

Morgondagens jordbruk med fokus på Östersjön



Artur Granstedt

Morgondagens jordbruk

med fokus på Östersjön

INNEHÅLL

- 6 Förord
- 9 Inledning
- 10 Den ekologiska grunden**
 - 11 Solljus, vatten, gröna växter – grunden för allt liv
 - 11 Ständig återanvändning
 - 12 Kolet – struktur- och energibärare
 - 12 Kvävet – grundelement i allt levande
 - 13 1 liter olja för 1 kg kväve
 - 15 Ärtväxter efter behov
 - 15 Fosfor – energiomvandlare i cellens inre
 - 16 Rubbad balans
 - 17 Redan romarna tärde på resurserna
 - 18 Hållbar utveckling – en definition
 - 19 Klarar vi plus 2 °C – och räcker det?
 - 21 Självförstärkande processer
 - 21 De fyra systemvillkoren
 - 22 Planetära gränsvärden
 - 23 Minus 80 % fossilt
 - 24 Levande jord
 - 25 Mineraljord
 - 25 Fördelning av gödning
 - 26 Surare jordar i norr
 - 27 Tusenårig humus
 - 27 Möte mellan levande och dött
 - 29 Bördig jord självreglerande
 - 29 Åkern som ekosystem
- 30 Det globala perspektivet – odlingsmark och matbehov**
 - 33 Folkmflyttningar
 - 33 900 gånger fler
 - 34 Näringsrikt slam
- 35 Odlandets historia – från svedjejordbruk till brutna kretslopp**
 - 36 Slätterjordbruket – äng var åkers moder
 - 36 Ängens baljväxter och trädens löv gödslade
 - 39 Baljväxter stoppade svälten
 - 39 Klöver kunde djuren föda och åkern göda
 - 41 Utskiftningen en revolution i jordbruket
 - 43 Så spreds kunskapen
 - 44 Kretslopp på varje gård
 - 45 Det brutna kretsloppet
 - 47 Svinnet ökar
 - 51 2 av 3 gårdar försvunna sedan 1950
- 53 Jämngrova ogräsfria fält – specialiseringens följder**
 - 54 Så uppstår skadliga näringsförluster
 - 56 Kväve
 - 57 Fosfor
 - 58 400 kvadratmil döda bottnar
 - 59 Belastning per ha och totalt
 - 61 Löftena som aldrig infriades
 - 65 Spridning av gifter i miljön
 - 67 Bedräglig minskning
 - 68 Kadmiumfaran inte över
 - 68 Djurens lidande
 - 70 Mjölkens korta liv
 - 70 Energiproducent blev energislukare

**74 Alternativen biodynamisk, organisk-
biologisk och ekologisk odling**

- 75 Nordisk eko-plattform
- 76 Genombrott
- 78 Regler

79 Målen kan förverkligas- BERAS-projektet

- 81 Inte tillbaka till det gamla
- 84 Bördighet kan återskapas
- 86 Baljväxtvallen dubbelt nyttig

87 Matkassen: konsekvenser för miljö och klimat

- 87 Mat från ekologiska kretsloppsgårdar
- 89 Inverkan på havet
- 91 Inverkan på klimatet
- 93 Inverkan på biologisk mångfald

94 Omläggning – hinder och möjligheter

- 94 Överallt där odling kan bedrivas
- 94 Ekonomiska möjligheter
- 95 Ekonomiska hinder
- 96 Skörd och ekonomi
- 98 Krävande kemjordbruk
- 99 Ekologiska kretslopp – högre näringskvalitet

101 Gårdsexempel

102 Sverige

- 102 Nibble gård
- 106 Nibble trädgård

107 Finland

- 107 Pargas gård
- 109 Rekola gård

113 Lettland

- 113 Zageri gård
- 115 Straumali gård
- 116 Ekomejeriet Pagasta Padome

118 Vägen till ett naturresursbevarande jordbruk

- 118 Ekologiska grundprinciper
- 122 Bättre ekonomi för bonden och för samhället
- 123 Sammanfattning
- 124 BILAGA. BERAS-projektet – publicerade rapporter
och sammanfattning
- 134 Ordförklaringar

