1 – 3.5
Sojabønne*	+	+	ja		6.0 – 7.5	1 – 2.5

* Sojabønner er "kortdagsplanter". De kræver temperaturer over 6 °C, vækstperioden skal være på 150 til 180 dage. Rhizobium-podning er nødvendig inden første udsåning. Bemærk: Sojabønner skal forarbejdes inden de anvendes til foder.

Beregningseksempler



Gennemsnitligt næringsstofoptag/ha i høstet bælg-sæd:

1 t/ha bælg-sæd (86 % DM) ≈ 35 kg N, 4 kg P, 8 kg K

Bemærk: En meget effektiv recirkulering af næringsstoffer fra bælg-sæd kan opnås når denne anvendes til foder og **husdyrgødningen** efterfølgende returneres til markerne!

Blandinger

Bælg-sæd blandes ofte med kornsorter, f.eks. hestebønner med havre, ærter med vårbyg og rug med vikke. Ensartet såning uden adskillelse i såmaskinen og samtidig modning er vigtigt.

Fordele: tæt roddannelse, færre sygdoms-problemer; stub og rodrester vil nedbrydes og omdannes til nitrat langsommere, fordi kornsorternes C : N forhold er højere.

Ulemper: en lavere koncentration af bælgplanter medfører mindre N-fiksering og et lavere netto N-input, hvilket reducerer den positive forfrugts-virkning.



Foderbælgplanter

I stedet for at høstes kan de pløjes ned som grøngødning og tilføre blandt andet kvælstof til jorden.

Kløver og lucerne dyrkes almindeligvis med forskellige græssorter i **sædskiftet**. Foderbælgplanter er af kolossal betydning for ERA-systemer eftersom de fikserer og efterlader mere N i systemet end bælgsæd og giver proteinholdigt foder til drøvtyggere. Da drøvtyggerne (**husdyrhold**) kan omsætte cellulose, er der ingen konkurrence om føden. Desuden kan ukrudt (f.eks. tidsler og kvik) reguleres og undertrykkes ganske effektivt gennem flerårig dyrkning.

Mellem 25 og 80 t frisk materiale kan høstes per ha med to til fire slæt årligt, hvilket giver 5 -16 t tørstof/ha årligt, under forudsætning af 20 % tørstof i det friske materiale.

Beskrivelse af udvalgte foderbælgplanter (behov: + = højt, - = lavt) ^[4,16]

Blanding	Vandforsyning	Jordkvalitet	Dyrkningsvarighed	Dyrkningsinterval	Optimal pH-værdi
Lucerne-græs	+	-	1 - 3	3	6 - 7
Rødkløver-græs	+	+	1 - 3	3	5.5 - 7
Hvidkløver-græs	-	-	1 - 3	0	5.2 - 7

I praksis er det ofte særdeles svært at måle foderbælgplanteudbyttet uden at skulle veje vognen eller tælle hø/ensilageballer. I marken er en grov vurdering af tætte afgrøde-bestande mulig med den følgende **tommelfingerregel** ^[5]:

Høsthøjde i cm x 0,1 = t tørstof/ha

Eksempel: 45 cm væksthøjde minus 5 cm skårhøjde
= 40 cm høsthøjde x 0,1 = 4 t tørstof/ha

Beregningseksempel

Denne tommelfingerregel kan også bruges til udbyttevurdering af tætte græs-bestande.

De følgende næringsstoffer vil fjernes fra marken med:
1 t tørstof/ha kløvergræs ≈ 25-30 kg N, 3,5 kg P, 2,5 kg K

Bemærk: i det første vækstår er næringsstoffjernelsen en smule større end i det andet år.

Hurtig udbytte vurdering

Efterafgrøde-blandinger

Andre bælgplanter eller kløver/lucerne blandinger med kornsorter kan anvendes som **efterafgrøder**:

- Vinter efterafgrøder: blodkløver (*Trifolium incarnatum* L.), Landsberger blanding (vinter-vikke+ blodkløver + enårig rajgræs)
- Sommer efterafgrøder: blodkløver, alexandrinerkløver (*Trifolium alexandrinum* L.), serradel (*Ornithopus sativus* Brot.), omvendt kløver (*Trifolium resupinatum* L.), humle-sneglebælg (*Medicago lupulina* L.), jordkløver (*Trifolium subterraneum* L.)

Metoder til at vurdere N-fikseringen

Dette afsnit giver dig eksempler til en hurtig og enkel vurdering og et overblik over N-fikseringen afhængig af den anvendte bælgplanteart.

Bælgsæd

Tommelfingerregel til vurdering af N-fikseringen fra bælgssæd: **Mængden af symbiotisk fikseret N svarer til N-mængden i den høstede bælgssæd** ^[10,6].

Den følgende tabel giver et overblik over den symbiotiske N-fiksering fra bælgssæd, baseret på anbefalede beregninger fra Tyskland ^[16].

Bemærk: dette er gennemsnitsdata og N-fikseringsevnen kan variere betragteligt, f.eks. ærter med 50 – 300 kg N/ha.

Afgørde	Udbytte Frisk materiale (t/ha)	N-fiksering	
		kg N/t	kg N/ha
Hestebønner	3.5	40	140
Ærter	3.0	35	105
Blå lupin	2.5	40	100
Sojabønner	2.5	50	125
Linser	1.5	40	60
Vikke	2.0	40	80



Vær opmærksom på

- Sælges frøene fra bælgssæden, betyder det samtidig at du mister det symbiotisk fikserede kvælstof! Netto N-inputtet er nul, hvis frøene sælges. Det er også vigtigt at lægge mærke til, at balancen kan være negativ.
- Hvis frøene anvendes som foder til bedriftens husdyr forbliver en større andel af den fikserede N i systemet, såfremt **husdyrgødningen** spredes på markerne. Specialiserede planteavlbedrifter, særligt havebrugssystemer, skal anvende hele afgørden til jordforbedring, hvis næringsstofferne skal recirkuleres indenfor bedriften/gård-samarbejdet.
- Under omlægning til ERA-landbrug er det nødvendigt at lave en grov beregning (både på mark- og bedriftsniveau) over den krævede recirkuleringsmængde for at garantere et velbalanceret N-budget i **sædskiftet (it-værktøjer)**.



Foderbælgplanter

Den gennemsnitlige N-fiksering for foderbælgplanter er omtrent 200 kg N/ha årligt, hvilket er omkring to gange mængden fra bælg-sæd. Vurdering af N-fikseringen er vanskelig når blandinger med ikke-bælgplanter som kløvergræs dyrkes, fordi mængden af kløver skal vurderes. Markobservationer inden der høstes og opsamling af data er nyttigt til at danne et overblik.

Tommelfingerregel til vurdering af foderbælgplanters N-fiksering:
35 kg N fiksering / 1 t foderbælgplante udbytte (tørstof)^[63,6]

Vurdering af bælgplante-andelen i et kløvergræs stykke?

I stor-skala kan du bruge følgende tabel:

Skala	Bælgplante udbytte-andelen (%)	
	Græsmark	Permanent græsland
meget lav	1 - 20	1 - 5
lav	21 - 40	6 - 20
middel	41 - 60	21 - 40
høj	61 - 80	> 40
meget høj	81 - 100	

Bælgplante vurderings-træner



Da vurderingen af bælgplante andelen i afgrøden er vanskelig og kræver træning, kan du træne dig selv ved hjælp af et simpelt it-værktøj. Det viser en række billeder af arealer med forskellige blandinger og lader dig afprøve og træne din evne til at vurdere andelen af bælgplanter i afgrøden.

this is correct: 59 %

dry matter yield (t/ha) 3.1

fresh matter yield (t/ha) 15.5

0-20 %

21-40 %

41-60 %

61-80 %

81-100 %

next image

Eksempler

Den følgende tabel viser store forskelle i den totale N-fiksering afhængig af udbyttet og bælgplante-andelen. En mark der giver et samlet udbytte på 8 t tørstof/ha årligt, vil give 168 kg N mindre med en lav bælgplanteandel på 20 % sammenlignet med 80 % bælgplanter i blandingen!

Mængden af N-fiksering med kløvergræs (ved brug af tommelfingerreglen) (i forhold til bælgplante udbytte-andelen for centraleuropæiske forhold)

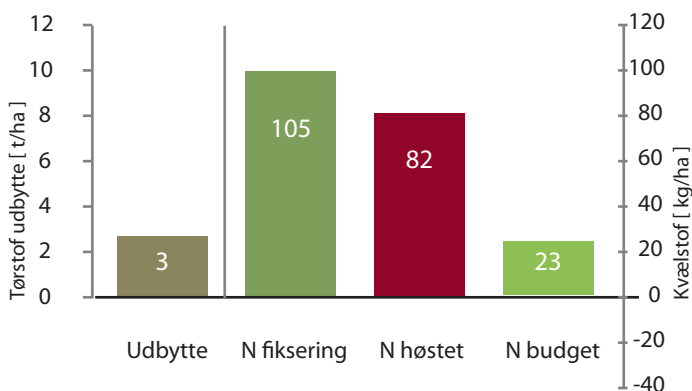
Brutto udbytte (t tørstof/ha årligt)	N fiksering i kg/ha årligt med bælgplante udbytte-andel på		
	20 %	50 %	80 %
4	28	70	112
8	56	140	224
10	70	175	280

Kvælstof-budget beregner



For at lette beregningen af N-inputtet fra foderbælgplanterne, inklusiv et overblik af den totale N-balance for marken, kan du benytte de brugervenlige [ERA it-værktøjer](#). Ved at indsætte nogle få data fra din bedrift (f.eks. udbytte eller høstmetode) kan du få et overblik over situationen på dit landbrug. Et eksempel på en beregning er vist i den følgende graf. Eksemplet viser, at N-balancen ved at høste 3 t/ha kløvergræs som ensilage med 50 % kløver i blandingen ville være positiv (23 kg N/ha). Med 30 % kløver i blandingen, ville balancen være negativ (-15 kg N/ha).

DATA INPUT		
Gennemsnitshøjde	[cm]	45
Høstmetode	[vælg]	ensilage
Høsttab	[%]	20
Bælgplante-andel	[%]	50
RESULTATER		
Udbytte (høstet)	[t/ha DM]	3,2
N fikseret	[kg N/ha]	105
N høstet	[kg N/ha]	82
N budget	[kg N/ha]	23





Niveau af N-fiksering fra foder-efterafgrøder ^[16]
(Standardværdier i Tyskland)

Afgrøde	Gennemsnitligt udbytte friskt materiale t/ha	N fiksering kg/ha
Kløvergræs (50:50)	15	20
Kløver	15	38
Serradel (<i>Ornithopus sativus</i>)	15	32
Ærter (foder)	15	38
Vikke (foder)	15	38
Andre enårige foderbælgplanter	15	32

Hvidkløver er den mest almindelige bælgplante i græsmarken. Ofte angives en generel værdi på 30 kg N/ha som N-fikseringsniveau. Men lige som for foderbælgplanter på landbrugsland, er der en mere præcis vurdering for græsmarker:

1. Udbyttet kan vurderes ifølge tommelfingerreglen vist på side 5.
2. N-fikseringen kan også vurderes ud fra tommelfingerreglen nedenfor ^[14].

Tommelfingerregel til vurdering af N-fiksering i græsmark:
30 kg N-fiksering / 1 t bælgplante udbytte (tørstof)

Der kan være et stort spænd i mængden af fikseret kvælstof, afhængig af kløverandelen i græsmarken.

Mængden af N-fiksering i græsmarken (ved brug af tommelfingerreglen ovenfor)

Brutto udbytte (t tørstof/ha årligt)	N-fiksering i kg/ha årligt med hvidkløver andel på			
	10 %	20 %	30 %	40 %
4	12	24	36	48
8	24	48	72	96
10	30	60	90	120

Vurdering af bælgplante-andelen på græsarealer?

Bælgplante vurderings-træneren kan anvendes til at optræne og teste din evne til at vurdere andelen af bælgplanter i permanent græs.

Sådan øges N-fikseringen ^[5,17]

- Balancerede P-, K- og pH-værdier i jorden, god jordstruktur, dyrkning af afgrøder tilpasset miljøet.
- Kløvergræs til foderproduktion med en bælgplante-andel på 70 – 80 % vil give en positiv N mark-balance.
- Slæt til foderformål resulterer i højere bælgplante-andel og signifikant højere N-fiksering end formuldning på jorden.
- Kraftig vækst opnås, hvis foderbælgplanterne tillades at blomstre én gang.
- Maksimal fikseringsrate opnås under blomstring og bælgdannelse (bælgsæd), så høst og formuldning bør finde sted derefter.
- Integrér bælgplante-efterafgrøder i sædskiftet når det er muligt.
- N-fikseringen afhænger af både jordtemperaturen (> 6 °C) og vækstperioden. Bælgplante-efterafgrøder er sædvanligvis selvforsynende med N efter 5 uger, derfor bør de sås tidligt muligt.
- Dyrk bælgæd, særligt ærter, hvide lupiner og sojabønner, da de kan mobilisere fosfor, hvilket understøtter N-fikseringen.
- En blanding af hestebønner og havre er særligt effektiv til at reducere bedebledlus. Følg de anbefalede dyrkningsintervaller i **sædskiftet** for de forskellige bælgplanter nøje. Omhyggelighed betaler sig ved dyrkning af bælgplanter.

Eksempler på kvælstof mark-balancer ^[17]

Det følgende eksempel giver en grundlæggende forståelse for N mark-balancen i forskellige dyrkningssystemer. Det er vigtigt at bemærke, at salget af bælgæd-frø kan resultere i en negativ N balance. Desuden tilfører foderbælgplanter kvælstof til to eller tre følgeafgrøder, sammenlignet med bælgæd, der kun tilfører N til én. Derfor bør foderbælgplanter dyrkes som forfrugt til økonomisk vigtige afgrøder (sædskifte).



Bælgsæd	Med dyr		Uden dyr	
	Rødkløver	Ært	Rødkløver	Ært
Anvendelsestype	foder	frø til foder	grøngødning	frø solgt
Total N-fiksering	220	90	180	90
N i høstede produkter	-340	-140	0	-140
N-returert med husdyrgødning ¹⁾	170	70	0	0
Gasformige N-tab fra formuldning	0	0	-35	0
N-balance	+ 50	+ 20	+ 145	-50

¹⁾ anslået N-tab gennem animalsk raffinering, oplagring og anvendelse: 50 %

Dyrkning af bælgplanter mindsker næringsstofudvaskning ^[5, 7]

Kløvergræs

- På sandede jorde bør jordbearbejdning udføres så sent som muligt (sen vinter, tidligt forår) for at minimere risikoen for N-udvaskning i løbet af vinteren. Reducering af antallet og dybden af jordbearbejdningerne samt høst af det sidste slæt inden pløjning nedsætter N-mineralisering før vinteren.
- Bælgplante-blandinger bør indeholde en udbytte-andel af ikke-bælgplanter (græsser, korsblomstrede) på 20 til 25 %, for at mindske udvaskningsrisikoen, fordi mineraliseret N kan fanges med det samme.
- Det er vigtigt at bemærke, at formuldning af bælgplanter kan forårsage ammoniaktab (5-15 %).

Bælgsæd

- Undersået græs optager N i jordbunden og reducerer derfor udvaskning på sandede jorde.
- Hvis forårsafgrøder (f.eks. majs) skal dyrkes efter bælgsæd på sandede jorde, anbefales det at udlægge græs eller en vinter-efterafgrøde for at mindske udvaskning.
- Hvis en vinterafgrøde (f.eks. rug) følger bælgplanterne, bør den sås umiddelbart efter bælgplante stubben er pløjet ned.

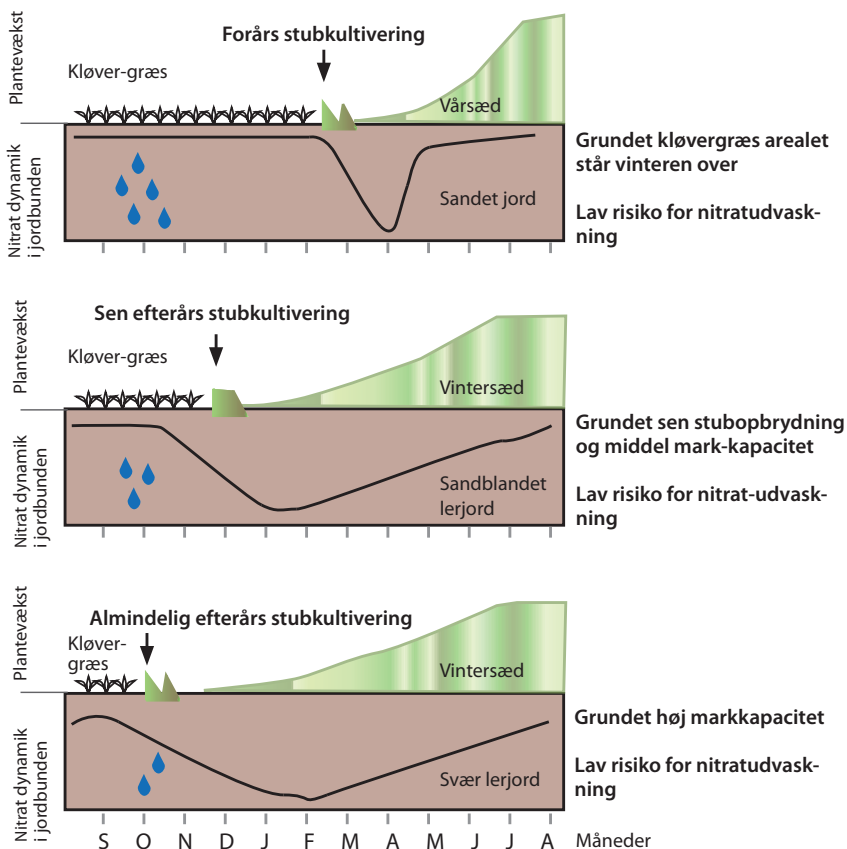
Bælgplante-efterafgrøde

- På sandede jorde bør bælgplante-efterafgrøder kun dyrkes i blanding med ikke-bælgplanter
- Nedpløjning i foråret er at foretrække for bælgplante-efterafgrøder.
- På jorde med højt potentiale for næringsstofudvaskning bør mindst én vinterhårdfør ikke-bælgplante indgå i blandingen.



Strategier til pløjning af kløvergræs for at undgå nitratudvaskning

Skematisk beskrivelse af N-indholdet i forskellige jordbundstyper, efter sted-tilpasset pløjning af kløvergræs ^[18]





HUSDYRGØDNING

Af Karin Stein-Bachinger

Husdyrgødningens betydning	52
Potentielle næringsstofftab (N, P, K)	53
Grunddata	54
Næringsstofftilgængelighed	56
Hvordan begrænses næringsstoffabet under opbevaring?	58
Hvordan begrænses næringsstoffabet under udbringning?	60
Landbrugsmæssige anbefalinger	61
Lovkrav	62

Husdyrgødningens betydning



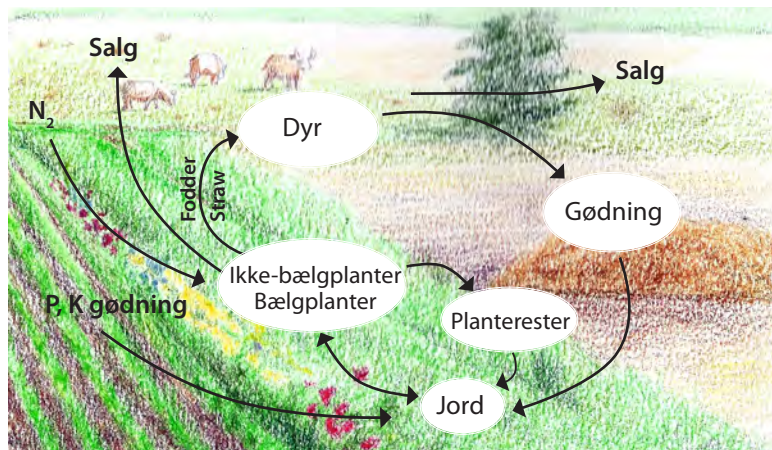
Værdien af husdyrgødning for ERA-landbrug

I husdyrbedrifter spiller husdyrgødningen en nøglerolle for recirkulering af næringsstoffer på bedriftsniveau. Den tilfører ikke bare næringsstoffer til jorden, den opretholder og opbygger også jordens humusindhold og frugtbarhed (f.eks. ved forbedring af markkapaciteten, gennemluftning, dræning og frigørelse af energi til forøgelse af den mikrobielle aktivitet). Ved omlægning til Økologisk Kredsløbslandbrug (ERA) er planlægning af effektiv opbevaring og anvendelse af husdyrgødning essentiel, da næringsstofftab både er et alvorligt forureningsproblem og spild af værdifulde næringsstoffer. Husdyrgødning er den primære gødningskilde og kan anvendes med stor fleksibilitet indenfor **sædskiftet**. Mængden af husdyrgødning er dog begrænset, fordi produktionen af dyreenheder skal passe til den fodermængde, der produceres i bedriften/gård-samarbejdet. I ERA-landbrug bør tilskudsfoeder hentet udenfor bedriften udgøre mindre end 20 %.

Omkring 75-90 % af næringsstofferne N, P og K i foderet passerer direkte gennem dyrene til deres gødning (**husdyrhold**). Metoden til opbevaring og anvendelse af husdyrgødningen afgør i hvilket omfang næringsstofferne returneres til jorden og gøres tilgængelige for efterfølgende afgrøder og humusopbygning

Dette er emner af afgørende vigtighed, både for en vellykket næringsstofforvaltning og et sundt miljø.

Næringsstof recirkulering på bedriftsniveau ⁽⁶⁵⁾



Definition på typer husdyrgødning

a) **Staldgødning** = blanding af dyreafføring og strå (eller anden strøelse)

b) **Gylle** = dyreafføring (urin + fæces)

c) **Ajle** = dyreurin



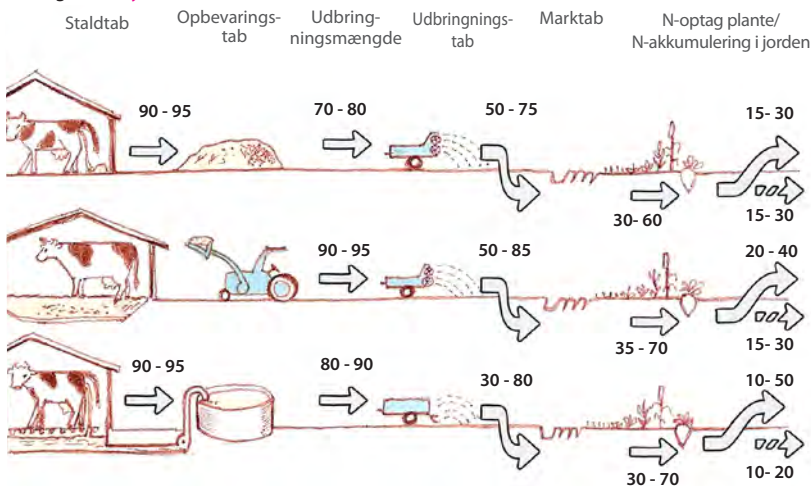
Potentielle næringsstoffab (N, P, K)

Kvælstof

Tab af kvælstof (N) kan forekomme, fra urinen rammer strøelsen, til det er optaget af planten [9]. Tab gennem fordampning og/eller udvaskning kan variere meget i løbet af de forskellige trin, fra 5 % til omkring 30 % afhængig af opbevarings-, behandlings- og tilførselspraksis.

Potential tilbageværende N fra husdyrgødning afhængig af opbevaring og tilførsel ^[62]

100 kg N/ha/dyr/år



Udover N, kan betragtelige tab af kalium (K) på op til 50 % forekomme fra udvaskning og afstrømning under kompostering. For fosfor (P) forekommer størstedelen af tabet som følge af jorderosion efter husdyrgødningen er spredt på markerne.

Kalium og Fosfor

Staldtypen er med til at bestemme opbevaringspraksis. Afhængig af staldsystemet kan gødningen fjernes regelmæssigt og komposteres i en mødding udenfor stalden eller på marken, inden den spredes. I dybstrøelsessystemer opbevares gødningen i stalden i adskillige måneder, nogle gange også i mødding udenfor, før den spredes. Gylle og ajle opbevares i beholdere. For råd omkring opbevaring og tilførsel med henblik på at mindske næringsstoffab → se de følgende sider.

Opbevaringspraksis



Grunddata

Næringsstofindholdet og mængden af husdyrgødning kan variere afhængig af oprindelsen (hvilken slags dyr, strøelse, foder) samt opbevaringsforhold og varighed. Det er i praksis vanskeligt at bestemme den årligt producerede mængde husdyrgødning nøjagtigt.

Den følgende tabel giver et overslag på de gennemsnitlige mængder husdyrgødning, der produceres af kvæg, svin og høns hvert år. For mere detaljerede beregninger med hensyn til specifikke staldsystemer, kan man anvende de nationale databaser ^[4].

Årligt produceret gødningsmængde per dyr (365 dage) ^[4]

Dyr	Staldgødning ¹⁾ t/årligt	Gylle m ³ /årlig	Ajle m ³ /årligt
1 kvæg (6000 kg EKM)	10 (22 % TS)	18 (8 % TS)	4 (8 % TS)
1 so med smågrise	2 (22 % TS)	6 (5 % TS)	1.5 (5 % TS)
10 slagtesvin	8 (22 % TS)	19 (6 % TS)	6 (6 % TS)
100 æglæggende høns (frisk gødning)	6 (22 % TS)	8 (14 % TS)	-

¹⁾ ved lav til gennemsnitlig mængde strøelse: 2-4 kg/DE (Dyreenhed) dagligt;
TS = tørstof

Kompostering

At fremstille god kompost er et vigtigt emne for ERA-landbrug. Sædvanligvis vil staldgødning bestå af ekskrementer blandet med strøelse, f.eks. strå, der har et højt C : N forhold (80 : 1) sammenlignet med malkekvægs-gødning på 20 : 1. Komposteringsprocessen kræver et C : N forhold mellem 25-35 : 1 (se næste side).

Det organiske materiale omsættes af mikroorganismer når der er ilt til stede og temperaturen i stakken kan stige til omkring 60 - 70 °C i løbet af en uge. For at dræbe patogener, ukrudtsfrø og fluelarver skal temperaturen holdes over 60 °C i minimum 15 dage. Efterfølgende bør temperaturen sænkes til under 50 °C. Over denne temperatur vil kvælstof omsættes til ammoniak og tabes til atmosfæren.

Brandorm er aktive i det sidste stadie af nedbrydningen, hvor de hjælper med at forvandle komposten til humus. Volumen af frisk staldgødning reduceres med 40 - 60 %, afhængig af behandling samt kulstof- og kvælstoftab.



Omregningsfaktorer

P	x	2.29	=	P ₂ O ₅
K	x	1.21	=	K ₂ O
P ₂ O ₅	x	0.44	=	P
K ₂ O	x	0.83	=	K



Næringsstofindhold

Eftersom der er mange forskellige måder at behandle staldgødning og ajle på, vil næringsstofindholdet i den gødning der spredes variere en del. Derfor er det tilrådeligt at lave sin egen gødningsanalyse for at få de nødvendige værdier. Dette vil lette planlægningen, hjælpe med at undgå fejl og spare penge.

Er dette ikke muligt, er det vigtigt at bemærke at de officielle, anbefalede værdier ^[4] har tendens til at vise højere næringsstofindhold, fordi de baseres på konventionelle systemer, hvor næringsstofinputtet, f.eks. gennem proteinfoder, er højere ^[6]. Den følgende tabel viser gennemsnitsdata fra adskillige økologiske landbrug ^[5,6] (med undtagelse af hønsemøget) og kan bruges som en vejledning for ens egne beregninger.

Dyr	Gødningstype	(%)	N _{total}	P	K
Kvæg	Frisk staldgødning (kg/t FM ¹⁾)	20	4	1.2	4.6
	Komposteret staldgødning ²⁾ (kg/t FM)	22	5	1.2	6.6
Svin	Staldgødning (kg/t FM)	20	6	2.5	5
Fjerkræ	Tørt hønsemøg (kg/t FM)	60	30	10	13
Kvæg	Gylle (kg/m ³ FM)	8	3	0.4	2.5
Svin	Gylle (kg/m ³ FM)	6	4	1.5	3
Kvæg	Ajle (kg/m ³ FM)	2	2	0.1	3

¹⁾ FM = friskt materiale ²⁾ komposteret op til 6 måneders

På grund af det store volumentab under kompostering af staldgødning, vil koncentrationerne af næringsstoffer og tørstof i de fleste tilfælde stige, og C : N forholdet vil falde over tid. Opbevaring af staldgødning i møddingsstak bør normalt ikke overstige 6 måneders varighed.

Mængden af husdyrgødning til udbringning på marken:

DE/ha (i stald)

- 1.0 DE/ha (220 dage i stald) →
- 1.0 DE/ha (290 dage i stald) →
- 0.6 DE/ha (290 dage i stald) →

Husdyrgødning

- 6 t/ha årligt
- 8 t/ha årligt
- 4.8 t/ha årligt

Næringsstofmængde fra kvæggødning per ha:

30 t staldgødning	150 kg N	36 kg P	200 kg K
10 m ³ gylle	≈ 30 kg N	4 kg P	25 kg K
10 m ³ ajle	≈ 20 kg N	1 kg P	30 kg K

Beregningseksempler

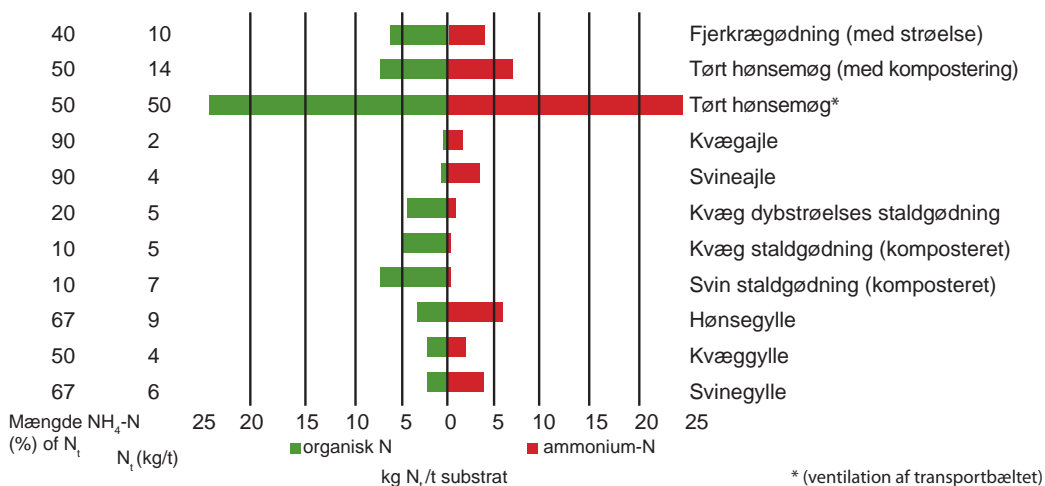


Næringsstoffiltgængelighed

Nitrat, ammonium og total N

Det mineralske N (NO_3^- (nitrat) and NH_4^+ (ammonium) i husdyrgødningen er tilgængeligt for planterne direkte, det organiske N er kun tilgængeligt efter mineralisering over en længere årrække. Jo højere ammonium-andel af den totale N og jo lavere C : N forholdet er, des større er den direkte årlige effekt.

Kvælstofegenskaber for husdyrgødningen ^[4]



Hvad er det med C / N forholdet og hvorfor er det så vigtigt?

Alle levende organismer behøver relativt store mængder kulstof og mindre mængder kvælstof. Balancen mellem de to kaldes kulstof-kvælstof forholdet (C/N forholdet). Dette forhold er en indikator på, hvor let bakterier kan nedbryde organisk materiale. Jo mere kulstof der er i materialet i forhold til kvælstof, jo længere vil nedbrydningsprocessen tage. Generelt set har træstofholdige materialer højt kulstofindhold. Det optimale forhold for bakterierne er omkring 30 dele kulstof til 1 del kvælstof.

Kulstof/kvælstof forhold for forskellige materialer (til orientering) ^[9]

Humus	10 – 12 : 1
Tørvejorde	10 – 30 : 1
Malkekv.gødning	20 : 1
Fjerkrægødning	10 : 1
Grønsagsaffald	12 – 20 : 1
Blade	45 : 1
Strå	80 : 1
Frisk savsmuld	500 : 1
Træflis	100 – 500 : 1
Avispapir	800 : 1





Humusdannelse fra organisk materiale (i humus-ækvivalenter) ^[4,25]

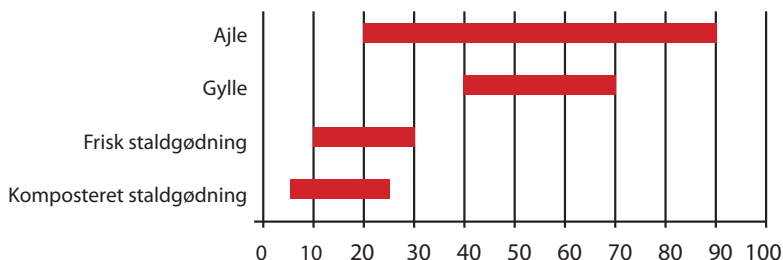
- Frisk staldgødning (20 % tørstof) → 28 kg Humus-C/t substrat
- Forrådnstaldgødning (25 % tørstof) → 40 kg Humus-C/t substrat
- Komposteret staldgødning (35 % tørstof) → 62 kg Humus-C/t substrat
- Svin/Kvæggylle (8 % tørstof) → 8 kg Humus-C/t substrat
- Fjerkræggylle (møg 25 % tørstof) → 22 kg Humus-C/t substrat

Eksempel: 20 t forrådnstaldgødning tilfører 800 kg Humus-C/ha til humusdannelse (jordbundens frugtbarhed, ROTOR).

N-effektiviteten kan variere en del. Op til 90 % af N i ajle kan være tilgængelig for planterne, men der er en høj risiko for fordampningstab. N-effektiviteten af staldgødning er relativt lav, men i det lange løb kan op til 70 % af kvælstoffet blive tilgængeligt ^[4,6].

N

Kvælstof effektivitet det første år (%)



Derimod er omkring 50 – 60 % af den totale mængde fosfor tilgængelig i det første år. Størstedelen af indholdet af kalium er også tilgængeligt for planterne, da det hovedsageligt forekommer som en uorganisk forbindelse. Der kan dog forekomme betragtelige tab under kompostering (op til 50 % ved afstrømning) og ved nedsivning på sandede jorde.

P

K

Potentiel tilgængelighed af N og P i staldgødning

Spredning af 30 t/ha/år =	Tilgængelighed i det 1. år	Tilgængelig mængde / ha i det 1. år
150 kg N	→ 20 %	→ 30 kg
36 kg P	→ 50 %	→ 18 kg

Beregningseksempler



Hvordan begrænses næringsstoffetabet under opbevaring?

Staldgødning kan opbevares udenfor stalden i møddingstakke: enten på betondæk, hvor potentielle næringsstoffetab i form af gødningssaft, let kan opsamles, eller i udkanten af marken, hvor særlige forholdsregler skal efterleves for at undgå nedsivning til jorden. Gylle og ajle opbevares almindeligvis i beholdere (f.eks. over jorden). Begge kræver stor opmærksomhed for at undgå fordampningstab. Landsspecifikke lovkrav skal følges, og bemærk at dette [VI] kapitel omtaler tyske forhold.

Staldgødning

Der er en række muligheder for at opbevare staldgødning og anvende det efter en modningsperiode. Det bør undgås at læsse staldgødningen af i en bunke et tilfældigt sted og håbe på det bedste, fordi det kan medføre store næringsstoffetab, bl.a. gennem nedsivning. Kompostering på et betondæk letter opsamlingen af gødningssaften. Når en omlægningsplan laves, bør opsamlingsystemet omfatte både mødding og ensilagestakke, så alle safter kan samles ^[8].

Anbefalinger til opbevaring i markstak (gælder tyske forhold) ^[5]

- Tjek den lokale lovgivning på området
- Maksimum opbevaring: 6 måneder, skift opbevaringssted
- Medtag 5-10 cm af jordoverfladen for at fange rest-næringsstofferne
- Afstand til vådområde: mindst 20 m i flade områder
- På en skrånende overflade skal stakken ligge på tværs
- Fjernes bedst fra forår til sen sommer, såfremt der ikke dannes gødningssaft.

Tildækning og beskyttelse af underlaget for at undgå tab af N og K under kompostering ^[5] (nedenstående er gældende under tyske forhold)

Forhold	Virkemiddel	Op til 500 mm nedbør	500 – 1000 mm nedbør	> 1000 mm nedbør
< 25 %	Tildækning	Strå (brugbart men ikke påkrævet)	Fiberduk	Fiberduk eller presenning efter selvopvarmning
	Særligt underlag ²⁾	Brugbart	Påkrævet	Påkrævet ¹⁾
> 25 %	Tildækning	Strå (brugbart men ikke påkrævet)	Strå eller fiberduk	Fiberduk
	Særligt underlag ²⁾	Ikke påkrævet	Brugbart	Påkrævet

¹⁾ samt for-kompostering på betondæk ²⁾ f.eks. strå eller lerminerale som bentonit



Høj risiko for ammoniaktab under kompostering ^[5]

Forhold	Anbefalinger
Varmt, tørt, blæsende	Undlad at vende eller flytte gødningsstakken
Flade stakke, store overflader	Øg stakhøjden, dæk med strå
Sandede jorde	Beskyt underlaget med ler. I tilfælde af udsivning, adskil gødningsaft og regnvandsopsamling

Da uforarbejdet gylle kan medføre alvorlige forureningsproblemer, kan en form for kompostering udføres ved at gennemlufte gyllen i beholderne. Selvom der er en høj risiko for ammoniak fordampning, kan lugtgener fra anaerobe forhold samt risikoen for ukrudt og patogener mindskes. Desuden vil gyllen være mere passende for planterne. Beholderne bør have kapacitet til mindst 6 måneders gylleproduktion. Med hensyn til opbevaring af svinegylle, er tildækning af beholderne bedømt som det mest effektive middel til at reducere udledninger af dampe. Tildækning af beholdere med kvæggylle giver en mindre reduktion af udledninger, fordi et flydelag naturligt opbygges ^[4], men det anbefales stadig.

Gylle og ajle

Anbefalinger til opbevaring ^[5]

Opbevaringsforhold	Risiko for ammoniakudledning	Anbefalinger
Åbne beholdere	Meget høj	Oprethold flydelag, Tilsæt snittede strå
Lukkede beholdere	Lav	-
Gennemluftning	Meget høj	Udelad eller reducer gennemluftning, overvej teknisk løsning til luftrensning
Fermentering (biogasproduktion)	Lav	Meget hurtig indarbejdning efter udbringning



Hvordan begrænses næringsstofftab under udbringning?

Ved lov kræves gylle, ajle og fjerkrægødning indarbejdet i jorden umiddelbart efter udbringning på landbrugsjorde uden vegetation. Udbringning bør ikke ske ved varme, tørre og blæsende vejrforhold, samt når jorden ikke kan bære eller er frossen. Tykflydende gylle bør fortyndes. Den skal kunne løbe af planterne og trænge ned i jorden.

Da der findes et stort udvalg af forskellige tekniske løsninger, gives der i de følgende tabeller generelle vejledninger for udbringning.

Vejledninger til udbringning af staldgødning ^[6]



Teknik	Forhold	Risiko for ammoniakudledning	Anbefalinger	
Udbringning på landbrugsjord	Bar jord	Varmt, tørt, blæsende	Høj	Indarbejdes øjeblikkeligt
		Køligt, fugtigt, vindstille	Lav	Indarbejdes øjeblikkeligt
	Vegetation	Varmt, tørt, blæsende	Høj	Undlad udbringning
		Køligt, fugtigt, vindstille	Middel	Bedst i kombination med harvning
Udbringning på græsarealer	Varmt, tørt, blæsende		Høj	Undlad udbringning
	Køligt, fugtigt, vindstille		Middel	

Reduktion af ammoniaktab efter udbringning af gylle eller ajle ^[4]

Teknik	Forhold	Emissionsnedsættelse %		Begrænsninger
		Kvæg	Svin	
Slæbeslange	Landbrugsjord			
	- uden vegetation	8	30	Stejle skrånninger, ikke for stenet, markens størrelse og form, tykflydende gylle, vegetationshøjde
	- med vegetation (> 30 cm)	30	50	
	Græsarealer			
- Lav vegetation (<10 cm)	10	30		
	- højere vegetation (> 30 cm)	30	50	
Slæbesko	Landbrugsjord	30	60	Se ovenfor, ikke for stenede jorde
	Græsarealer	40	60	
Gylle-nedfælder	Landbrugsjord	>80	>80	Se ovenfor, ikke for stenede jorde. Kræver stor trækraft, kun delvist brugbar på landbrugsjord med vegetation
Direkte indarbejdning (inden for 1 time)	Landbrugsjord	90	90	Med lette redskaber (harve) efter primær jordbearbejdning, med nedfælder/plov efter høsten
Fortynding	Græsarealer	-	30-50	Kun på græsarealer

Landbrugsmæssige anbefalinger

- Prioritér udbringningen til næringskrævende afgrøder som rodfrugter, (ensilage-) majs, foderafgrøder og hurtigt voksende efter/dækafgrøder.
- Undgå at gøde afgrøder, hvor forfrugtsværdien er høj (f.eks. kløvergræs med høj bælgplante-andel).
- Undgå store mængde gylle til bælgplanter, da det vil reducere N-fikseringen.
- For at forbedre næringsstof mineralisering/tilgængelighed, og undgå emissionsstab nedpløjes staldgødning.
 - o På tørre, sandede jorde ned til 15-20 cm
 - o På tunge jorde ned til 10-15 cm
- Udbringning af gylle og ajle er i Danmark ikke tilladt fra 1. okt. til 31. jan!
- Udbringning af husdyrgødning umiddelbart inden jordbearbejdningen reducerer emissionstab.
- Undgå efterårsudbringning til vintersæd eller græsarealer på sandede jorde, da det vil øge nitrat-udvaskningen i løbet af vinteren.
- Anvend flydende husdyrgødning til korn ved buskning for at øge udbyttet, ved skridning for at forbedre proteinindholdet.
- Særligt om foråret, kræver udbringning af flydende gødning til korn specielt udstyr, for at undgå ammoniaktab.
- Tilfør gylle til efter/dækafgrøder eller vinterraps inden september for at sikre et højt næringsstoffoptag.
- Undlad at tilføre husdyrgødning til kartofler, der følger direkte efter forårsnedpløjet kløvergræs, af hensyn til plantesundhed.
- På enge kan gylle udbringes om foråret inden første slæt, hvis væksthøjden er under 15 cm.
- På græsarealer udbringes gylle tidligt om foråret, mindst én måned før afgræsning begynder.
- Når det er muligt, indarbejdes husdyrgødningen med det samme efter udbringningen.
- Anvend relativt små mængder for at forbedre næringsstoffektiviteten.
- På græsarealer bør en ensartet spredning sikres, for at undgå skader på græsset efterfulgt af flerårigt ukrudt.