FÖRORD

Moderniseringen av såväl det svenska jordbruket som i övriga Europa under det senaste seklet har inneburit att dess avkastning ökat starkt. Samtidigt har moderniseringen givit upphov till ett ensartat, utarmat odlingslandskap och en rad andra negativa miljökonsekvenser. Allvarligast bland dessa är minskad biologisk mångfald, vatten- och luftföroreningar, giftspridning, jordbrukets bidrag till den globala uppvärmningen samt förlust av kulturvärden. Generellt gäller att jordbrukets miljöproblem hänger samman med dess markanvändning och intensitetsgrad. Ökad intensitet betyder i allmänhet allvarigare miljöproblem.

Det äldre jordbruket med sin nära koppling mellan växtodling och animalieproduktion, användning av lokala resurser, småskalighet och variation var miljövänligt och föga tärande på naturresursbasen. Det bedrevs i – och gav upphov till – ett odlingslandskap som representerade stora natur- och kulturvärden. Detta gällde inte minst naturliga betes- och ängsmarker med sin rika biologiska mångfald.

Vi kan inte gå tillbaka till gångna tiders jordbruk. Däremot har det lämnat över ett arv till oss som vi kan ha nytta av. De små rester av det äldre odlingslandskapet som återstår i dag försöker naturvården bevara genom i första hand miljöersättning till lantbrukare. Därutöver fanns inslag i det äldre jordbruket som i till dagens situation anpassad form skulle kunna komma till användning även i det moderna jordbruket.

Det gäller särskilt för att begränsa de miljöproblem som uppstått till följd av dagens allt starkare koncentration av jordbruksproduktionen till stora enheter specialiserade på antingen växtodling eller animalieproduktion, samtidigt som importen av kraftfoder ökat starkt. Dessa specialiserade gårdar är till stor del beroende av inköpt konstgödsel respektive foder. Ett grundproblem är obalansen mellan foderproduktion och djurhållning på större djurgårdar som givit upphov till ett överskott av stallgödsel med åtföljande utläckage av växtnäring till anslutande vattenområden.

Tillförseln av kväve och fosfor med ursprung i jordbruket är en huvudkälla till den övergödning av Östersjön som utgör ett allvarligt hot mot miljön i detta känsliga innanhav. Betydande insatser har under senare år gjorts – och görs – inom jordbruket för att begränsa denna förorening. Detta sker inom ramen för nuvarande allmänna inriktning av jordbruket. Motsvarande gäller för andra samhällssektorer.

Jordbrukets insatser för att begränsa övergödningen av Östersjön är viktiga – men inte tillräckliga. I takt med ökad kunskap framstår det som allt mer uppenbart att jordbruket – liksom övriga föroreningskällor – måste göra betydligt mer än i dag. Annars riskerar vi att permanenta en oacceptabel miljösituation och för alltid gå miste om de viktiga ekosystemtjänster som Östersjön kan producera åt oss.

Det är svårt att genom enbart ytterligare modifiering och ökad hänsyn inom det nuvarande jordbruksystemets ramar åstadkomma en tillräckligt långtgående begränsning av jordbrukets tillförsel av växtnäring till Östersjön. Vi måste därför också se på möjligheterna att åstadkomma förändringar av själva systemet som kan öka förutsättningarna för detta. Övergång till ekologiskt kretsloppsjordbruk, som denna bok hand-