Hvor?

Hvornår?

Hvordan?

Gødningsplan

Hvordan afgøres den passende gødningsfordeling i **sædskiftet**?

6 årigt sædskifte: 1 DE/ha, 290 dage i stald:

8 t staldgødning/ha = 48 t/ha er tilgængeligt over det 6 årige sædskifte

Fordeling i sædskiftet	24 t/ha til hver af 2 afgrøder	16 t/ha til hver af 3 afgrøder
N-mængde	≈ 120 kg N/ha	≈ 80 kg N/ha
Minus 20 % tab	≈ 96 kg N/ha	≈ 64 kg N/ha
Tilgængelighed det første år		≈ 20 %
Kg N det første år	≈ 20 kg N/ha	≈ 15 kg N/ha

Tag højde for den langsigtede tilgængelighed over hele sædskiftet!

Lovkrav

Vær opmærksom på landsspecifikke lovkrav!

I Tyskland må der tages højde for adskillige regler omkring udbringning af husdyrgødning: Düngeverordnung

http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf e.g. §4

Nedenstående regler gælder for Tyskland:

- Lovkrav til udbringning af husdyr/kunstgødning: N og P mængder skal kendes inden spredning .
- Gylle eller anden flydende husdyrgødning med høj N-koncentration skal indarbejdes i jorden umiddelbart efter udbringning.
- Maksimalt 170 kg N/ha fra husdyrgødning må udbringes (i gennemsnit for det samlede landbrugsareal). Dette inkluderer N tilførsel fra mineralisering! **Vær opmærksom på, at økologiske landbrug kun tillades 128 kg N/ha.**
- Gødsning af overdrev og græsarealer skal ske med emissionsbegrænsende teknikker.
- Tilførsel af gødning med stort indhold af tilgængelig N (staldgødning er undtaget, men ikke fjerkrægødning) er ikke tilladt fra:
 - o 1. november til 31. januar på landbrugsjord
 - o 15. november til 31. januar på græsarealer
 - o Undtagelser afhænger af vejr, vegetation og regionale forhold.

Særregler for de tyske delstater (uddrag)

- Opbevaringsstrukturer til fast husdyrgødning (<25 % tørstof) kræver et betondæk som underlag samt drænbrønd.
- Opbevaringskrav til midlertidig opbevaring, f.eks. i markstak, afhænger af gødningstype og er kun for begrænsede perioder (6 uger til 6 måneder for staldgødning, undtagen frisk fjerkrægødning); minimum 10-20 m fra overfladevand.
- Særlige lovkrav for vandbeskyttelsesområder.

Forskningsprojekt under Baltic Sea Region Programme Baltic MANURE (Østersø forum for innovative teknologier og bæredygtigt gødningsanvendelse)



HUSDYRHOLD

Af Katarina Rehnström and Åsa Odelros

Økologisk landbrug kræver husdyr	64
Mælk	65
Grovfoder er rygraden i vinterkosten	66
Lam og kødkvæg	68
Får	70
Svin	71
Fjerkræ	75

Økologisk landbrug kræver husdyr

Husdyrproduktion er en vigtig del af økologisk landbrug, der sigter mod at opnå et balanceret forhold mellem jorden, planterne og dyrene i et landbrugssystem. Økologisk landbrug giver mange mulige løsninger på de udfordringer, der kommer af klimaforandringer og rovdrift på ressourcer, men vi må uafbrudt bestræbe os på at forbedre de lokale næringsstofkredsløb, for at sikre os at vi producerer fødevarer med metoder, der er både bæredygtige og stabile. Dette er grunden til, at gårdens areal og mulige foderproduktion er væsentlige for beslutningen om kombinationen og arten af husdyr og besætningsstørrelsen. Omgivelserne og livsbetingelserne for økologiske husdyr må tilrettelægges, så de passer til de specifikke behov for de forskellige arter. Alle dyr bør have mulighed for at udtrykke deres naturlige adfærd.

Det fantastiske ved husdyr er, at de producerer fødevarer fra foderstof, som mennesker ikke kan indtage. Drøvtyggere omsætter fiberrige plantedele til højkoncentrerede fødevarer. Svin og fjerkræ kan udnytte affald, spildkorn, orme og insekter. Desuden er husdyrene ikke bare fedt- og proteinproducenter. Deres særlige evner kan også udnyttes i andre sammenhænge. Svin kan gøre nytte som kultivatører i marker og skove, kyllinger har evnerne til at finde næringsstoffer, og drøvtyggere kan udvælge græs og ukrudt, selv på steder hvor det ikke er muligt at høste.

Drøvtyggere har en central rolle i ressource-bevarende landbrug. Grunden til det er den vigtige rolle som bælgsgæs og kløvergræs spiller i økologisk landbrug. De en-mavede dyr, f.eks. kyllinger og svin, konkurrerer om de samme fødevarer som menneskene, og bør derfor ikke have en førsteplads.

I Sverige i 2010, udgjorde andelen af økologisk husdyrproduktion mere end 19 % af den samlede produktion af lam, 15 % af kødkvæget, 11 % af mælkeproduktionen, 3 % af svinene og 11 % af æglæggende høns. Andelen af certificerede økologiske mælkekøer, andet kvæg, høns og får stiger hvert år, mens andelen af økologiske svin er stort set uforandret.

Mælk

Af Katarina Rehnström, Åsa Odelros og Moa Larsson Sundgren

Drøvtyggers evne til at konvertere grønfoder til mælk og kød, er meget vigtig i ERA-landbrug. En høj andel af kraftfoder i koens kost giver mere mælk, men det koster 1,5-2 gange mere energi, sammenlignet med økologisk mælk, produceret med grovfoder. Høje andele af fuldfoder har en negativ indflydelse på både dyrets helbred og mælkenes kvalitet. Kvæg kan ikke udnytte alle næringsstofferne i kraftfoderet ^[59]. De næringsstoffer der ikke udnyttes, kan være tabt til miljøet.

Den centrale ide i økologisk mælkeproduktion er, at køerne bør gives grovfoderbaseret kost gennem hele perioden med mælkeproduktion. Græsmarksafgrøder er en naturlig fødekilde for drøvtyggere gennem vækstsæsonen. (i Sverige fra april til september). Muligheden for at dyrke, høste og opbevare vinterfoder af en høj kvalitet, er afgørende for bedriftens økonomi. Effektiv foderomsætning er vigtig for at forbedre produktiviteten, men også for at mindske miljøpåvirkningerne. Dette kan opnås gennem dyresundhed, genotyper, reproduktionsevne og lang levetid ^[60]. Det er også vigtigt, at avlsarbejdet medtager disse yderligere aspekter, lige så vel som evnen til at producere mest muligt mælk på grovfoder. Malkekøer kan producere 6000 kg mælk årligt på god kvalitet grovfoder, nogle individer op til 7000 kg. Avlstyre med døtregrupper i både konventionelle og økologiske systemer, gav forskellige rangordninger af top-avlstyre for høj mælkeproduktion. Forskellen viser vigtigheden af at udvælge avlstyre til økologiske systemer ^[61].

Landmænd må altid træffe valget mellem at: maksimere mælkeproduktionen med et højt kraftfoderinput, eller øge andelen af grovfoder, med en nedsat mælkeproduktion men lavere foderomkostning. I sidste ende handler det hele om de produktionsomkostninger for mælk, der er vigtige for at gøre produktionen rentabel.

Arealkrav per ko årligt, inklusiv kvier og kalve, for en høj grad af selvforsyning ⁽⁶⁴⁾

Afgrøde	Areal
Grovfoder (kløvergræs og helsæd)	0.75 til 0.95 ha
Græsning (malkekveg) *	0.15 til 0.25 ha
Korn	0.25 til 0.40 ha
Bælgsæd	0.15 til 0.25 ha
Raps	0.15 til 0.25 ha
Total	1.45 til 2.10 ha

* forudsat at ungdyr er på naturlige græsningsarealer



Avl og fodring for højere udbytte, er hverken miljø eller dyrevenligt



Grovfoder er rygraden i vinterkosten

Køerne bør have fri adgang til grovfoder. Det betyder, at du må acceptere en vis restmængde, 10-15 %, sådan at køerne kan sortere og æde de bedste dele. Langsom fødeindtagelse er vigtig, og derudover at fødeindtaget er jævnt fordelt over hele dagen. Udvælg sorter af grovfoder med højt energiindhold og smagfuldhed. Timote, engsvingel og rajgræs er arter der smager godt, og har højt energiindhold.

God kvalitet kløvergræs ensilage, i henhold til de nordiske standarder^[64]

30 – 50 % Kløver
11 MJ /kg tørstof
150 – 200 g protein / kg tørstof
400 – 500 g NDF / kg tørstof

Helsædsensilage, inklusiv kornsorter eller blandinger med ærter eller hestebønner, kan i en vis udstrækning erstatte kløverensilage. Eksempler på passende kombinationer er ærter med byg og havre, hvor hestebønner er gode i blanding med vårhvede.

Andelen af ærter eller hestebønner i helsædsensilageblandinger kan udgøre 30-70 % af indholdet. Majsensilage virker også fint i kombination med kløverensilage, på grund af dets høje energi- og lave proteinindhold.





Tilskudsfoeder

Om nødvendigt kan økologisk egenproduktion af korn eller proteinfoeder gives som supplement til den grovfoderbaserede kost. Det maksimale daglige indtag er ifølge anbefalingerne 5 kg korn, 3-4 kg ærter og 1,5 kg rapsfrø. Det anbefalede indtag, afhænger naturligvis af koens individuelle mælkeproduktion, og grovfoderets kvalitet. Kartoffler er et fremragende tilskud til korn. Kogte kartofler indeholder mere fordøjelig energi end rå. Rodfrugter som foderroer og turnips tælles som grønfoeder, hvilket gør dem særligt interessante i økologisk landbrug. De kan give høje udbytter og er smagfulde. Deres energiindhold svarer til kornets. Den daglige ration er begrænset af det lave råfedt og totale tørstofindhold og bør ikke overstige 25-30 kg rodfrugter per dag.

Alternative foderkilder

I de gamle landbrugssamfund, udgjorde løv et vigtigt grønfoeder i vinterperioden. Næringsværdien er god, med højt proteinindhold og en god aminosyresammensætning. Men løv indeholder også adskillige problematiske forbindelser, der nedsætter fordøjeligheden, som f.eks. garvesyrer. Løv fra træer som elm, ask, lind, ahorn, pil og røn, fordøjes ganske godt. En moderne variant af fodring med løv, kunne være blandet ensilage med 10-20 % topskud fra pil. Et kombineret græsningsareal med kløvergræs og energiskov, kunne også være en mulighed.



Eksempel på foderration til malkekøer ^[64]

- Gå efter hø, god kvalitet grovfoder, helsædsensilage er et godt tilskud
- Supplér med korn og ærter/hestebønner i lav og mellem laktationsperiode
- og med rapsfrø/lupin i tidlig laktation.

Lam og kødkvæg

En velegnet produktion på ERA-landbrug – økologiske lam og kødkvæg



Der er nogle forskelle mellem konventionel og økologisk kredsløbslandbrugs produktion af lam og kødkvæg. Denne type produktion egner sig godt til økologisk landbrug, og der behøves kun mindre tilretninger af produktionsstrategien. Det konventionelle fårehus med halmstrøelse overholder de økologiske standarder, og i kvægstalden er et halmdækket hvileområde vigtigt (fodringsområdet kan være med spaltegulv).

Økologisk kødproduktion er hovedsageligt baseret på foder fra naturlige græsningsarealer og kløver i omdrift.

For både fåre- og kødkvægproduktionen, er problemerne med at opnå profitable produktionsniveauer med hjemmedyrket foder, relativt lette at overkomme. Fra både et økonomisk og fysiologisk perspektiv, vil husdyrene yde bedre på en fremherskende grønfoderkost. Der kan dog være perioder af produktionen, hvor tilskudsfoder er afgørende. Hjemmedyrkede bælg-sædsafgrøder burde være i stand til at give det fornødne protein på disse tidspunkter.

Andelen af grønfoder, inklusiv græsning, varierer mellem 80 og 100 % afhængig af produktionsformen.

Sørg godt for kløver i græsningsarealer ^[64]

- Kvælstoffiksering på 200 – 300 kg / ha
- Langsigtet **frugtbarhed for jorden**
- Hvidkløver er mere passende til græsning



Omdrejningspunktet for en profitabel, økologisk okse- og lammekødsproduktion er at opnå tilstrækkelig intensitet og sigte mod slagtemodenhed, i henhold til bedriftsstrategier og planer. Det er vigtigt at lære at bedømme slagtemodenheden, veje dyrene og levere dem til slagtning på det rigtige tidspunkt. Det bedste værktøj er en gennemarbejdet grønfoder- og græsningsplan. Til vinterfoder er kvaliteten og naturligvis de rette mængder meget vigtige. Husk at analysere alt foderstof.



Græsarealer – enkelt og billigt

I økologisk produktion af får, kødkvæg og mælk er det vigtigt at maksimere andelen af frisk græs i foderet. Dette hjælper os til at opnå minimale foderomkostninger, med maksimal næringsværdi.

En stor del af dyrets vækst kommer fra afgræsning og græsmarker, der er den naturligste føde for drøvtyggere. Omkring en tredjedel af kødkvægets føde er græs, også mælkeproduktionen afhænger af græs. Græsning er fuldstændigt økologisk i betydningen af komplet recirkulering af næringsstoffer. Næringsstofferne passerer fra jorden, gennem kvæg eller får, og tilbage til jorden igen. Det er meget vigtigt, at opnå en god balance i sommerperioden mellem græsmængden og dyrenes næringsbehov.

Græssets tilvækst er meget kraftig først på sommeren, og senere hen falder væksthastigheden betragteligt. En god strategi er at rotere mellem flere græsarealer.

For at opnå en effektiv produktionskapacitet, er det meget vigtigt at planlægge arealanvendelse og den samlede græsningsstrategi. Det er også en god vane, at lade kvæg og får komme på græs så tidligt som muligt i forårssæsonen. Også nyttigt, særligt for får, er græsarealer der rummer en god diversitet af urter. Hvis får har fri mulighed for det, vælger de urter til to tredjedele af kosten og græs for resten.

Græsningsteknik

Dyrene lærer græsningsadfærd fra hinanden, og i en vis udstrækning endda fra andre arter.

Et ungt individ, der græsser sammen med voksne individer, helst deres moder, opnår en bedre græsningsteknik. I det perspektiv er det ikke en god ide at sætte en gruppe ungdyr på græs, uden at voksne lærer dem den bedste teknik.

Græsmarkstyring

Den optimale højde af græsset er 5-8 cm for får og 8-13 cm for kvæg. Accepter højere græs imod slutningen af sæsonen.





Produktion

Et godt græsareal har i begyndelsen af sæsonen et energiindhold på omkring 11 MJ per kg tørstof. Forskningsresultater viser, at et tilstrækkeligt areal med god forvaltning af græsningen, kombineret med 1-2 kg hø, er nok til at producere op til 18 kg mælk i forsommeren. Senere, omkring midsommer, vil denne græsningsbaserede kost give en produktion op til 15 kg mælk, og sidst på sæsonen omkring 12 kg. For stude er det muligt at opnå en tilvækst på 1000g/dag. Tilvæksten eller mælkeproduktionen kan øges noget, hvis græsarealet indeholder meget kløver.

Blandet græsning – minimerer parasitter og maksimerer indtaget

Unge kalve på 3-4 måneder, og ungdyr i det hele taget, er meget følsomme overfor indvoldsparasitter. Det er en af grundene til ikke at lade unge og gamle dyr græsse på det samme stykke. Når dyrene første gang lukkes ud på græs, er det vigtigt altid at have en "ren mark". En ren mark indebærer, at der ikke har været græssende dyr af samme art året før, eller at marken er nyudlagt eller netop brugt til høslæt.

En anden strategisk tilgang er at blande eller rotere græsningen med andre arter, f.eks. kvæg og lam. Det er en økologisk måde at bekæmpe indvoldsparasitterne på og samtidig udnytte græsarealet mere effektivt. Generelt set er det et faktum, at der på en gård med mange forskellige slags husdyr er et langt mindre problem med parasitter, end på en gård med kun en slags husdyr. Det betragtes som det bedste valg, at lade kvæg eller heste græsse efter får. Forebyggelsesstrategier skal fremmes som et alternativ til afhængighed af ormemedler. I Økologisk Kredsløbslandbrug er mindre besætninger, forebyggende græsningspraksisser og genetisk udvælgelse anbefalet og vil reducere ethvert problem med orm.



Får

Eksempel på vinterfoder-ration (tørstof) til et 85 kg moderfår med 2-3 lam ^[66]

Foderstof	kg
Hø	1.8
Hvede	0.7
Havre	0.5
Ærter	0.3

Svin

Økologisk svineproduktion – en interessant niche

Svin er, som mennesker, en-mavede. De konkurrerer med mennesker om de samme typer af høj kvalitets proteiner og korn. Dette forhold, giver svin en sekundær rolle i økologisk landbrug, hvor antallet af svin er nødt til at passe til landbrugsarealet og **sædskiftet**. Svinenes funktion er at være dem, der effektivt kan omsætte restmaterialer efter høsten og udnytte næringsstofferne i affald f.eks. biprodukter fra den lokale fødevarerekæde, dagligvarebutikker og storkøkkener. Svin kan på samme tid være nyttige ved at kultivere jorden og bekæmpe uønskede insekter. De kan desuden anvendes til en miljøvenlig forvaltning af skovområder.

I fremtidigt Økologiske Kredsløbslandbrug, skal produktionen af svinekød praktiseres i en langt mindre skala end i dag.

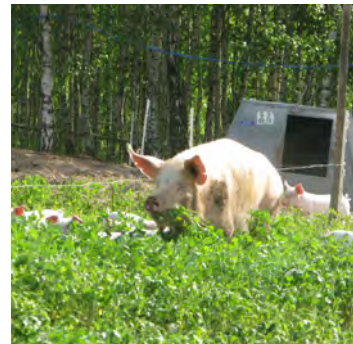
Guidelines til økologiske svin:

- Svin er instinktive fødesøgere – de nyder at undersøge og rode.
- Svin behøver adgang til større marker – om muligt året rundt.
- Hold svin og deres læskure i rotation – intervaller på mindst 3-4 år.
- Svin skal holdes i familiegrupper.
- Soen skal have mulighed for at bygge en rede, inden hun farer.
- Svin skal gives tilstrækkelig plads, til at kunne gå hver for sig til at æde, drikke, hvile og gøde.

Landbrugsarealet er nøglen til besætningens størrelse

Vores miljølovgivning kræver et bestemt landbrugsareal til spredning af **husdyrgødning**. Husdyrgødningen bør udbringes på landbrugsjorden på grundlag af dets næringsstofindhold og afgrødernes næringsbehov. Svin passer godt ind i et økologisk sædskifte, fordi de tilfører gødning ved slutningen af græsarealernes omdrift. Den økologiske svineproducent må nøje planlægge, hvordan svinenes rotation i marken skal forløbe, for at sikre dyrevelfærden og minimere næringsstofudvaskningen.

Typen af læskur kan variere en del. Nogle landmænd holder svinene i læskure året rundt, mens andre foretrækker at huse dem i en staldbygning om vinteren og i læskure på marken om sommeren. Et tredje alternativ er at huse dem i en permanent bygning. Det er tilladt under hårde vejrforhold, forudsat at der er rigeligt strøelse til svinene og adgang til en udendørs svinesti hele året. Man bør sikre sig, at forholdene lever op til økologireglerne.



Foderstof – økologisk og egenproduceret



Korn er hovedingrediensen i økologisk svinefoder. Det er dog nødvendigt at tilføje højkvalitets protein til kosten, særligt til yngre svin. Forskning viser, at det er muligt at fodre ældre svin med en lav-protein kost og stadig opnå gode resultater i vækst og kødkvalitet.

Ved økologisk fodring af svin er de vanskeligste stadier at fodre diende søer og ny-fravænnede pattegrise.

Den traditionelle måde at holde svin på gårdene førhen var baseret på at fodre dyrene med rest- og affaldsprodukter. Der er mange muligheder for at supplere foderet med alternative foderstoffer som foderhvede, hvedeklid, tørret sukkerroepulp, melasse, mask, sød- eller skummetmælk. Sødmælk f.eks. kan være tilgængeligt som biprodukt fra mejeriet. Det er et fremragende og letfordøjeligt foder for svin af alle aldre. Der er ingen begrænsninger på de mængder der kan gives af foderet, men særlig opmærksomhed kræves omkring foderhygiejne. Forskellige slags rodfrugter giver gode muligheder som supplement i foderet. Kartoffler, gulerødder, foderroer, kålroer, turnips og sukkerroer, for at nævne nogen af dem. F.eks. kan overskydende kartofler, eller dem der er frasorteret som uegnet til konsum, anvendes til svinefoder. Kartoffler er en glimrende kilde til energi, protein, essentielle vitaminer og mineraler. Der behøves omkring 6 kg rå eller 6,5 kg ensilerede kartofler, for at erstatte 1 kg byg. Til slutopfedning af svin, kan omkring 25 % af tørstoffet komme fra rå kartofler. Dog må en lavere udnyttelse end ved korn forventes. Ved at koge kartoflerne, forbedres energiværdien med 40 % og desuden inaktiveres næringshæmmende faktorer.

Kildesepareret madaffald udgør et stort potentiale til at øge tilbagestrømningen af plantenæringsstoffer fra byområder til landbrug. Dette flow kan allerede godkendes af kontrolmyndighederne, til anvendelse i økologisk produktion. Genanvendelsessystemer bør stille høje krav til sporbarhed og lav forurening, for at sikre miljø og hygiejnekrav.





Græsningsareal og grønfoderudnyttelse afhængig af alder

Svinets evne til at udnytte græsningsareal og grønfoder, afhænger af dets alder. Grønfoder til svin må være bladagtig, med mindre stilk og strå, end hvad køer ville synes om. Ældre svin kan klare op til omkring 70 % bladfoder, der vil give omkring 50 % af deres energibehov til selvopretholdelse. Yngre smågrise er ude af stand til at fordøje større mængder grovfoder på grund af deres uudviklede fordøjelseskana. De har brug for korn og protein af høj kvalitet i deres foderration. Efterhånden som de bliver ældre, forbedres deres fordøjelsesevne dog. Ved at begrænse mængden af fuld-foder til voksende svin, kan grønfoderindtaget nå op på 15 % af tørstof-fet. Med denne strategi vil tilvæksthastigheden nedsættes og resultere i et mere magert slagtedyr.

Drægtige søer evner at indtage og omsætte store mængder af lavenergi grønfoder. I dieperioden behøver soen dog en koncentreret kost, da hun ellers vil tabe vægt og have en ringe mælkeproduktion. I denne periode bør grønfoderet kun gives som tilskud.

Svin er hurtige til at afgøre kvaliteten af græsningsarealerne. Er den ringe, vil svinene 'pløje' græsarealet op og æde rødderne. Nogle landmænd inkluderer svin i deres sædskifte, og udnytter deres evne til at pløje afgrøder ned og gennemlufte jorden. Dyrene tages væk når de har ædt afgrøden og ukrudtet, og vendt jorden. Svin finder også orme og insekter i jorden, der er et glimrende proteintilskud til deres kost. Efter svinene er flyttet, behøves kun en let bearbejdning for at gøre jorden klar til den næste afgrøde.



ERA landbrug anbefalinger

- Roterende græsning
- Høj kvalitets græsarealer
- Suppleret med hjemmeavlet korn og bælgplanter

Græsningskov

En interessant mulighed er græsningskov. Svin er kendte for deres værdifulde bidrag til forvaltning af skovområder. Med omhyggelig pasning, vil de hjælpe med at opretholde naturlige levesteder ved at skabe bedre forhold for genetablering af planter. Skovområder giver svinene ly og beskyttelse mod vejrliget. Det anbefales ikke at holde smågrise, yngre end en måned, i skovområder. Svin der holdes i skove skal reagere godt på elhegn, og der skal sørges for tørre, halmdækkede hvilepladser til dem.

Eksempel på foderration til so med pattegrise. Eksemplet forudsætter at søerne farer i forsommeren, så de drager nytte af de gode græsningsmuligheder ^[66].

Foderstof	%
Byg	53.75
Skummetmælk	11.75
Græsning på kløvergræs	10.1
Helsædsensilage med ærter	10.35
Kogte kartofler	3.4
Fuldfoder	10.7

Fjerkræ



Udfordringen med æglæggende høns i ERA-landbrug

En høne har en fremragende evne til at finde og sammensætte en fuldstændig kost, med tilstrækkeligt af alle de næringsstoffer hun behøver. Fjerkræ har en indbygget kværn og kan æde næsten hvad som helst, f.eks. frø, insekter og orme. De kan være nyttige i frugthaver ved at spise insekter. De er også nyttige i et blandet græsningsssystem, hvor de bidrager til en bedre udnyttelse af græsningsarealerne, ved at sprede kokasser og reducere mængden af andre arters indvoldsparasitter.

At holde økologiske høns er noget af en udfordring, sammenlignet med konventionel ægproduktion. De moderne genotyper er fremavlet til at producere mange æg og til en effektiv foderstof omsætning.

De fleste europæiske økologiske fjerkræproducenter holder hybrider, fremavlet til konventionelle forhold. Dette er en af grundene til, at der forekommer problemer med fodring og pasning af flokken. Det er endnu ikke muligt at bruge landracer, racer til flere formål eller gamle racer i kommerciel produktion, på grund af deres lave reproduktionshastighed.

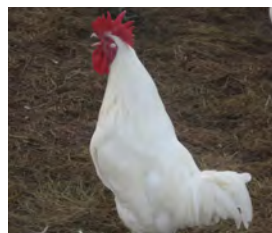
Opdrættet fjerkræ og mennesker konkurrerer om de samme fødevarer ingredienser. Også økologiske høns bliver hovedsageligt fodret med korn, majs, ærter og sojabønner, hvilket kan siges at være en begrænsende faktor i at opbygge et bæredygtigt system for næringsstof recirkulering.

Eksempler på hjemmeavlede vegetabiliske proteinafgrøder

Hestebønner
Ærter
Solsikkekerner
Rapsfrø

Nye økologiske højværdi proteinkilder

Fluelarvemel
Alger
Muslingemel
Hampkage
Sesamkage
Fermenterede aminosyre produkter



Fodring

En økologisk høne vil æde omkring 130 gram per dag. Korn som hvede, byg, havre eller majs er basisfoderet. En tommelfingerregel for korn er 1/3 af hver del. En god proteinkvalitet i foderet er ensbetydende med en højere andel af hjemmeavlet korn i de daglige rationer. Et normalt kornindhold i foderet vil ligge mellem 60-80 %.

Soja er omdiskuteret, da det ofte er importeret fra fjerne produktionslande og derudover bidrager til ødelæggelse af regnskov og græsområder. Selvom det er almindeligt brugt i æglægningsfoder i Skandinavien, er fiskemel en anden omdiskuteret proteinkilde. Nye økologiske højværdi proteinfoderstoffer kan blive interessante i fremtiden.

Lad hønen vælge selv

En moderne læggehøne behøver ikke udvise fødesøgningsadfærd for at finde føde, men hun er stadig højt motiveret for at gøre det. I naturen tilbringes 65 % af tiden på jorden med at hakke og skrabe. Det er virkelig en udfordring at tilfredsstille kyllingernes behov for at udtrykke naturlig adfærd. Fjerkræproducenten må sørge for at holde flokken beskæftiget, for at undgå udbrud af hakning og kannibalisme.

Hvis vi lader hønsene have frit valg af det de vil æde, kan vi spare en stor del af vores arbejde. Eksperimenter har vist, i det mindste i mindre flokke omkring 30 høner, at såkaldt cafeteria-spisning er mulig.

Dyrene blev fodret separat med hvede og havrefuld korn, muslingeskaller, fiskemel, kløver/lucernehø og græs i den udendørs hønsegård om sommeren. Om vinteren blev de fodret med en blanding af valset korn, torskelevertran, kål og majroer, salt og sporstoffer.





Grovfoder

Erfaringer fra de seneste år viser, at fjerkræ i en vis udstrækning er i stand til at optage næringsstoffer i grovfoder. Grovfoderet gør også hønsene roligere og mindre aggressive, hakning reduceres og dødeligheden falder.

I løbet af sommerperioden bør grovfoderindtaget være fra græsningsarealerne og i vinterperioden, fra f.eks. ensilage eller gulerødder. Høns foretrækker finthakket grovfoder i maksimum 5 cm stykker og helsædsensilage. Ifølge en dansk undersøgelse æder en høne omkring 50-60 g helsædsensilage på en dag. Kål er også et muligt grovfoder. Hønsene synes om det, og proteinkvaliteten er god.

Madaffald og biprodukter

Fjerkræ i mindre husdyrhold var tidligere en effektive måde at omsætte affald på. Restprodukter fra 'lokale fødekæder', f.eks. butik-, køkken- og haveaffald konverteres til æg. Æglæggende høns var et vigtigt led i genanvendelsen. Hvorfor gør vi ikke bedre brug af den evne i dag?

Der er adskillige biprodukter, som er egnede til hønsefoder, f.eks. mejeriprodukter, restprodukter fra bryggerier og bagerier. Genanvendt mad vil spille en vigtig rolle i fremtiden.

Vigtigheden af en god start i livet

Opdrætsperioden er meget vigtig og ligger til grund for mere end 60 % af hønsenes ydelse hos ægproducenten. Det er vigtigt at forholdene i opdrætsperioden, så som staldsystemet, dagslys, adgang til udendørsarealer osv. er lig dem hos ægproducenten. Det er meget vigtigt, at undgå adfærdsforstyrrelser under opdrætsperioden. Der er observeret mindre fjerplukning i flokke, der opdrættes med godt rodemateriale. Tilstedeværelsen af godt rodemateriale forbliver vigtig gennem hele æglægningsperioden. Hakning forekommer mere i større flokke og i flokke med større tæthed af fugle.



Hønehuse

Hønehuset skal være omhyggeligt planlagt. Der må være tilstrækkeligt med plads, redepladser og siddepinde i hønehuset, samt rigeligt mulighed for at støvbade i friskt rodemateriale. Sørg for at hønehuset er så gnaversikkert som muligt, og at du kan muge ud jævnligt, helst en til to gange ugentligt. Et hønehus med en stor flok kræver et godt ventilationsystem, mens det er muligt at opnå et godt indeklima med naturligt ventilation i et mindre hønehus.

Mobilt hønehus – en perfekt løsning

Et mobilt hønehus tjener flere formål og er en perfekt måde at kombinere produktionen af æg med sædskiftet. Hønsene gøder græsningsarealet, finder insekter og grønne planter at æde. Ved at flytte huset jævnligt, minimeres risikoen for parasitter. Det er muligt at bygge et hjemmelavet, mobilt hønehus, eller købe et komplet hus med alt udstyr til 200-1200 læggehøner.

Eksempel på vegetabilisk foderration til 20-28 uger gamle æglæggende høns

Foderstof	%
Hvede	16.85
Majs	6.0
Solsikkekage	10.8
Sojabønner	30.57
Rapsfrø	5.0
Hampefrø	20.63
Lucernemel	2.0
Calciumcarbonat	4.5
Østersskaller	4.3
MCP (Monocalcium Phosphate)	0.15





Plantebeskyttelse

Af Stefan Kühne and Sara Preißel

Plantebeskyttelsens betydning	80
Økologiske plantebeskyttelsesprincipper	81
Forebyggende plantebeskyttelse	82
Habitatforvaltning for nytteinsekter og fugle	84
Ukrudsbekæmpelse	85
Direkte foranstaltninger mod skadedyr og sygdomme	86

Plantebeskyttelsens betydning

Pesticid-baseret plantebeskyttelse i landbruget har medført enorme økologiske problemer for såvel Østersøen, som andre økosystemer. Selvom forbud mod en række af de skadeligste kemikalier har bedret situationen midlertidigt ^[26], er brugen af pesticider i Østersøens afvandringsområde, særligt af herbicider, steget siden 1990'erne ^[30], og yderligere stigninger forventes ^[28]. Pesticider fra landbruget ophobes omkring flodmundinger og udgør en trussel mod både marint liv og mennesker.

Regler for ERA-landbrug

I økologiske og ERA-landbrug anvendes ingen syntetiske plantebeskyttelsesmidler, og derfor udledes ingen af disse pesticider til Østersøen derfra. I stedet bekæmpes ukrudt, skadedyr og sygdomme primært gennem forebyggelse. Dette forudsætter et grundigt kendskab til skadedyrnernes biologi og deres indbyrdes sammenhænge, samt hvordan deres udbredelse påvirkes af landbrugsarbejdet.

Plantebeskyttelseskoncept for ERA-landbrug

- Forbud mod syntetiske plantebeskyttelsesmidler, særligt herbicider
- Forbud mod genetisk modificerede organismer

Udnyttelse af naturlige reguleringsmekanismer

Nytteorganismer fremmes og bevares gennem opbygning af varierede levesteder



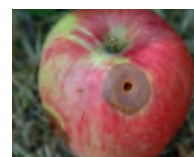
Blomsterstriber fremmer Bladlus-prædatorer som Guldøje

Biologisk og Bioteknisk plantebeskyttelse

Forvirring af skadedyr med kønsferomoner.

Udsætning af nytteinsekter, f.eks. Snyltehvpese.

Anvendelse af mikroorganismer (vira bakterier, svampe).



Feromoner mod Æblevikler

Plantebeskyttelsesmidler baseret på naturlige stoffer

F.eks. fra planteekstrakter (Neem træ (ikke tilladt i DK), Krysantemum, Insektsæbe)



Neem-ekstrakt mod Coloradobille

Økologiske plantebeskyttelsesprincipper



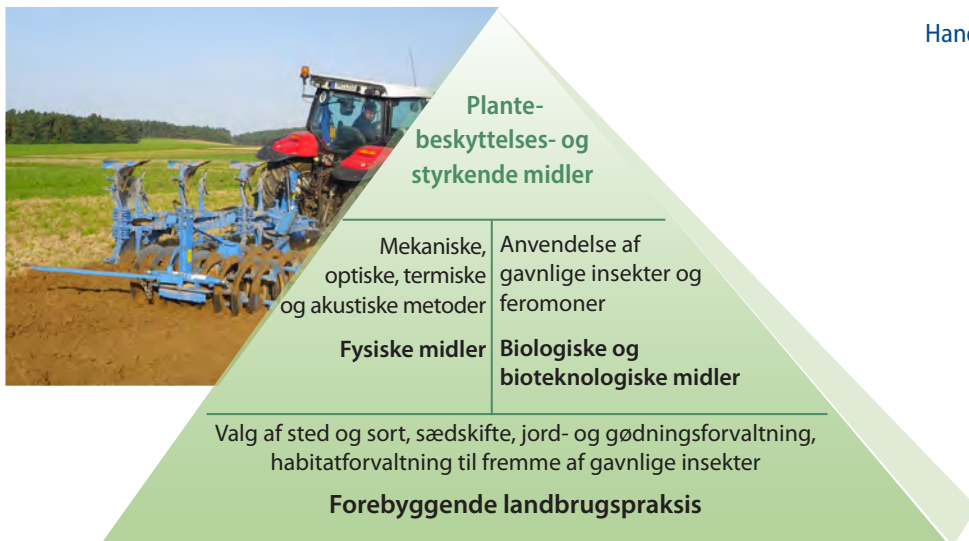
De største udfordringer

Det er vigtigt at fastslå specifikt hvilke skadedyr, der volder betydelig økonomisk skade på ens afgrøder, – fordi omlægningen til ERA-landbrug forandrer problemets karakter. På grund af det udvidede **sædskifte** og lavere **gødningstilførsel** vil økologiske landmænd ofte opleve en mere varieret, men mindre alvorlig inficering af skadedyr og sygdomme. F.eks. har økologiske landbrug færre problemer med jordbårne sygdomme og bladlus. Til gengæld er frøbårne sygdomme (korn), kartoffelskimmel, skadedyr og sygdomme i **bælgsæd** (bladrandbiller, bladlus, svampe), mus og smældere i foderafgrøder, lagerskadedyr og ukrudt ofte mere problematiske ^[29].

Selv når alle forholdsregler er taget, kan direkte bekæmpelse være nødvendig. Det er vigtigt at udføre en tæt overvågning af udviklingen af skadevoldere (f.eks. ved hjælp af feromon-fælder i frugtplantager og kornmagasiner). Desuden kan det være nødvendigt at foretage økonomiske og økologiske cost-benefit analyser af virkemidlerne.

Forebyggende virkemidler er grundlaget for plantebeskyttelse i ERA-landbrugssystemer.

Handlingsramme



© Julius Kühn-Institut

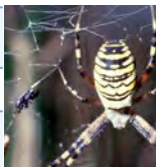


Forebyggende plantebeskyttelse ^[30]

Strategien til en forebyggende plantebeskyttelsesplan må tage skadedyr, sygdomme og ukrudt i betragtning som en integreret helhed, på grund af de mange sammenhænge mellem de tre. F.eks. kan skadedyr overføre vira og skabe adgangsveje for svampesygdomme; ukrudt kan skabe et svampevenligt miljø og være værtsplante for sygdomme (særligt nematoder). På den anden side er blomstrende ukrudt vigtige for at tiltrække nytteinsekter. Vælg blandt de nedenstående virkemidler for at tilrettelægge en forebyggelsesstrategi, tilpasset præcis dine problemområder. Henvend dig til dine lokale rådgivere og styrelser for oplysninger om leverandører osv.

Virkemiddel	Eksempler/Præciseringer
Valg af egnede afgrødeplaceringer og sorter	
Brug resistente sorter	F.eks. anthracnose resistent gul lupin. Skift eller bland sorter med forskellige resistensgener. Tidlige kartoffelsorter kan høstes inden sen kartoffelskimmel
Vælg sorter fremavlet til økologisk landbrug	F.eks. kornsorter tilpasset det pågældende økologiske gødningsniveau og sygdomsspektrum
Anvend afgrødeblandinger og sortsblandinger, der kan forbedre plantesundhed og stabilisere udbytte ved kompensation	Afgrødeblandinger er almindelige for foderafgrøder. Sortsblandinger med forskellig resistens, f.eks. mod meldug i byg
Så certificerede frø for at mindske frøbårne sygdomme	Økologiske frø kan behandles med varmt vand, varm luft eller naturlige svampemidler
Variér sædskifterne	
Skift mellem korn og bladafgrøder	Dette bryder infektionskæden for jordbårne sygdomme, f.eks. fusarium i kornsorter, nematoder i bladafgrøder
Sørg for, at sædskiftet overholder de anbefalede dyrkningsintervaller for afgrøderne	Kartoffelcystenematoder og kartoffelskimmel, knækkefodssyge og goldfodssyge i alle kornsorter, mange bælgplantesygdomme
Sørg for passende dæk- og efterafgrøder i løbet af vinteren	Sennep som efterafgrøde reducerer antallet af nematoder. Grøngødning af foderafgrøder mindsker ukrudtstrykket. Bemærk: fremmer mus og snegle

Virkemiddel	Eksempler/Præciseringer
Kultivering af jorden og gødningsforvaltning (jordbundens frugtbarhed)	
Reducér pløjning og øg jorddække (mulching og samdyrkning)	Forbedret jordbundsfauna og jorddække reducerer jordbårne sygdomme og ukrudtsfrø Bemærk: fremmer mus og snegle
Omhyggelig jordbearbejdning	Destruér afgrøde og ukrudtsrester der bærer patogener og larver af skadedyr, f.eks. majs møl og kolberåd i majs, septoria i rug
Balanceret gødsning	Nedsætning af kvælstof tilførslen reducerer svampeinfektioner
Omhyggelig kompostering af husdyrgødning og afgrøderester	Forebygger spredningen af patogener og ukrudtsfrø fra staldgødningen
Fremme af gavnlige insekter og fugle	
Habitatforvaltning	→ Se næste side
Andre virkemidler	
Tilpasset afgrødetæthed	Større afstand reducerer svampesygdomme, gennem forbedret gennemluftning (septoria og meldug i kornsorter, ascochyta i bælgplanter). Større rækkeafstand letter mekanisk ukrudtsbekæmpelse
Hurtig spiring/kimplanteudvikling	Forspirede kartofler modner hurtigere og undgår til en vis grad kartoffelskimmel. Udplant forspirede grønsager, i stedet for at så dem Optimale forhold til såning (store frø, lav dybde, efter optimalt tidspunkt)
Fladekompostering	Halm-mulch mellem kartoffelplanterne hæmmer bladlusens spredning, på grund af dets farve og overfladestruktur
Tilfør plantestyrkende midler	Ikke underlagt EU's økologiregler, kontakt din kontrolmyndighed for oplysninger om, hvilke midler der er tilladt i din situation
Reducere potentielt ukrudtstryk	→ Se de næste sider



Eksempler på plantestyrkende midler:

- Planteudtræk af brændenælde, ager-padderok, regnfang, bynke, kulsukker, alger...
- Homøopatiske midler
- Mineraler: Lavamel, aluminiumoxid, silikat
- Mikroorganismer: *Bacillus subtilis*



Habitatforvaltning for at fremme nytteinsekter og fugle

På markerne



- Nytteinsekter kan fremmes ved at etablere og vedligeholde insektstriber og læbælter som levesteder. Dette giver:
- Overvintringssteder (f.eks. til edderkopper og mariehøner), nektar og pollen (f.eks. til snyltehvepse og svirrefluer)
- Tilflugtssted under og efter høsten

Disse levesteder bør fordeles over landbrugsarealerne, da insekterne bevæger sig indenfor en radius af ca. 50-300 m, hvor de jager bladlus og andre skadedyr ^[31]. Læbælter og blomster giver også føde, tilflugtssteder og ynglemuligheder for fugle, der bidrager til skadedyrsbekæmpelsen.