lar om, skulle kunna vara en sådan systemförändring. EU-projektet BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society) med Artur Granstedt som primus motor genomförde åren 2003 – 2006, med deltagande av alla länder kring Östersjön, en bred studie av vad ett sådant jordbrukssystem skulle kunna åstadkomma för att minska övergödningen av Östersjön och därutöver begränsa jordbrukets negativa miljöpåverkan i allmänhet. Studien av vad en sådan övergång skulle innebära och kunna åstadkomma gav uppmuntrande resultat. Därför följdes den av ett nytt EU-projekt – BERAS Implementation – som genomförs under perioden 2010 – 2013 under samma ledning men med ännu fler partners (totalt 27) från länderna runt Östersjön. Huvuduppgiften nu är att studera hur en omläggning till ekologiskt kretsloppsjordbruk skulle kunna genomföras och initiera åtgärder som främjar en sådan omläggning. Studien omfattar en rad aspekter inom såväl jordbruks- som konsumtionssektorn och inkluderar även tillämpningen i praktiken (försöksgårdar, konsumentbeteenden m.m.).

Denna bok baseras på erfarenheterna från de båda EU-projekten och på många års forskning om ekologiskt jordbruk av Artur Granstedt. Den beskriver de naturvetenskapliga och jordbruksmässiga principerna bakom ekologiskt kretsloppsjordbruk, hur ett sådant jordbruk kan tillämpas i praktiken och vilka konsekvenser det får för jordbrukaren, miljön, konsumenten och samhället. Även mer generella aspekter på ekologiskt jordbruk tas upp. Boken ger en helhetssyn på jordbrukets miljöproblem och på jordbrukets roll i ett brett samhällsperspektiv. Särskilt diskuteras hur miljöproblemen hänger ihop med resursanvändningen och den övergripande strukturen inom jordbruket.

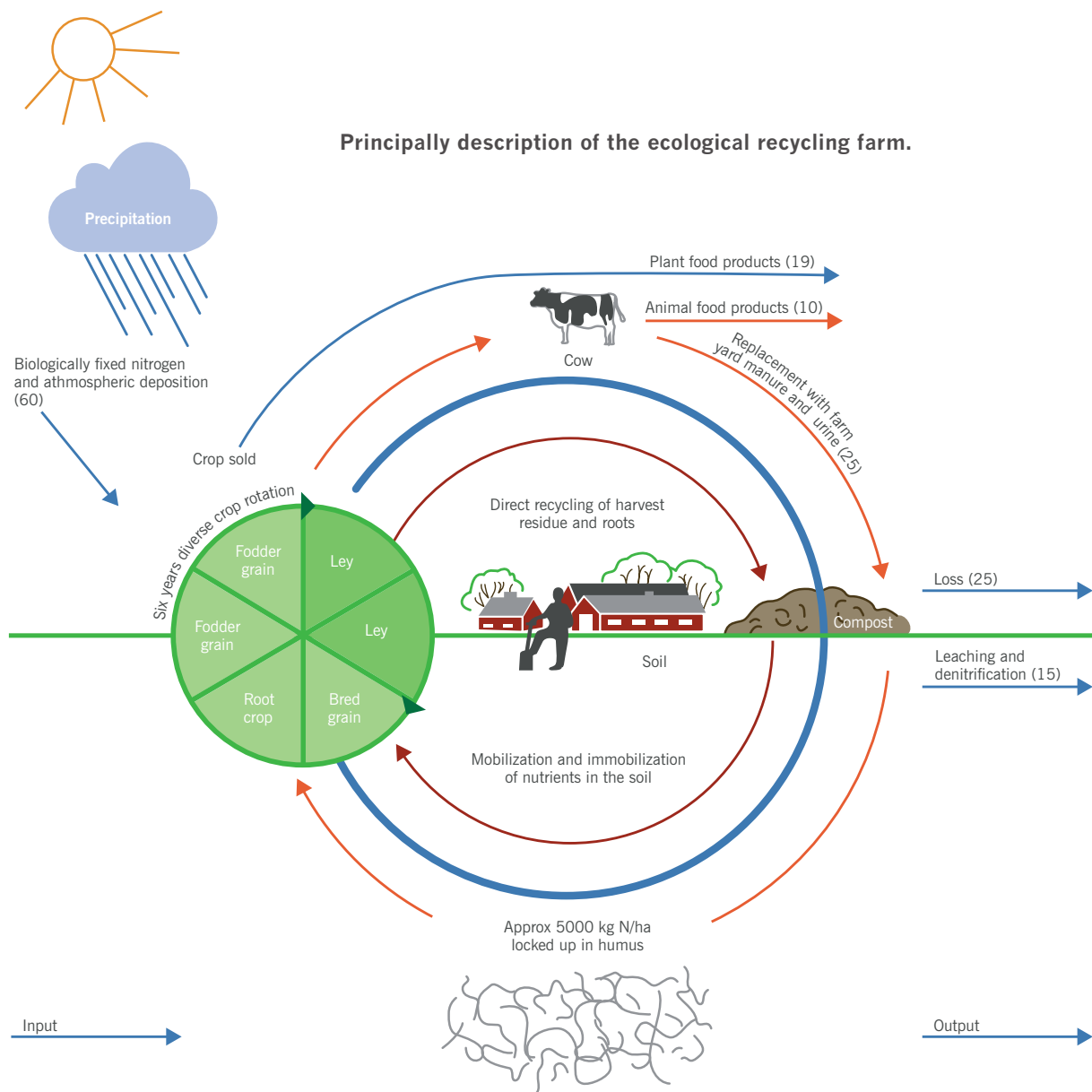
Boken utgör en viktig del av det arbete som BERAS Implementation genomför för att sprida information och kunskap om ekologiskt kretsloppsjordbruk och främja en omläggning till sådant jordbruk. Det gäller såväl i Sverige som i övriga länder runt Östersjön. Därför kommer den nu närmast också att ges ut i en engelsk upplaga.