Etårige insektvolde

I de yderste 3-8 m af marken.

Gør det muligt for markplanter og insekter at formere sig

Flerårige blomster

Op til 10 m brede bæltter ved kanten og inde i marken, f.eks. tilsået med et- og flerårige vilde planter

Læbælter

Etablér en ca. 2 m bred stribe langs læbælter, der kan slå en gang hvert andet år

I frugtplantager



Egnede redepladser er en begrænsende faktor for fuglebestanden i frugtplantager. Redekasser tiltrækker sangfugle som f.eks. musvitter, skovspurv og spætmejsler. Fugle regulerer bestanden af skadevoldende insekter, f.eks. æder et par musvitter op til 3 kg insekter årligt ^[31].

Redekasser til sangfugle

Ca. 7 redekasser per ha
Hulstørrelse 30 mm (udelukker støre)

På græsarealer



Museplager er almindelige på permanente græsarealer og i frugtplantager, og i mindre grad på marker. Deres antal kan reduceres ved at placere kunstige, hævede siddepladser i terrænet, hvorfra deres naturlige fjender, rovfuglene (f.eks. musvåger, tårnfalk) og ugler, kan jage. Også mår, lækat og pindsvin jager mus.

Hævede siddepladser til rovfugle og ugler

1 siddeplads/ha, 200 m fra veje, højde 2 m
Opsættes september–april. Mobile siddepladser letter opsætning og nedtagning

Ukrudtsbekæmpelse

Ud over forebyggende metoder som **sædskifte** osv., afhænger ukrudtsbekæmpelse i ERA-landbrug af mekaniske og termiske virkemidler. Disse er mest effektive på småt ukrudt. Bekæmpelsen af større ukrudt er kostbar. Derfor er rettidig ukrudtsbekæmpelse afgørende. Flerårigt ukrudt, som agertidsel og kvikgræs, er vanskelige at bekæmpe på landbrugsjord og kræver en kombination af virkemidler.

- **Sædskifte** med flerårig **kløvergræs**
- Pløjning
- Stubmarkskultivering, gentagen såbedsetablering (falsk såbed), og strigling inden fremspiring
- Forebyggelse af frøproduktion og dannelse af rodnet
- Kraftigt jorddække af passende sorter, sorts- eller afgrødeblandinger, dækafgrøder, mulch (fladekompost) eller undersåede afgrøder
- Planteafstand der tillader effektiv mekanisk ukrudtsbekæmpelse.

Centrale punkter i ukrudtsbekæmpelse ^[32]:

Ukrudtsbekæmpelse ^[32]

Virkemiddel/Redskab	Anvendelse	Måltrettet ukrudtstype
Harve	Falsk såbed, inden fremspiring, i unge afgrøder (forsigtigt i bredbladede afgrøder)	Småt, etårigt ukrudt
Radrenser	Mellem rækker (>15 cm afstand), med særligt udstyr også på kamme	Også til større ukrudt og græsser med kraftige rødder
Ukrudtsbrænder (Høj energi-omkostning)	Inden fremspiring eller mellem rækker (> 30 cm afstand)	Småt, etårigt ukrudt
Hypeplov	Afgrøde med stor planteafstand, ved såning, inden fremspiring, i større afgrøder (kartofler)	Middelstort ukrudt
Rotorharve/Tandharve	Sort brak om sommeren: jorden dækkes med plast og opvarmes af solen	Ukrudtsfrø, planter og patogener
Tildækning med plast (Høj omkostning)	I rækkerne og efter afgrøden lukkes sammen	Stort ukrudt med forestående frøspredning
Håndlugning (Høj omkostning)	I rækkerne og efter afgrøden lukkes sammen	Stort ukrudt med forestående frøspredning

Delvist nedbrudte afgrøderester er en farlig kilde til svampeinfektioner (Fusarium). Guettler tromlen knuser majsstænglerne og ødelægger derved overvintringsstedet for majs møllets larver.

Direkte foranstaltninger mod skadedyr og sygdomme

Økologisk bekæmpelse af skadedyr og sygdomme i marken gør brug af:

1. **Gavnige insekter** der undtagelsesvis udsættes på åben mark, så som *Trichogramma snyltehvepse mod majs møl eller skadelige sommerfuglelarver i havebrug.*
2. **Kønsferomoner** der forhindrer insekter i at genkende ynglepartnere (forvirringsmetoder).
 - **Fælder** til overvågning.
 - **Dispensere** mod *Eupoecilia ambiguella* og Æblevikler.
3. **Mikrobiel skadedyrsbekæmpelse** med bakterier, svampe eller vira.
4. Et begrænset udvalg af **naturlige stoffer** må anvendes, når behovet er dokumenteret. På længere sigt vil alternativer til visse af stofferne, så som kobber og svovl, være nødvendige på grund af deres negative effekt på økosystemet.

EU's økologi-regelsæt (EC) No 834/2007 og No. 889/2008, Appendix II, tillader pesticider (feromoner, mikrober, og kemikalier) til økologisk landbrug. De specifikke produkter kræver godkendelse fra dit lands kontrolmyndigheder.

Bekæmpelse af lager-skadedyr ^[33]

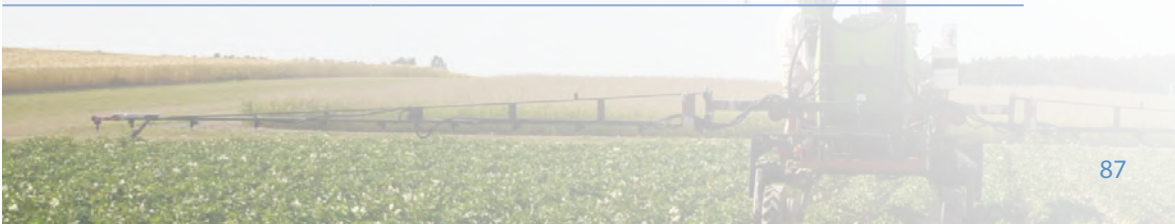
Når de først har etableret sig, er lagerskadedyr (f.eks. kornsnudebille, melmider, kornmøl) vanskelige at bekæmpe økologisk. Derfor er forebyggelse afgørende: Opbevar altid rent, tørt korn i rene lagringsfaciliteter. Andre tiltag er:

- Åbning og nedkøling af kornlagre under frostperioder.
- Mange skadeinsekters udvikling går i stå under 12° C,
- (kornmider dog < 5° C), mange dør under 6° C.
- Overvåg skadeinsekterne med feromon-fælder (tofarvet frø møl), ultrafølsomme mikrofoner (kornsnudebille), kornstikprøver.
- Bland kornet med kiselgur for at udtørre skadeinsekter, eller anvend det i tomme lagre. Kan ikke kombineres med gavnlige insekter.
- Udsæt snyltehvepse mod biller, snudebiller og møl, og rovmidler mod kornmider.
- Anvend varmebehandling og gasning med kvælstof eller kuldioxid.



Udvalg af økologiske pesticider (hvoraf flere ikke er godkendt i DK)

Aktiv bestanddel	Kilde	Anvendelseksemppler
Insecticider		
Azadirachtin	Neem træ	Mavegift F.eks. kartoffelbille, sommerfugle-larver, bladlus
Pyrethrum	Krysantemum	Kontaktgift F.eks. kartoffelbille, spindemider, lagringskadedyr
Quassia	<i>Quassia amara</i>	Mave- og kontaktgift f.eks. bladlus, galhvepse
Spinosad	Produkt af jordbakterier	Mave- og kontaktgift F.eks. kartoffelbille, thrips, løgmøl
Giftigt for vandlevende organismer og bier; begrænset anvendelse!		
Rapsolie	Raps	Kontaktgift F.eks. spindemider, mellus, bladlus
Insekt sæbe	Kaliumsalte af fedtsyrer (sæbe)	Kontaktgift F.eks. bladlus, mellus, sugende skadedyr
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bakterie	F.eks. larver af majsmøl, kartoffelbille
Granulovirus Isolat	Virus	Larver af æblevikler og frugtskrælvikler
Fungicider		
Lecithin	F.eks. sojabønner	Meldug
Svovl	Grundstof	Meldug, galmider, frugtsygdomme
Også acaricider & afskrækkere		
Kobber (kobberhydroxid, Kobberoxyklorid and Kobbersulfat)	Grundstof	Bladskimmelsvampe. Sortbessyge, kartoffelskimmel, grønsagssygdomme
Begrænset til maks. 6 kg/ha årligt (undtagelser mulige for flerårige afgrøder)! Tyske økologiske organisationer tillader 3 kg/ha årligt!		
<i>Pseudomonas chlororaphis</i>	Bakterie	Brandsygdomme, sodplet, fusarium, gulrust
<i>Coniothyrium minitans</i>	Svampe	Sclerotinia i forskellige afgrøder
Molluscicider		
Jern(III)fosfat	Jordbundsmineral	Snegle





FOSFOR

Af Karin Stein-Bachinger & Johann Bachinger

Fosfors rolle	90
Betydning for plantevæksten	91
Historien om Mykorrhiza	92
P på bedriftsniveau	93
Hvordan øges P-effektiviteten	94
Lovkrav	96

Fosfors rolle

Nuværende situation

Fosfor (P), et essentielt makronæringsstof for planter, er en ikke-fornybar ressource. Jord indeholder mellem 0,02 og 0,2 % P. Det frigøres ved en langsom forvitring af sten, hvor det bliver til plantetilgængelige fosfat-salte. Overfladejord med 3 % organisk materiale indeholder omkring 1 ton P/ha. Kun omkring 1 % deraf mineraliseres i løbet af vækstsæsonen ^[44,52]. Fosfor findes altid i forbindelse med andre grundstoffer i form af fosfater. Det forekommer ikke naturligt i ren form.

Landbruget er en af de største forbrugere af fosfor. Hovedkilden er råfosfat, der brydes i miner i Marokko, Kina og USA. Europa er helt afhængig af importeret fosfor. Ifølge flere beregninger kan de globale fosfatreserver være udtømt indenfor 50 - 100 år ^[41].

Miljøproblemer

I løbet af de sidste årtier har P fra overfladeafstrømning og punktkilder i landbruget bidraget til et højt eutrofieringsniveau og øget algevækst i Østersøen. Dette har efterfølgende resulteret i forøgede områder med død havbund, og at mange vandlevende dyr er forsvundet ^[42]. Særligt i landbrugsområder med mange dyreenheder/ha, hvor produktionen baseres på indkøbt foderstof, stiger det potentielle tab af fosfor til vandmiljøet stadig, på grund af tilførslen af store mængde gylle ^[1,44].

I områder med ensformig og intensiv afgrødeproduktion udgør erosion hovedkilden til fosfor-tabet til vandmiljøet. Mere end 60 % af de diffuse P-input forårsages af erosion, og i processen går landbrugsjord uigenkaldeligt tabt. På landbrugsjord (f.eks. med majs) kan op til 50 kg fosfat/ha udvaskes årligt ^[55].



Satellitbillede af alge-opblomstring i Østersøen, sommeren 2006. Kilde: NASA (billedet er bearbejdet og stillet til rådighed af SMHI)

<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/algbloomingar-i-ostersjon-1.3008>

Definition

Ordet **fosfor** er afledt af det græske 'phos', der betyder 'lys', og 'phorus' der betyder 'bringer'

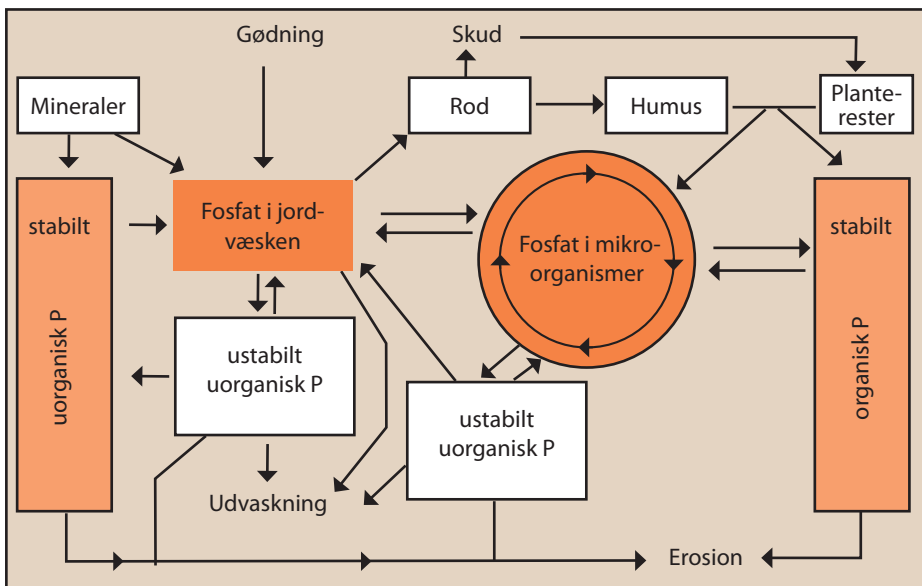
Betydning for plantevæksten



Fosfors mange nyttevirkninger

P er en essentiel komponent af enhver celle i alle levende organismer og kan ikke erstattes med et andet grundstof. P understøtter mange processer i planter ^[9,45] f.eks. fotosyntese, mikrobiel aktivitet (særligt kvælstoffiksering), frugtdannelse, vinterhårdførhed, og konkurrenceevne (særligt blandt flerårige bælgplanter), sygdomsresistens og opbygning af stilkens styrke.

Fosforkoncentrationen i jordvæsken er meget lav. Derfor er en hurtig og kontinuerlig mobilisering af P fra den ustabile fraktion nødvendig. Som vist på den følgende figur, er jordens mikrobielle biomasse hovedkilden til, og buffer for, den fosfor der er tilgængelig for planterne ^[55]



Fosforcyklus i jordbunden, med startpuljerne af stabile og ustabile (labile) fraktioner (organiske og uorganiske) samt omsætningsstederne: jordvæsken, mikroorganismer og planter ^[55]

Mykorrhizaets historie

Nødvendigt samarbejde

[46]

Gavnlige mikroorganismer i jordbunden, som symbiotiske mykorrhizasvampe, hjælper planterne med at forbedre optagelsen af næringsstoffer som fosfor, der er svært tilgængelige i jorden. Mykorrhizasvampen forsyner planten med næringsstoffer og væde. Dette kan finde sted, fordi svampen forøger røddernes absorberende overfladeareal, og dermed forbedrer plantens evne til at nå jordbundens ressourcer og frigøre enzymer i jorden. De hjælper med at opløse svært-optagelige næringsstoffer, så som organisk og mineralisk fosfor og mikronæringsstoffer. Planterne anvender disse ressourcer til at vokse og fotosyntetisere, hvor de indfanger kuldioxid fra luften og forvandler det til kulhydrater, som også giver næring til mykorrhizaen [46].

Uforstyrrede jorde er fulde af disse gavnlige organismer. Intensiv jordbearbejdning, brug af opløselige fosforgødninger, erosion og jordkomprimering kan reducere eller ødelægge disse mykorrhiza [46].

Yderligere fordele

Planter der lever symbiotisk med svampe er mere resistente overfor sygdomme (f.eks. nematoder) og dårlige vejrforhold (f.eks. tørke) [55,56]. I det hele taget leverer disse mykorrhiza mange direkte og indirekte ydelser, der bidrager til øget landbrugsproduktivitet, forbedret vandinfiltrerings- og vandretentionsevne, samt kulstoflagring [46]. Derfor er det essentielt for ERA-landbrugssystemer at maksimere tilstedeværelsen af mykorrhizasvampe. Dette kan opnås ved f.eks. et varieret sædskifte, minimale jordbundsforstyrrelser og brugen af efterafgrøder til at opretholde så stor plantevækst som muligt.



Definition

Mykorrhiza: kommer af det oldgræske ord 'mykes' = svamp og 'rhiza' = rod. De fleste planter, som korn, kartofler, bælgplanter og ukrudt kan udvikle en symbiose med mykorrhizasvampe. Kun de korsblomstrede, som raps, kål og sennep mangler den evne.

P på bedriftsniveau

Almindeligvis er P-balancen på ERA-landbrug enten nul, eller svagt negativ (op til -2 kg P/ha årligt) ^[1, 3]. Generelt set, behøver de fleste landbrug ikke tilføje P, på grund af det høje P-niveau der forbliver i jorden. Indenfor ERA-landbrug recirkuleres P via afgrøderester og staldgødning. Omkring 80 % af det høstede P anvendes til foder, der passerer gennem dyret og returneres til jorden i form af husdyrgødning ^[2].

P indhold i forskellige produkter ^[4, 5]

1 t korn eller bælgssæd	4 – 5 kg P
1 liter mælk	1 g P
1 t komøg	1.2 kg P
1 t svinemøg	2.5 kg P
1 t benmel	85 kg P
1 t hornmel	10 kg P

Op til 40 % af P kan optages fra de underliggende jordlag ^[44]. Aktiv næringsstofmobilisering opnås f.eks. af **bælgplanter**, der sænker pH-værdien i deres rodzone. Dette spiller en vigtig rolle for P-mobiliseringen af calciumfosfater fra f.eks. råfosfater ^[57].

Eventuelle P-underskud kan opdages med jordbundsanalyser eller vurdering af næringsstofbalancer, men det er vigtigt at bemærke, at den potentielle mineralisering af de organisk bundne næringsstoffer, ikke indgår i de almindelige analyseværdier. Et underskud på omkring 2 kg P/ha årligt på bedriftsniveau, synes der at blive kompenseret effektivt for gennem forvittringsprocesser og optag fra underliggende jordlag gennem dybtliggende rødder hos planter som kløver og lucerne ^[1].

Mangelsymptomer, som kan forekomme, ses som mørkegrønne ældre blade der bliver røde og violette, og selv stilkene rødфарves. For at imødegå P-mangler, kan flere landbrugsmæssige muligheder overvejes (se de følgende sider) inklusiv gødskning med langsomt opløselige gødninger, der opfylder de økologiske standarder.

I mange tilfælde er det oxid formen P_2O_5 der anvendes i landbruget:

1 kg P \approx 2.29 kg P_2O_5

1 kg P_2O_5 \approx 0.44 kg P



Hvordan øges P-effektiviteten

Virkemidler til at reducere P -tab ^[43]

De største positive effekter kan opnås ved at forbedre jordens evne til at øge vand infiltrationen og forebygge erosion og overfladeafstrømning.

- Øg humusindholdet (**jordbundens frugtbarhed**) og roddybden.
- Behold vegetationsdække (**sædskiftet**) gennem hele året (f.eks. efterafgrøder efterfulgt af formuldning).
- Reducér jordbearbejdningen i sårbare områder. Følg konturerne.
- Reducér jordkomprimeringen (også på græsarealer): Undgå dyrkning på våd jord, reducér hjultrykket, kombinér arbejdsgange
- Anvend målrettet kalkning, for at øge P-tilgængelighed.
- Etablér permanente græsarealer på bakker og oversvømmelsestruede marker, samt på bufferzoner omkring vådområder.
- Erstat majs på problematiske arealer (bakker, marker nær vådområder) med kløvergræs.
- Anvend tørvejord til permanent græs, da der ellers er høj risiko for udvaskning af P.
- Fremme indarbejdning af **husdyrgødningen** for at mindske tab ved overfladeafstrømning.
- Reducér tab i fødekæden.



Virkemidler til at øge P-recirkuleringen ^[52,53]

- Øg P mobiliseringen gennem mykorrhizasvampe ved at forbedre jordbundens frugtbarhed og rodtybden.
- Dyrk bælgplanter (rødkløver, hestebønner, hvide lupiner) og øg andelen af bælgplanter i foderblandingerne (70-80 %) for at understøtte mobiliseringen af P. Bælgplanter sænker pH-værdien i rodzonen, gennem proton (H⁺) binding, hvilket fører til mobilisering af calciumfosfat fra f.eks. råfosfat.
- Dyrk boghvede og serradel som efterafgrøder, for at øge mobiliseringen af organiske P-reserver.
- Anvend husdyrgødning og planterester til at forbedre jordorganismernes omsætning og mobilisering af organiske P-reserver.
- Sørg for tilstrækkelig opbevaringskapacitet til gylle. Så kan du vælge det mest effektive udbringningstidspunkt i begyndelsen af vækstperioden og derved maksimere næringsstofudnyttelsen.
- Anvend vurderingsmetoder på gård- og markniveau til at få overblik over det generelle P-niveau på bedriften.

Hvad angår den samlede fødekæde, forekommer størstedelen af P-tabene i spildevandsslam, organisk og grønt affald samt slagteriaffald. Recirkuleringen af disse materialer forhindres dog af den forurening og smittefare, de formodes at medføre!



Lovkrav

Forskellige regler for recirkulering af benmel i forskellige lande.

Anvendelsen af benmel, som organisk P- og Ca-gødning, tillades ikke i alle EU-lande. I Sverige er særlige produkter tilladt på økologiske og ERA-landbrug. I Tyskland har flere økologiske organisationer derimod forbudt disse produkter fuldstændigt (f.eks. Demeter, Bioland), selvom EU reglerne for økologisk landbrug tillader at de anvendes. I Danmark tillader den nationale lovgivning brugen af benmel; men Mejeriforeningen har forbudt brugen af benmel på jord, der anvendes til dyrkning af økologisk foder til malkekvæg.

Fremtidigt perspektiv

De eksisterende europæiske regler, så som Nitratdirektivet og Vandrammedirektivet, fokuserer på at bekæmpe udledningen af kvælstof – ikke fosfor ^[41, 44, 49]. Fosfor, hverken fra kilder i landbruget eller P-recirkulering, er endnu ikke underlagt europæiske regelsæt.

ERA-landbrug kan bidrage til at afhjælpe eutrofieringen og forurenningen af Østersøen, og på samme tid øge recirkuleringen af P, – en ikke fornybar ressource.

Se også fosfor-rapporten for yderligere information på:
www.balticcompass.org



GÅRD-SAMARBEJDE

Af Gustav Alvermann

Udgangssituation	98
Grundmodeller for foder-husdyrgødning samarbejde	99
Eksempler på fire samarbejdstyper	100
Konklusioner	104

Udgangssituation

Recirkulering på gårdene

Den økologiske og den økonomiske stabilitet af økologisk landbrug og ERA landbrug baserer sig på deres konceptuelle alsidighed. Drøvtyggere fodres med kløvergræs, og deres organiske gødning giver næring til kornsorter og andre ikke-bælgrugter i sædskiftet. Noget af det dyrkede korn og andre foderafgrøder gives til svin og fjerkræ (husdyrhold), og deres gødning bringes tilbage til markerne og stabiliserer systemet yderligere.

Et landbrugssystem, der inkluderer kløvergræs i omdrift, etårige salgsafgrøder, og ideelt set en diversitet af dyrearter, stabiliserer jordens humusindhold og bidrager til at nedbringe mængden af ukrudt og skadedyr.

Årsager til specialisering

Alligevel har størstedelen af de landbrug, der er omlagt til økologi siden 1990'erne, specialiseret sig på en eller anden vis: Korn, rækkeafgrøder, foderafgrøder, eller særlige racer af f.eks. fjerkræ, svin eller kvæg. At en bestemt produktionsform er fremherskende, er oftest resultatet af én produktionsfaktor (f.eks. jordbundstypen, det regionale marked eller landmandens evner og interesser), der egner sig bedst til én bestemt produktionsform. Gennem denne specialisering opnås et bedre afkast på den investerede arbejdskraft og kapital. Når landmænd omlægger til ERA produktion, vil den specialiserede produktion som regel bibeholdes. At skifte til en mere fleksibel blandet driftsform i dag, er ikke en mulighed for de fleste landmænd rent økonomisk. Den økonomiske gevinst ved specialiseringen går som oftest tabt, når bedriften diversificeres. Mange landmænd mangler muligvis også den fornødne viden og erfaring til at gennemføre en sådan forandring.

Vejen frem

For at danne bro mellem disse to vigtige egenskaber for succesfuldt landbrug – specialiseringen der giver økonomisk stabilitet, og produktionsdiversiteten der giver økologisk stabilitet – er samarbejder mellem to eller flere landbrug en mulighed. Den specialiserede planteavler forsyner den specialiserede husdyrproducent med foder, som kløvergræs eller ensilage, med korn eller bælgssæd og halm til strøelse.



Grundmodeller for foder-husdyrgødnings samarbejde



Der er grundlæggende tre forskellige modeller for foder-husdyrgødnings samarbejde:

1. Foder (kløvergræs eller ensilage) til drøvtyggere eller biogasanlæg til gengæld for husdyrgødning og gylle.
2. Foder (korn og bælgssæd) til fjerkræ og svin, til gengæld for svinemøg eller frisk og tørret fjerkrægødning.
3. Halm til gengæld for husdyrgødning eller svampekompost.

Hvilken samarbejdsform, der er mest passende, afhænger af flere faktorer bl.a. afstanden mellem de samarbejdende landbrug og næringsstofmængderne. Med ensilage og i endnu højere grad med gylle og flydende slam, er det hovedsageligt vand, der transporteres. Korn, halm og tørret fjerkrægødning har langt højere tørstofindhold.

Værdi i € per ton udvekslede produkter			
Kløvergræs ensilage	25	Kvægajle	10
Halm	100	Svinemøg	20
Korn	350	Svampe-kompost	25
Bælgssæd	400	Tørret fjerkrægødning	65



Følgende samarbejdsformer diskuteres nærmere:

Samarbejdstype 1

Kløvergræs til gengæld for fast eller flydende kvæggødning

Samarbejdstype 2

Foderkorn til gengæld for (tørret) fjerkrægødning

Samarbejdstype 3

Halm til gengæld for husdyrgødning eller svampekompost

Samarbejdstype 4

Kombinationer af forskellige samarbejdsformer



Eksempler på forskellige samarbejdstyper

Samarbejdstype 1: Kløvergræs til gengæld for fast eller flydende kvæggødning

Hvordan starter man?

Denne samarbejdsform er den mest almindelige i økologisk landbrug, og anbefales derfor til ERA-landbrug, eftersom en høj andel af **bælgplanter**, særligt kløvergræs i deres **sædskifte** er nødvendig for at opretholde **jordbundens frugtbarhed** og begrænse ukrudt. En planteavler og en nærliggende kvægavler med begrænset landbrugsareal kan drage nytte af den form for samarbejde. Ideelt set vil en mælkeproducent og en planteavler starte omlægningen til ERA samtidigt. En anden mulighed opstår, når en mælkeproducent ønsker at udvide, men omkostningerne ved forpagtning af jord er en forhindring. I den situation er samarbejdsmotivationen positiv og stabil for begge parter.

Økonomi

Almindeligvis vil der ikke overføres penge, når foder og **gødning** udveksles. Planteavleren dækker omkostningen til dyrkning af kløvergræsset. Kvægavleren dækker omkostning til høst og transport af foderafgrøden, samt udbringning af **gødningen** på markerne. I visse tilfælde må kvægavleren betale et mindre tillæg for kløvergræs ensilagen på € 5 - € 10 per ton. Korte afstande mellem landbrugene og et højt kløvergræsudbytte, sikrer at denne værdifulde recirkuleringsmetode er økonomisk bæredygtig.

Biogasanlæg

Samarbejdet mellem en landmand og et moderne biogasanlæg ligner de ovenstående. De fleste biogasanlæg opererer med store mængder, for at sikre sig at betaling for biomasse og opkrævning for gylle er korrekt. Alternativt kan landmanden levere kløvergræs-biomasse og modtage en godtgørelse på € 30 per ton. I dette tilfælde afholder landmanden alle omkostninger til høst, transport og udbringning af gylle på markerne. Godtgørelsen på € 30 per ton biomasse (33 % tørstof) leveret til biogasanlægget er tilstrækkelig. Omkostning til høst og transport af frisk biomasse anslås at ligge på € 15 per 10 kilometer og ton. Transport og udbringning af gylle på markerne koster omkring € 5 per ton. Forventet afkast fra 1 ton ensilage beregnes ud fra 0,75 m³ fermenteret gylle. Dette giver et afkast på € 10 per ton kløvergræs ensilage eller € 250 per ha, med forventet høst på 25 tons kløvergræs per ha, og dertil den indirekte gødningsværdi af slammet.



Samarbejdstype 2: Foderkorn til gengæld for (tørret) fjerkrægødning

Denne samarbejdsform er mindre afhængig af de lokale forhold, på grund af den højere tørstofkoncentration i de udvekslede produkter. Ved afstande over 10 km kan en transportvirksomhed med fordel stå for transporten af gødningen frem for landmanden selv. Oftest vil udvekslingen ikke være direkte, da mange fjerkræavlere ikke selv forarbejder eller blander foder. Derfor skal kornet omkring en foderstofproducent først.

Hvordan starter man?

Planteavleren leverer altså foderkorn og bælgssæd til foderstofproducenten, som derefter forsyner fjerkræavleren med den økologiske foderblanding. Til gengæld får planteavleren leveret næringsstofækvivalenterne med lastbil, i form af fjerkrægødning. Det bliver derefter spredt på markerne, om foråret inden såning, eller om efteråret på stubmark inden der sås efterafgrøder. Et afgørende punkt er den korrekte opbevaring af den friske eller tørrede fjerkrægødning. Det kan både gøres hos fjerkræproducenten og planteavleren. Opbevaringsfaciliteterne hos fjerkræavleren bør minimum kunne rumme ét læs gødning, have en solid flad bund og kunne tildækkes.

Indbyrdes forbindelse

Værdien af den modtagne gødning svarer som regel til det foderkorn planteavleren leverer. Omkostningen til at transportere og sprede gødningen afholdes af planteavleren. Overstiger afstanden 50 km, deles transportomkostningen ligeligt. Denne udveksling er naturligvis mest effektiv ved små afstande, og i disse tilfælde hjælper det planteavleren til at opretholde høje kornudbytter. Den primære udbringningstid for fjerkrægødning er om foråret, hvor den nedpløjes, inden der sås vårsæd eller andre forårsafgrøder som majs.

Økonomi



Samarbejdstype 3: Halm til gengæld for husdyrgødning eller svampekompost

Mulighed 1

I nogle områder er halm blevet en knap ressource. Dette har skabt en mulighed for at udveksle halm til strøelse, mod til gengæld at få det tilbage, beriget med dyrenes ekskrementer. Almindeligvis kræver stutterier denne udveksling af halm for hestemøg. Men på grund af det høje halmindhold er det ofte ikke anstrengelserne værd, og planteavleren afviser kravet. En mulighed er at opbevare hestemøget et stykke tid, indtil det er passende at anvende som supplement til dyrkningen af bælgplanter. På den måde kan kvælstof-immobilisering undgås, og dyrkningssystemet kan styrkes. Omkostningen til høst, transport fra marken og tilbage igen, samt udbringning, afholdes af det landbrug der modtager halmen. Denne form for samarbejde kræver et højt organisationsniveau for at sikre en præcis timing i forhold til andre produktionsprocesser, som etablering af efterafgrøde og stubmarkskultivering.

Mulighed 2

Et andet halm-gødnings samarbejde, som passer bedre til større afstande, er udvekslingen af halm, til gengæld for svampekompost. Det er det nedbrudte organiske restmateriale fra svampeproduktionen. Det består grundlæggende af en blanding af halm, fjerkrægødning og svampe-mycelium. Fordi det er rigt på makro- og mikronæringsstoffer og har et gunstigt C : N forhold, er det værdifuldt som grundgødning og kan også anvendes til bælgplanter. I denne samarbejdsmodel afholder svampeproducenten alle omkostninger til høst og halmtransport, samt transport og udbringning af komposten på marken. Halm indeholder meget kalium, derfor er det vigtigt at vedligeholde balancen mellem makronæringsstofferne. Med andre næringsstoffer kan et balanceret input som regel opnås. Såfremt en passende infrastruktur er på plads for at lette transport og læsning på lastbil, og afstanden ikke er for stor, kan halmproducenten modtage en nytteværdi på mellem € 50 til € 100 per ha fra dette samarbejde.

Samarbejdstype 4: Kombinationer af forskellige samarbejdsformer

Som opridset i de foregående eksempler, har specialiserede planteavlere mange muligheder for at stabilisere deres dyrkningssystemer ved at samarbejde med andre virksomheder, afhængigt af den specifikke situation i deres nærområde. Én positiv erfaring med samarbejde fører ofte til flere udvekslinger. Dette eksemplificeres i det følgende:

1. Lokalt samarbejde

25 % af kløvergræsset i sædskiftet leveres til en nærliggende mælkeproducent. Til gengæld udbringes fortyndet gylle på vintersæd.

2. Regionalt samarbejde

Foderkorn udveksles med en fjerkræproducent 30 km borte. Den tørrede fjerkrægødning nedpløjes inden vårsæden etableres.

3. Over-regionalt samarbejde

Al halm fra kornproduktionen presses og leveres til en svampeproducent 100 km borte. Den returnerede svampekompost anvendes som grundgødning til hestebønner og kløvergræs.



Den nuværende situation og tendenser i forhold til afstande mellem landbrug

Det er åbenlyst, at disse forskellige samarbejdsformer er mere eller mindre passende i forskellige situationer. For eksempel er udvekslingen af foder til gengæld for staldgødning og gylle kun mulig indenfor geografisk begrænsede områder, med afstande på højst 10 til 15 km. På den anden side, er udvekslingen af korn og bælgssæd til gengæld for tørret fjerkrægødning mulig over langt større områder. Regionale samarbejdsmodeller, der opererer med afstande på op til 50 km og mere, findes allerede. Den store efterspørgsel på halm som grundsubstrat til kommerciel svampeproduktion har ført til samarbejder og udvekslinger på afstande over 100 km. Selvom der er mange enkeltstående grunde til at begynde et samarbejde, er lange afstande mellem samarbejdende landbrug ikke foreneligt med ERA principper.

Konklusioner

Der er enighed om, at blandet ERA-landbrug, der kombinerer varieret planteavl og husdyrhold, er det mest stabile og bæredygtige landbrugs-system. Den form for landbrug er dog ikke mulig i alle områder eller på ethvert landbrug – og med sikkerhed langt sværere at praktisere i dag, end det var for 30 år siden.

Samarbejde mellem nærliggende ERA-landbrug gør det muligt at opnå en effektiv recirkulering af næringsstof - også for specialiserede planteavlere og husdyrproducenter. Det er dog nødvendigt at sørge for at begrænse transportafstandene indenfor samarbejdet. I Tyskland har de forskellige økologiske interesseorganisationer opstillet anbefalinger for de maksimale tilladte transportafstande mellem samarbejdende landbrug (f.eks. 50 km). For andre lande i Østersøområdet, er der brug for nøje at vurdere, hvilke samarbejdsformer der er mulige og forenelige med ERA.



Økologisk Kredsløbslandbrug Vejledning til landmænd og rådgivere

Guidelines for Økologisk
Kredsløbslandbrug indeholder

Bind 1	Guidelines ERA landbrug	Software Tools
Bind 2	Economic Guidelines	
Bind 3	Marketing Guidelines	
Bind 4	Gård eksempler	



BERAS *implementation*
Baltic Ecological Recycling
Agriculture and Society



ERA Software Tools

N-budget calculator

A tool to calculate N-budgets
in organic forage systems

Legume estimation trainer

A learning tool for a better
estimation of the legume
proportion in forages

ROTOR– Organic crop rotation planner

A tool to plan crop rotations
in organic farming systems

THE TOOLS ARE AVAILABLE AT: WWW.BERAS.EU

Nitrogen budget calculator

109

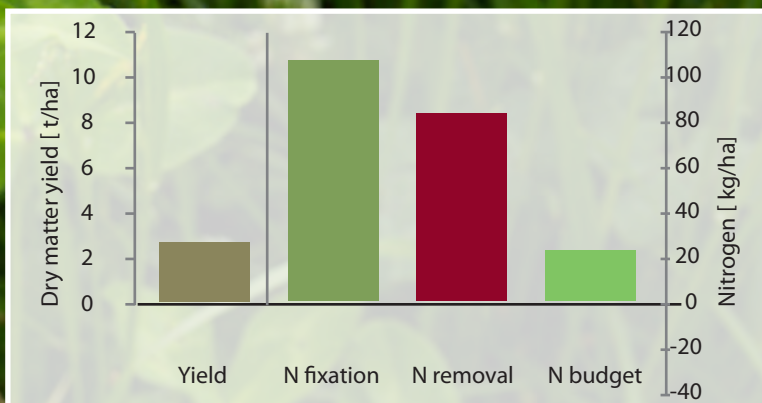
Legume estimation trainer

115

ROTOR– Organic crop rotation planner

123

ERA Software Tools



NITROGEN BUDGET CALCULATOR

A tool to calculate N-budgets
in organic forage systems

Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger and Johann Bachinger

THE TOOL IS AVAILABLE AT: WWW.BERAS.EU

Why it matters	110
How it works	111
How to use the tool	112
Interpretation of results	113
Sample calculations	114

Why it matters

Ecological recycling agriculture (ERA) aims at effective nutrient recycling through self-sufficiency in fodder and manure production and low levels of external inputs. Legumes play a key role in the crop rotation of ERA farms to balance the N-cycle through N-fixation. To ensure a stable production with low emissions to the environment, ERA aims for balanced N-budgets over the whole crop rotation.

Importance of N-budgets

In organic farming systems, the N-surplus is much lower than in conventional systems^[2,7,11] and below the maximum amount of 60 kg N-surplus allowed by the European Nitrate Directive (91/676/EEC)^[20]. However, studies also show negative N-budgets at field level in some organic farms which can result in lower yields^[11]. Therefore, field level N-budgeting is recommended on a regular basis to ensure that legume-grass mixtures lead to a net gain of N that can be used by subsequent crops.

The N-budget calculator facilitates a quick assessment of N-fluxes in legume-grass mixtures and simulates effects of an adapted management. In combination with the Legume estimation trainer the effect of the legume proportion is visualized.

Who can use it?

The computer tool does not require any prior software skills, nor any installation. It can be used by farmers, advisors, lecturers and students. This manual provides background information, user instructions, assistance for interpretation of results and sample calculations.





How it works

The N budget calculator is designed for arable forage systems with legume-grass mixtures (different species and varieties of grasses, clover and alfalfa). The tool estimates the N input (as biological N fixation) and N output (through crop harvest) to calculate the N budget per ha for one or several cuts.

The yield is either calculated from the crop height or it is entered as a value. The harvested yield at 5 cm cutting height is calculated using standard values for dry matter and harvest losses. In the case of mulching, the crop yield remains on the field and gaseous losses are assumed to occur. The N-content of the harvested crop is calculated according to the legume to grass ratio with standard values. All standard values can be changed in the 'extended data' sheet.

Further N-losses (e.g. leaching and denitrification) are assumed to be balanced by the atmospheric deposition and non-symbiotic N-fixation and therefore neglected.

Data required

Optional harvesting methods and their characteristics* [4, 13, 14]

Harvesting method	Harvest timing	Dry matter content (%)	Harvesting losses (% DM)	Gaseous losses (% N)
Green forage	Early	20	5	-
Wilted silage	Medium	35	20	-
Dry hay	Late	85	35	-
Mulching	Early	20	-	10

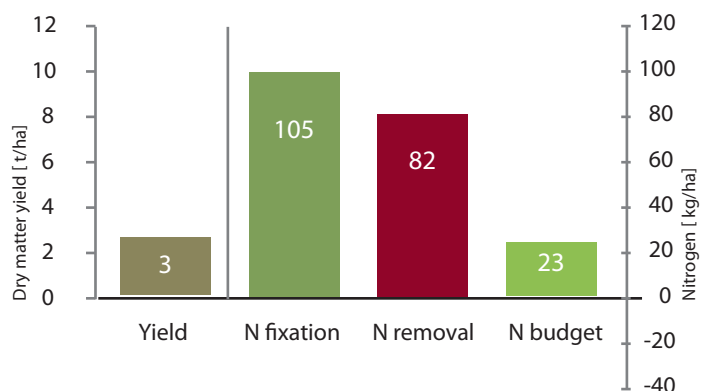


*Standard values can be changed in the 'extended data' sheet

User interface

The user interface shows the data input and results. The results include the gross yield, total N-fixation, N-removal through crop harvest and the N budget.

DATA INPUT		
Average height	[cm]	45
Harvesting method	[select]	silage
Harvesting losses	[%]	20
Legume Proportion	[%]	50
RESULTS		
Yield (harvested)	[t/ha DM]	3.2
N fixation	[kg N/ha]	105
N removal	[kg N/ha]	82
N budget	[kg N/ha]	23



How to use the tool

The N-budget calculator is a software tool in Microsoft Excel and works with two data sheets.

- 'N budget calculator' presents calculations based on a small number of input data characterising the legume-grass mixture (e.g. yield, harvesting method and legume proportion).
- 'Extended data': input data and calculation functions can be altered (for use by experts).

Minimum software requirements

Microsoft Excel, minimum version 2003 (XLS)

Learn about your N budget in 10 steps

1. Open the Excel document
2. View the sheet 'N budget calculator'
3. Go to the data entry field
4. Enter **either** the average height of the legume-grass mixture at the harvest time (cm) **or** the estimated yield (in tons fresh matter)
→ See the method for yield estimates in the chapter [Legumes](#)
5. Select the harvesting method (green forage, wilted silage, dry hay or mulching)
6. Enter harvesting losses manually (in %) **or** use the standard value by leaving the cell blank
7. Enter the estimated legume proportion in the mixture at harvesting time (in %)
→ Use the [Legume estimation trainer](#) to train your observation skills
8. Read the calculated results
9. Change the input data to visualize the effects of management changes
10. To estimate the N-budget for the whole year with several cuts, calculate the N-budget for each cut separately and add the values together:

Example



1st cut: - 15 kg N/ha
2nd cut: +10 kg N/ha
3rd cut: +13 kg N/ha

N budget: 8 kg N/ha

Interpretation of results

The N-budget result is positive, balanced or negative. Different management options to increase the N inputs and decrease the outputs are given. Calculation examples provide an indication of which factors have the strongest effects on the N-budget.

What does the N budget tell you?

Interpretation of N-budget results and possible management options

N-budget (kg N/ha)	Interpretation
-10 and lower	N-output exceeds the input. N is used from soil reserves and no N is contributed to the system. This management is not sustainable, leads to a depletion of soil N and can result in lower yields in the future.
-10 to +10	Additional N-output equals the input. N fixed by the legumes is removed through the harvest and hardly any N remains in the system.
+10 and higher	Additional N-input exceeds the output and leads to a net gain of N to the system which can be used by subsequent crops.



To achieve positive N budgets a change of management is required by

- increasing the legume proportion (**legumes**)
- increasing the yield
- changing the harvesting method

If your N budget is positive, maintain the condition and ensure that the N is kept in the system until taken up by the subsequent crop (**legumes**).

This calculator provides a quick and rough estimation of the N-budget of your legume-grass fields. Results should not be over interpreted. If negative results occur, check if the N budget calculator can help to improve the situation!

[Hints for farmers](#)

Enjoy experimenting with this ERA software tool!



Sample calculations

You can learn about the effects on the N-budget by changing the input variables e.g. by increasing or decreasing the yield, harvest losses and legume proportion.

Note: If the harvesting method cannot be changed, the legume proportion remains the key factor influencing the N-budget!

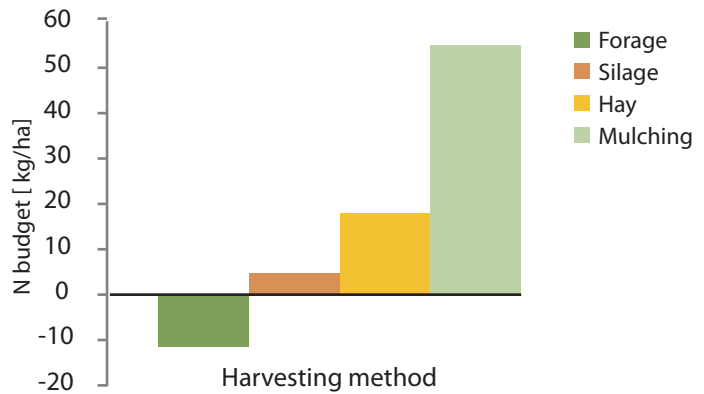
A farmer has four fields of legume-grass each with a gross yield of 3 t/ha (e.g. first cut at 5 cm cutting height). The calculated N-fixation is about 65 kg N/ha in each field.

Question: Under which conditions is the N-budget negative or positive?

Two examples

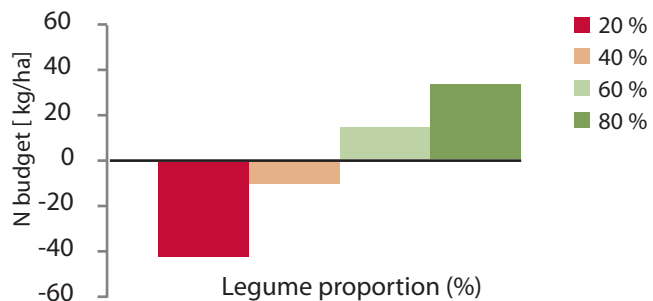
Case A

- Fixed parameter:
40 % average legume proportion in each field
 - Variable parameter:
different harvesting methods
- Compare the effect on the N-budget



Case B

- Fixed parameter:
harvesting method (forage)
 - Variable parameter:
20 – 80 % legume proportion
- Compare the effect on the N-budget



Main factors influencing the N budget on legume-grass fields

- Legume proportion has a major effect and can be influenced by management (**Legumes**)
- Harvesting method has a major effect, but depends on the feed demand
- Yield has a medium effect and can be influenced by management
- Harvesting losses have a minor effect (higher losses mean less N-removal resulting in a more positive N-budget at field level)

ERA Software Tools



LEGUME ESTIMATION TRAINER

A learning tool for a better estimation of the legume proportion in forages

Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger and Johann Bachinger

THE TOOL IS AVAILABLE AT: WWW.BERAS.EU

Why it matters	116
How it works	117
How to use the tool	118
How to estimate in the field (after the training)	119
Samples of arable forage	120
Samples of permanent grassland	121

Why it matters

Forage legumes (e.g. clovers and alfalfa cultivated on arable fields and grasslands) build up soil fertility and therefore play a key role in crop rotations of ERA farms. Among other benefits **legumes** fix nitrogen (N) from the atmosphere which is available to current and subsequent crops. Moreover they provide a highly nutritious fodder for ruminants which, when their **manure** is recycled, also enriches the soil.

Why field estimations?

The amount of N fixed is dependent on the total yield and the percentage of **legumes** in the forage mixture ^[1,5]. To assess the nutrient status of a rotation and to calculate N budgets a good estimation of the legume percentage is essential. This estimation needs to be conducted in the field at harvesting time. It cannot be estimated from the seed mixture ^[5].

Being able to accurately calculate the proportion of legumes in forages is important because this is one of the variables used in the N budget calculator. A more accurate estimation of the legume proportion will give a more accurate calculation of N fixation and N budgets.

Who can use it?

This learning tool is for farmers and advisors. It allows them to practice and improve their skills in estimating the legume percentage in legume-grass mixtures of arable and permanent grassland systems, an important variable in N budget calculations.

How it works

The Legume estimation trainer contains two sets of pictures to choose from – one of arable forage and one of permanent grassland. They show various legume-grass mixtures at different stages of maturity and the corresponding legume percentages. The data accompanying each photo are based on the results from scientific field experiments and nutrient analysis.

The computer based tool generates pictures randomly and allows the user to estimate the legume percentage of the dry matter yield by choosing one of the classes of percentages.



What kind of data is presented?

User interface

The user interface in the web-browser shows the legume-grass picture and options to estimate the legume percentage and additional information.

Estimate the legume proportion (%) in the mixture



this is correct: 59 %

dry matter yield (t/ha) 3.1

fresh matter yield (t/ha) 15.5

0-20 %

21-40 %

41-60 %

61-80 %

81-100 %

next image

How to use the tool

The Legume estimation trainer can be used with all standard web-browsers and can be started without any prior software skills or installations.

Minimum software requirements

Web-browser e.g. Mozilla Firefox, Windows Internet Explorer

Practice your legume estimation skills in 5 steps

- Open the file 'start' (it will appear in your web-browser)
- Choose between 'arable forage' and 'permanent grassland' and the training will start
- Study the first picture on your screen and read the information on yield below
- Estimate the legume percentage by pressing one of the buttons showing percentages
- If your estimation was correct, the exact percentage will be shown and you can press "next picture"; if not please estimate again.



Your estimation skills will improve with practice, so train regularly and monitor your rate of success. **Enjoy the training!**

Monitor your training!

- Estimate 100 pictures and note the no. of errors.
- Repeat this three times and compare the results to check your progress.
- Train until you have less than 20 errors – if you like!

Application of your estimation skills

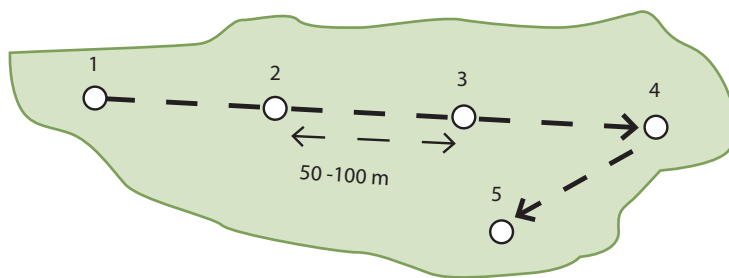
After the training, your estimation skills will be good enough to estimate the legume percentage in the field. To get a very rough estimation, you can estimate from the tractor or harvester at the time of harvesting. If time allows, a more precise estimation, at least on a few fields, is recommended. This can be done by a quick transect walk through the field.

How to estimate in the field (after the training)

- Use a record book for documenting all data during the field walk
- Walk diagonally through the field (transect)
- Take one sample every 50-100 m (avoid field margins)
- 5 samples for fields with little variation in legume percentage
- 10 samples for fields with high variation in legume percentage
- Estimate one square meter per sample (use a frame or sticks to mark the borders)
- Write the percentage for each sample in the record book and calculate the average
- Estimation should be repeated throughout each season since the percentage may vary between fields and cuts and from year to year

How to carry out a transect walk?

Estimation of the legume percentage in the field (more precise estimation)



Average legume percentage in the field

Sample	%
1	40
2	25
3	20
4	45
5	60
Average	38

Estimation of the legume percentage from the tractor (rough estimation)



Equipment: 0.5 m² frame made of sticks and a kitchen scale

- Note your estimation on paper and cut the samples (0.5 m²)
- Sort the shoots into legumes and non-legumes
- Weigh the legume shoots and all shoots; and calculate:

$$\text{Legume percentage (\%)} = \frac{\text{legume shoots (g)} * 100}{\text{all shoots (g)}}$$

Test your estimation skills by yourself

This can be a group exercise with farmers facilitated by the advisor

Samples of arable forage

(Photos: ZALF)

Classification

1-20 %



11% Legumes / 4.2 t/ha DM / 51 cm



4% Legumes / 4.4 t/ha DM / 47 cm

21-40 %



37% Legumes / 2.6 t/ha DM / 37 cm



22% Legumes / 3.8 t/ha DM / 53 cm

41-60 %

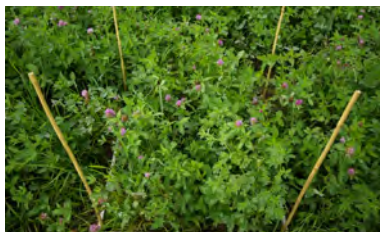


59% Legumes / 3.1 t/ha DM / 51 cm



48% Legumes / 3.7 t/ha DM / 42 cm

61-80 %



78% Legumes / 2.7 t/ha DM / 42.6 cm

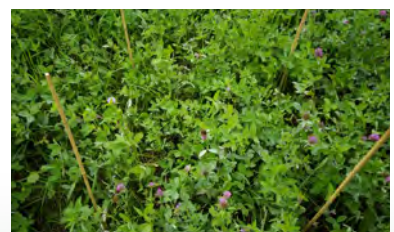


73% Legumes / 3 t/ha DM / 46.4 cm

> 81 %



94% Legumes / 2.1 t/ha DM / 24 cm



80% Legumes / 2 t/ha DM / 39 cm

Samples of permanent grassland

(Photos: ZALF and Engel, Aulendorf)



4 % Legumes / 4.2 t/ha DM / 30 cm



5 % Legumes / 2.8 t/ha DM / 45 cm

Classification

< 6 %



11 % Legumes / 2.2 t/ha DM / 37 cm



18 % Legumes / 3 t/ha DM / 27 cm

6-20 %



25 % Legumes / 1.7 t/ha DM / 33 cm



35 % Legumes / 2.9 t/ha DM / 29 cm

21-40 %

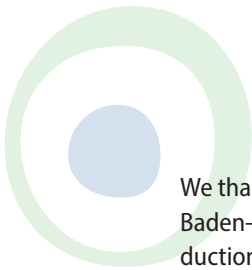


45 % Legumes / 3.6 t/ha DM / 60 cm



51 % Legumes / 2.1 t/ha DM / 25 cm

> 40%



We thank Prof. Dr. Martin Elsässer and Sylvia Engel from the Agricultural Centre Baden-Wuerttemberg, Department of Grassland Management and Forage Production (LAZBW Aulendorf) for most of the images and samples of permanent grassland. At the Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) in Müncheberg, we thank Gerlinde Stange and the staff at the Institute of Land Use Systems and the ZALF Research Station in Müncheberg for their help and assistance with sample and data processing.

The first version of this trainer has been published in the book 'Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau: Ein Handbuch für Beratung und Praxis mit Anwendungs-CD' by Stein-Bachinger, K., Bachinger, J. and Schmitt, L. (2004). ISBN 978-3-941583-14-6

ERA Software Tools



ROTOR – ORGANIC CROP ROTATION PLANNER

A tool to plan crop rotations in organic farming systems

Moritz Reckling, Johann Bachinger and Karin Stein-Bachinger

THE TOOL IS AVAILABLE AT: WWW.BERAS.EU

Why it matters	124
How it works	125
How to use the tool	125
User interface	126
Interpretation of results	128
Example evaluation	129

Why it matters

Ecological Recycling Agriculture (ERA) aims at effective nutrient recycling through self-sufficiency in fodder and manure production and low levels of external inputs. Well-planned **crop rotations** are therefore a key element to successful ERA farming.

Crop rotations should provide sufficient fodder, high yielding cash crops and ensure the long-term productivity as well as sustainability of the system. This includes phytosanitary restrictions, effective weed management, sufficient nitrogen supply through legumes, stable N- and humus-balance and reduced nitrogen losses.

Why to plan with ROTOR

Planning organic crop rotations requires to consider the management of nutrients, humus, weeds, diseases, cash and fodder crops, catch crops and manure applications.

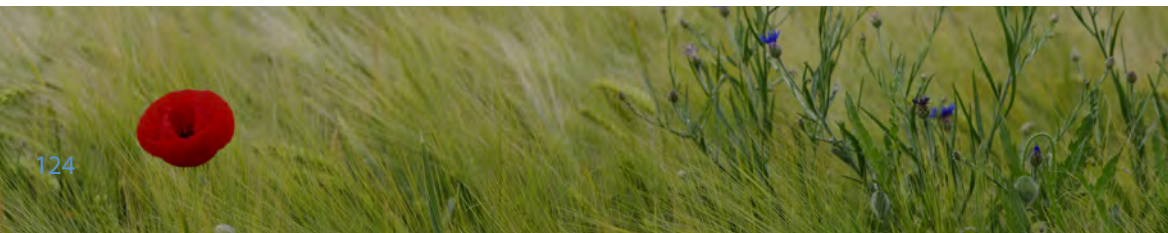
ROTOR is a static rule-based tool for long-term planning at field level to regulate:

- Supplying sufficient fodder
- Regulation of weed infestation
- Taking phytosanitary restrictions into account
- Maximising N-fixation from legumes
- Minimising N-losses via leaching

ROTOR supports advisors to consider all these factors simultaneously. It provides complementary information to the local knowledge and experiences!

Who can use it?

ROTOR requires some previous software skills, and in some cases the installation of software (see software requirements). It has been designed for advisors, but can also be used by farmers, lecturers and students.



How it works



ROTOR calculates on the basis of predefined crop production activities (CPA). These describe all field operations per crop, beginning with stubble tillage and ending with the harvest. Each crop can be cultivated differently, therefore different CPA's exist with varying preceding crops and different field operations i.e. ploughing or non-inverting tillage, undersowing, use of catch crops, manuring, straw harvesting, and mechanical weed control.

Crop rotations describe a succession of CPA's which are evaluated with agronomic criteria i.e. N₂-fixation, N-removal, N- and humus-balance, N-leaching, phytosanitary restrictions and the weed infestation risks.

How to use the tool

ROTOR has been adapted to specific countries in the Baltic Sea Region. Within a country, different soil types are distinguished.

- Results can be used to compare between different crop rotation options.
- Absolute values should be taken with care.
- If you use ROTOR for other countries and sites it needs to be adapted if this is not done, please handle the results with great care!


Microsoft Access, minimum version 2000

Software
requirements



User interface

The user operates with two interfaces, the data entry form and the report of results. The data entry form is shown below.



BERAS implementation
 Baltic Ecological Recycling
 Agriculture and Society

ROTOR
 Organic Crop Rotation Planner

Site data

Select your site characteristics

Country	Soil quality		Annual precipitation		Precipitation winter half year
Denmark	Jord Bonitet 6		541 - 600		250
Sweden	clay soil		601 - 660		275

Selection of crops and crop sequences

Select the number of years and the sequence of crops or leave years blank to generate se

	Year 1	Year 5		
	Legume grass			<p>Press to generate and evaluate blue crop rotations</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">calculate</p> </div>
	Year 2	Year 6		
	Legume grass			
	Year 3	Year 7		
	Year 4	Year 8		

Number of years

3

4

6

7

8

Settings of production measures


If you want change the standard values according to your aims

Manure selection	Straw harvest	Forage use of legume-grass	Legume proportion in legume grass leys	Catch crops	
yes no	yes no both	yes no	0.7 0.8 % DM	stubble seeds yes no	undersown yes no
solid & liquid solid liquid					

Settings for crop rotation generation and thresholds

If you want to generate rotations, select the settings below according to y

<p>Phytosanitary restrictions <input checked="" type="checkbox"/> on <input type="checkbox"/> off</p> <p>Crop sequency restrictions</p> <p>Spring crops: <input type="text" value="4"/> max. crops in series</p> <p>Cereals: <input type="text" value="4"/></p> <p><input type="text" value="3"/></p> <p><input type="text" value="2"/></p>	<p>Thresholds of weed infestation risks</p> <p>winter annual <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="off"/></p> <p>spring annual <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="off"/></p> <p>perennials <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="off"/></p> <p>Thresholds of overall N balance</p> <p>minimum - <input type="text" value="5"/> % <input type="text" value="on"/></p> <p>maximum <input type="text" value="15"/> % <input type="text" value="on"/></p>	<p>from - 4 up to +4 negative values indicate a reduction and positive values an increase in</p>
---	---	---



ROTOR prototype 1.0 (2013)
 Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF)



Evaluate your crop rotation in a few steps

1. Open the Microsoft Access file.
2. The data entry form opens.
3. Select your site data (country and soil quality, mean annual and winter precipitation), if your site is not included you may use a comparable site or contact the developers.
4. Select the number of years and the crops of the rotation you want to evaluate, starting with a legume-grass mixture.
5. Specify the production measures or leave the standard values (manure, straw harvest, forage use of legume-grass, legume percentage in legume-grass, catch crops).
6. Press 'calculate' to evaluate the rotation.
7. The report of results will open (this can take a few seconds).
8. If you want to change the crop rotation or other settings please close the report of results and make the changes.

Generate crop rotations

1. Select the number of years of the rotation.
2. In the 'selection of crops and crop sequences' you can leave all or several years blank.
3. Change the settings for crop rotation generation and threshold.
4. Continue with step 6. from the list above.

To sort the report of results

The standard sorting of results is by 'N surplus' from lowest to highest; to change this:

1. Open the report of results and go to the 'draft view' (right click and select 'draft view').
2. Go to 'grouping and sorting' (right click and select 'grouping and sorting').
3. Find 'grouped by' (e.g. bottom of the report) and select a criteria from the list.
4. Define the ranking (from 'highest to lowest' or 'lowest to highest').

Interpretation of results

The report of results shows calculated values per crop and per rotation. Several options of crop rotations will be displayed, sorted by the N surplus (this can be changed).

Description of crop production activities

Details of crop production i.e. catch crops, undersowings, tillage and manure applications.

Yield [t/ha]

Dry matter yields calculated specific to soil, rainfall, pre-crop and manure (1 dt = 0.1 t)

N₂-fixation [kg N/ha]

Nitrogen fixed by legumes as a main crop, undersowings, intercrops and catch crops

N-leaching [kg N/ha]

Annual leaching of nitrogen → should be as low as possible

N-removal [kg N/ha]

Annual nitrogen removal through the harvest of crops

N-balance [kg N/ha]

Mean annual N balance calculating N input – N output → should be close to neutral (-10 kg to +10 kg) for long-term sustainability

N-balance % N-input [%]

N balance in % from the N input → should be close to 0 to ensure long-term sustainability (set thresholds in the data entry form)

Humus reproduction [%]

Annual humus reproduction ^[25] → should be more than 100% to ensure a stable humus-balance

Weed infestation risks [score]

Negative scores reduce and positive scores increase the infestation risk with perennial, spring and winter annual weeds (score from – 4 to +4) → depending on your soil and farming, ensure to keep the infestation risk low and aim for negative values.

Example evaluation

An example crop rotation with two cropping options for a marginal sandy soil in Germany (Brandenburg), soil rating index 25 (sandy soil)

Precipitation: 500 mm annual and 225 mm in the winter half

Crop rotation:

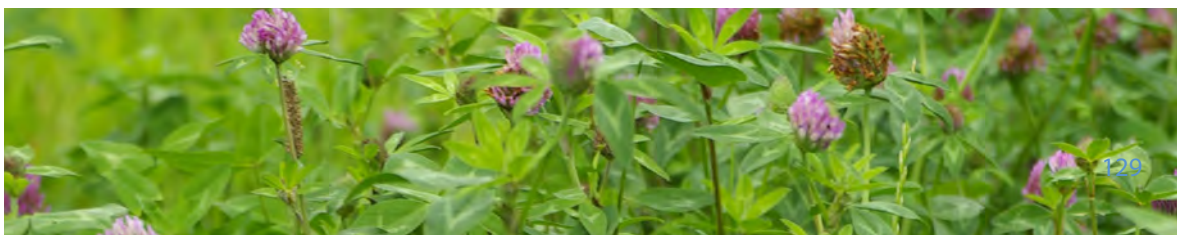
Legume-grass (mulching) – winter rye – winter rye – lupin – oat

Option A: Undersowing of legume-grass in oats
Mean legume percentage set to 50 % in the legume-grass sward

Crop	Yield	N ₂ -fixation	N-leaching	N-balance	Weed infestation risk (- reduces, + increases)			Humus reproduction
	[t/ha]	[kg N/ha]			peren.	spring	autumn	%
Legume-grass (50 % leg.)	24	124	3	105	0	-1	-1	
Winter rye	2.6	0	20	-57	-1	-1	3	
Winter rye	2.1	0	14	-44	-1	-1	3	
Lupin	1.5	76	26	-3	0	3	-1	
Oat + leg.-grass undersown	1.6	0	33	-54	0	1	-1	
Mean of crop rotation		40	20	-11	-0.2	0.2	0.6	108

Option B: Inclusion of a catch crop (turnip rape) before oat
Increased legume percentage set to 70 % in the legume-grass sward
→ the changes in option B are marked in green

Crop	Yield	N ₂ -fixation	N-leaching	N-balance	Weed infestation risk (- reduces, + increases)			Humus reproduction
	[t/ha]	[kg N/ha]			peren.	spring	autumn	%
Legume-grass (70 % leg.)	24	167	12	139	0	-1	-1	
Winter rye	2.6	0	20	-57	-1	-1	3	
Winter rye	2.1	0	14	-44	-1	-1	3	
Lupin	1.5	76	26	-3	1	3	-1	
Oat + catch crop + leg.-grass undersown	2.0	0	13	-42	-1	1	-2	
Mean of crop rotation		49	17	-1	-0.4	0.2	0.4	117



To find out more

- 1 **Granstedt, A. (2012):** Farming for the future. With a focus on the Baltic Sea region. COMREC Studies in Environment and Development No. 6, BERAS Implementation reports No. 2. Södertons University, Sweden, pp 133.
- 2 **Granstedt, A., Schneider, T., Seuri, P., Thomsson, O. (2008):** Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea. Biological Agriculture and Horticulture, Vol. 26, pp 279-307.
- 3 **Larsson, M. & Granstedt, A. (2010):** Sustainable governance of the agriculture and the Baltic Sea – Agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. Ecological Economics, Vol. 69, pp 1943-1951.
- 4 **KTBL (2009):** Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14. Auflage, Darmstadt, pp. 1180.
- 5 **Stein-Bachinger, K., Bachinger, J., Schmitt, L. (2004):** Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.), 423, Darmstadt, pp 136.
- 6 **Stein-Bachinger, K. & Werner, W. (2007):** Effect of Manure on Crop Yield and Quality in an Organic Agricultural System. Biological Agriculture and Horticulture, Vol. 14, pp. 221-235.
- 7 **Haas, G. (2009):** Wasserschutz im Ökologischen Landbau.- Bundesprogramm Ökologischer Landbau, pp 61.
- 8 **Lampkin, N. (1990):** Organic Farming. Farming Press Books, UK, pp 70.
- 9 **COG (2001):** Organic Field Crop Handbook. Canadian Organic Growers Inc., 2nd Edition, pp 292.
- 10 **Hauser, S. (1987):** Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. Diss. Univ. Göttingen.
- 11 **Kelm, M., Loges, R., Taube, F. (2007):** N surpluses of organic and conventional farms in Northern Germany. Results from the COMPASS project. 9. Wiss. Tagung Ökologischer Landbau, pp 29-32.
- 12 **Stein-Bachinger, K. & Fuchs, S. (2012):** Protection strategies for farmland birds in legume-grass leys as trade-offs between nature conservation and farmers' needs. Organic Agriculture (2), pp 145-162.
- 13 **Loges, R. & Taube, F. (2011):** Nitratauswaschung, Ertrag und N-Bilanz zweier Fruchtfolgen mit unterschiedlichem Leguminosenanteil im mehrjährigen Vergleich. 11. Wiss. Tagung Ökologischer Landbau, pp 89-92.
- 14 **Elsäßer, M. (1998):** Düngung von Wiesen und Weiden. Merkblätter für die umweltgerechte Landbewirtschaftung. Nr. 13, Ed. Landesanstalt für Pflanzenbau, Forchheim, Rheinstetten, pp 8.
- 15 **Rauhe, K. (1964):** Möglichkeiten des Humusersatzes durch Düngung und Pflanze. Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin; Bd. 13, H. 6, pp 26.
- 16 **LVLf (2008):** Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Gemeinsame Hinweise der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. www.lf.lf.brandenburg.de, pp 87.
- 17 **Pietsch, G. & Friedel, J. (2007):** Was Leguminosen bringen. BIO AUSTRIA, pp 20-21.
- 18 **Faßbender, K., Heß, J., Franken, H. (1993):** Sommerweizen, grundwasserschonende Alternative zu Winterweizen auf leichten Böden. In: Zerger, U. (Hrsg.): Forschung im Ökologischen Landbau. Tagungsband zur 2. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, pp 139-144.
- 19 **Landesanstalt für Landwirtschaft (2006):** Standorttypische Humusgehalte von Ackerböden in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt 16. www.lfl.bayern.de.

- 20 **European Nitrate Directive (91/676/EEC):** <http://ec.europa.eu/environment/water/water-nitrates/report.html>.
- 21 **Mohler, C.L. & Johnson, S.E. [eds.] (2009):** Crop Rotation on Organic Farms – A planning manual. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service (NRAES), 177, www.nraes.org.
- 22 **Freyer, B. (2003):** Fruchtfolgen – Konventionell – Integriert – Biologisch. Eugen Ulmer, Stuttgart, pp 230.
- 23 **Kolbe, H. (2006):** Fruchtfolgegestaltung im ökologischen und extensiven Landbau: Bewertung von Vorfruchtwirkungen. Pflanzenbauwissenschaften 10, pp 82-89.
- 24 **Hubendick, B. (1985):** Människoekologi. Gidlunds förlag. Stockholm.
- 25 **Hülsbergen, K.-J., Braun, M. & Schmid, H. (2012):** Die Bedeutung der Kohlenstoffversorgung in Böden. Lebendige Erde, 3, pp 12-14 and **Leithold, G. und K.-J. Hülsbergen (1998):** Humusbilanzierung im ökologischen Landbau. Ökologie und Landbau, 105, pp 32-35.
- 26 **Baltic Sea Now (2012):** Our chemicalized Sea. <http://www.balticseanow.info>
- 27 **Kahnt, G. (1986):** Biologischer Pflanzenbau.- Stuttgart, Ulmer, pp 228.
- 28 **Kattwinkel, M., Kühne, J.V., Foit, K., Liess, M. (2011):** Climate change, agricultural insecticide exposure, and risk for freshwater communities. Ecological Applications 21: 2068–2081. <http://dx.doi.org/10.1890/10-1993.1>.
- 29 **BLE (2006):** Pflanzenschutz im Ökolandbau. Krankheiten und Schädlinge. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Germany, pp 20.
- 30 **Kühne, S., Burth, U., Marx, P. (2006):** Biologischer Pflanzenschutz im Freiland. Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau. Verlag Eugen Ulmer, Germany, pp 304.
- 31 **Schwarz, A. (2009):** Nützlingsförderung im Ackerbau. UFA-Revue Mai 2009. Landwirtschaftliches Zentrum St. Gallen, Switzerland, pp 3.
- 32 **Wageningen UR (2006):** Practical weed control in arable farming and outdoor vegetable cultivation without chemicals. WUR Applied Plant Research, Wageningen, The Netherlands, pp 77.
- 33 **JKI (2012):** Vorratsschutz. URL: [oekologischerlandbau.jki.bund.de /Vorratsschutz](http://oekologischerlandbau.jki.bund.de/Vorratsschutz).
- 34 **FAO (2003):** World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO perspective. <http://www.fao.org/docrep/005/y4252e/y4252e06.htm>.
- 35 **Schrimppf, E. (2010):** Rahmenbedingungen für einen nachhaltigen (Öl)-Pflanzenbau weltweit. http://www.bv-pflanzenoele.de/pdf/Schrimppf_Rahmenbedingungen.pdf.
- 36 **FIBL et al. (2012):** Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit. www.bodenfruchtbarkeit.org/grundlagen.html.
- 37 **Claassen, N. & Jungk, A. (1984):** Bedeutung von Kaliumaufnahme, Wurzelwachstum und Wurzelhaaren für das Kaliumaneignungsvermögen verschiedener Pflanzenarten. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., 147, pp 276-289.
- 38 **Brock, C. Hoyer, U., Leithold, G., Hülsebergen, K.-J. (2008):** A new approach to humus balancing in organic farming. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, pp 40-43.
- 39 **Granstedt, A. & Kjellenberg, L. (2008):** Organic and biodynamic cultivation – a possible way to increasing humus capital, improving soil fertility and providing a significant carbon sink in Nordic conditions. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, pp 32-35.
- 40 **Kelm, M., Loges, R. & Taube, F. (2008):** Comparative analysis of conventional and organic farming systems: Nitrogen surpluses and losses. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, pp 312-315.
- 41 **Cordell, D., Drangert, J.-O., White, S. (2009):** The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environmental Change 19, pp 292-305.

- 42 **HELCOM (2013):** Approaches and methods for eutrophication targets setting in the Baltic Sea region. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 133*, pp 134.
- 43 **Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (2002):** Phosphordüngung und Gewässerschutz. www.umweltministerium.bayern.de.
- 44 **Scheffer, B. (2010):** Schutz der Böden vor Überdüngung. *WasserWirtschaft* pp 1-2.
- 45 **Efma (2000):** Phosphorus essential element for food production. European Fertilizer Manufactures' Association, Belgium. www.efma.org.
- 46 **Gantham, A. (2010):** Mycorrhiza Matter. www.rodaleinstitute.org www.mycorrhiza.com.
- 47 **Gustafsson, B.G., Schenk, F., Blenckner, T., Eilola, K., Meier, H.E.M., Müller-Karulis, B., Neumann, T., Ruoho-Airola, T., Savchuk, O.P., Zorita, E. (2012):** Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850 – 2006. *Springer, AMBIO*, 41: 534–548.
- 48 **Bachinger, J., Zander, P. (2007):** ROTOR, a tool for generating and evaluation crop rotations for organic farming systems. *Europ. J. Agronomy* 26, pp 130-143.
- 49 **Baltic COMPASS (2012):** www.balticcompass.org.
- 50 **Gattinger, A. et al. (2012):** Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1209429109.
- 51 **FIBL, Bio Austria et al. (2012):** Soil fertility. ISBN 978-3-03736-208-2.
- 52 **Schnug, E., Rogasik, J. Haneklaus, S. (2003):** Die Ausnutzung von Phosphor aus Düngemitteln unter besonderer Berücksichtigung des ökologischen Landbaus. www.fal.de.
- 53 **Amberger, A. (1996):** Pflanzenernährung. 4. Auflage, Ulmer Verlag, Stuttgart, pp 319.
- 54 **Schilling, G. (2000):** Pflanzenernährung und Düngung. Ulmer Verlag, pp 464.
- 55 **Gisi, U. (1990):** Bodenökologie. Thieme Verlag, Stuttgart, pp 304.
- 56 **www.fibl.org, www.bodenfruchtbarkeit.org/504.html.**
- 57 **Scheller, E. (2002):** Eiweißstoffwechsel im Boden und Humusaufbau. *Lebendige Erde* 3, pp 40-43.
- 58 **Köpke, U. (2004):** Rotation for Organic Farming: Its Aims and Implementation. International Symposium on Organic Agriculture, Korea, pp 1-25. Own adaption.
- 59 **Bertilsson J. (2001):** Konferensrapport Ekologiskt lantbruk Ultuna 13-15 November. CUL.
- 60 **Waghorn G. C., Hegarty R. S. (2011):** Lowering ruminant methane emissions through improved feed conversion efficiency. *Animal Feed Science and Technology* 166-167 (2011) 291-301.
- 61 **Nauta, W.J., Veerkamp, R.F., Brascamp, E.W., Bovenhuis, H. (2006):** Genotype by environment interaction for milk production traits between organic and conventional dairy cattle production in the Netherlands. *Journal of Dairy Science* 89: 2729-2737.
- 62 **Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, NL (1985).**
- 63 **Boller, B. & Noesberger, J. (1987):** Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrass at low levels of N-15-fertilization. *Plant and Soil*, 104 (2): 219-227.
- 64 **Vägen till ekologisk mjölkproduktion (2010):** Jordbruksinformation 1 –. Jordbruksverket.
- 65 **BÖLW (2006):** Nachgefragt: 25 Antworten zum Stand des Wissens rum um Öko-Landbau und Bio-Lebensmittel. www.boelw.de/bioargumente.html
- 66 **Granstedt, A. (1998):** Ekologiskt lantbruk - fördjupning. Natur och Kultur/LTs förslag
- 67 **www.luomu.fi/tietoverkko/**
- 68 **Edwards, S. (2002):** Feeding organic pigs – A handbook of raw materials and recommendations for feeding practice. University of Newcastle upon Tyne.

List of abbreviations

a	year
AU	animal unit
C	carbon
Ca	calcium
cm	centimetre
C/N	Carbon/Nitrogen ratio
CO ₂	carbondioxid
C _{org}	organic carbon
DM	dry matter
ECM	energy corrected milk
ERA	Ecological Recycling Agriculture
e.g.	for example
FM	fresh matter
g	gram
H ⁺	hydrogen
ha	hectare
K	potassium
kg	kilogram
km	kilometre
l	litre
LU	livestock unit
m	meter
m ³	square metre
MCP	monocalcium phosphate
MJ	mega joule
mm	millimeter
N	nitrogen
N _t	total nitrogen
NDF	non digestible fiber
Nfix	nitrogen fixation
NH ₄	ammonia
NO ₃	nitrate
P	phosphorus
ROTOR	ROTation ORganic
S	sulfur
SOM	soil organic matter
t	ton
US	undersown
°C	degree centigrade

Addresses of editors and authors

Editors

Dr. Karin Stein-Bachinger, Moritz Reckling and Johannes Hufnagel
Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) e.V.
Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg, Germany
kstein@zalf.de
moritz.reckling@zalf.de
jhufnagel@zalf.de

Associate Professor Dr. Artur Granstedt
Södertörn University, 14189 Stockholm
and Biodynamic Research Institute
153 91 Järna, Sweden
artur.granstedt@beras.eu

The Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) in Germany explores ecosystems in agricultural landscapes and develops ecologically and economically tenable land use systems while taking into account societal demands. The Institute of Land Use Systems focuses on the assessment and further development of sustainable farming systems, including organic farming. www.zalf.de

Södertörn University in Sweden is lead partner of the EU project BERAS Implementation. The University conducts education and research to develop and disseminate knowledge on how human activities affect the natural world, as well as how to create the right conditions for environmental, social and economic sustainable development.

The Biodynamic Research Institute in Sweden works with long term on-farm studies to develop ecological and biodynamic agriculture for Nordic conditions with a focus on soil fertility, the environment and food quality.

Corresponding authors

Gustav Alvermann
Ackerbauberatung, Trenthorst 24 a
23847 Westerau
Gustav.Alvermann@t-online.de

Prof. Dr. Artur Granstedt
Kulturcentrum 13, 15931 Järna,
Schweden
artur.granstedt@beras.eu

Prof. Dr. Stefan Kühne
Federal Research Centre for Cultivated Plants
Julius Kühn-Institut (JKI)
Stahnsdorfer Damm 81
14532 Kleinmachnow
Stefan.kuehne@jki.bund.de

Moritz Reckling
ZALF e.V., Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84,
15374 Müncheberg
E-mail: moritz.reckling@zalf.de

Katarina Rehnström
Gamla Kustvägen 254 B
10 600 Ekenäs, Finland
kata@bene.fi

Dr. Karin Stein-Bachinger
ZALF e.V., Institute of Land Use Systems
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
E-mail: kstein@zalf.de

Photographers

© Johann Bachinger, Moritz Reckling, Karin Stein-Bachinger, Åsa Odelros, Katarina Rehnström, Stefan Kühne, Carlo Horn, Gustav Alvermann, Johannes Hufnagel, Gerlinde Stange, Frank Gottwald, Klaus-Peter Wilbois (p 48 left), Martin Elsäßer (p 59 right below, p 68), Nikola Acuti

Project partners

SWEDEN



Södertörn University
www.sh.se



The Biodynamic Research Institute, www.jdb.se/sbf



Södertälje Municipality
www.sodertalje.se



Swedish Rural Network
www.landsbygdsnatverket.se



Swedish Rural Economy and Agricultural societies, Gotland
http://hs-i.hush.se.
Kalmar, hs-h.hush.se



FINLAND

MTT Agrifood Research
www.mtt.fi



Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa,
www.ely-keskus.fi/uusimaa



Finnish Environment Institute
www.environment.fi/syke



University of Helsinki, Department of Agricultural Sciences
www.helsinki.fi



ESTONIA

Estonian University of Life Sciences
www.emu.ee



Estonian Organic Farming Foundation (EOFF)
www.maheklubi.ee



LATVIA

Latvian Rural Advisory and Training Centre
www.llkc.lv



LITHUANIA

Aleksandras Stulginskis University
www.lzuu.lt/pradzia/lt



Baltic Foundation HPI
www.heifer.lt;
www.heifer.org



Kaunas District Municipality
www.krs.lt



POLAND

Institute of Soil Science and Plant Cultivation – National Research Institute
www.iung.pulawy.pl



Kujawsko-Pomorski Agricultural Advisory Centre in Minikowo, www.kpodr.pl



Polish Ecological Club in Krakow, City of Gliwice Chapter
www.pkegliwice.pl



Independent Autonomous Association of Individual Farmers 'Solidarity'
www.solidarnosc.pl



Pomeranian Agricultural Advisory Center in Gdańsk
www.podr.pl



GERMANY

Leibniz-Centre for Agricultural Landscape Research, www.zalf.de



DENMARK

The Danish Ecological Council
www.ecocouncil.dk



BELARUS

International Public Association of Animal Breeders "East-West"

Indhold

Bind 1 Guidelines ERA-landbrug

- Redning af Østersøen
- Jordbundens frugtbarhed
- Sædkifte
- Bælgplanter
- Husdyrgødning
- Husdyrhold
- Plantebeskyttelse
- Fosfor
- Gård samarbejde
- ERA Software tools (*kun på engelsk*)
 - N-Saldo calculator
 - Legume estimation trainer
 - ROTOR – Organic crop rotation planner

Bind 2 Economic guidelines (*kun på engelsk*)

- To look after your house
 - How to build a new house
 - Access and plan the necessary changes
 - Investment in housing, animals and machinery
- Your new house
 - Farm economy
 - Low-input strategy, ERA farming and cooperation
- Selected country studies

Bind 3 Marketing guidelines (*kun på engelsk*)

- Analysis of the initial status
- Strategies of promotion and marketing
- Selection of the media and channels to reach target groups
- Recommended marketing tools for ERA farms
- Examples of ERA good practices in the range of promotion and marketing

Bind 4 Gård eksempler

Hviderusland	DAK gedefarm
Danmark	Stengården
Estland	Mätiku gård
Finland	Peltomäki gård
Tyskland	Neuheim gård
Polen	Zdziarski gård
Polen	Plotta gård
Sverige	Stora Elghammer gård
Sverige	Ingelstorp gård

FORMÅL

Miljøet i Østersøen er truet. Input af plantenæringsstoffer fra højintensive og specialiserede landbrug er den vigtigste årsag. BERAS Implementation-projektet vil løse problemet gennem en systemisk skift til Økologisk Kredsløbslandbrug og et samarbejde med hele fødevarekæden fra landmand til forbruger.

HVEM KAN BRUGE DISSE GUIDELINES?

Guidelines-bøgerne "Økologisk Kredsløbslandbrug – Vejledning til landmænd og rådgivere" skal hjælpe landmænd og rådgivere til at praktisere og udvikle Økologisk Kredsløbslandbrug. De kan også anvendes i undervisning eller af beslutningstagere og politikere.

INDHOLD

Denne bog er første bind i et sæt med fire bøger, der dækker følgende emner:

Bind 1, "Guidelines ERA-landbrug" giver basale praktiske anbefalinger for Økologisk Kredsløbslandbrug, ERA, og præsenterer gennemprøvede metoder og optimeringsstrategier til effektiv recirkulering af næringsstoffer på gården og mellem forskellige bedriftstyper under og efter omlægningen. Oversat til dansk. Inkluderet er *softwareværktøjer*, der hjælper til at vurdere og forbedre bæredygtig sædskifte planlægning og kvælstoftilførsel på bedriftsniveau.

De *Økonomiske guidelines* i Bind 2 giver råd og støtte til landmænd i omlægningsprocessen og belyser hvordan ændringerne til ERA landbrug vil påvirke landmandens økonomi. Kun på engelsk.

I Bind 3, *Marketing guidelines* kan landmænd finde råd og ideer til, hvorledes man mere effektivt kan fremme og afsætte økologiske ERA-produkter. Kun på engelsk.

Gårdeksemplerne i Bind 4 indeholder personlige præsentationer af forskellige gårde omkring Østersøen, hovedsagelig gårde som er i gang med en omlægning til ERA, deres udfordringer og de fremtidige planer. Oversat til dansk.

Alle 4 bind findes på engelsk på www.Beras.eu i digital form. De danske oversættelser af bind 1 og 4 kan frit downloades fra www.ecocouncil.dk