Per Wramner

Professor i miljövetenskap

COMREC (Coastal Management Research Centre)

Södertörns högskola



Principbild av den ekologiska kretsloppsgården baserad på flödande energi från solen, kretslopp och den biologiska mångfalden.

(Granstedt, 1992, American Journal of alternativ Agriculture). **Tre kretslopp beskrivs här:**

1. Årligt flöde av växtnäring och organisk substans mellan marken och dess grödor vars skörderester och rötter återförs ständigt till marken och bidrar till bildandet av ny organisk substans och mineralisering (frigörning) av växtnäring till följande års grödor.
2. Växtföljden (t. ex. 6 år): De olika typerna av grödor följer här efter varandra i tiden. Vallgrödorna (Ley) bestående av gräs och baljväxter som klöver och lusern är närande och bygger genom sin stora fleråriga biomassa och kvävefixering upp humus i marken. Brödsäd (bred grain) och fodersäd (fodder grain) och t. ex. rotfrukter (root crops) är tärnande (mer humus bryts här ned än vad som byggs upp).
3. Det stora kretsloppet: En större del av det som skördas från åkern blir foder till djuren, här symboliserad med kon (cow) på bilden, och vars gödsel och urin med växtnäringssämnen och humusbildande substanser återförs via komposten (compost) och gödselvård till den mark näringen kommer ifrån. Kretsloppet består av fyra led varav marken med dess levande organismer (upp till 1000 kg daggmaskar per ha) utgör en grundläggande resursbas. I centrum av allt detta står bonden, människan, som genom rätta åtgärder kan förkovra odlingsmarkens framtida produktionsförmåga, sina grödor, sina husdjur och sig själv, det gäller oss alla. Siffrorna anger kg kväve per ha och år, medelvärden för ett växtföljdsomlopp under sex år.

INLEDNING

Varje ögonblick i våra liv görs möjliga genom maten vi äter. Bröd, grönsaker, rotfrukter, kött och mjölkprodukter, allt kommer ursprungligen från de grödor som växer på åkerjorden. Vi är sju miljarder människor på Jorden – om 30 år (en tidsrymd som de flesta nu levande kommer att vara med om) skall Jorden kanske föda ytterligare 2–3 miljarder. Vi står inför den dubbla utmaningen att föda en snabbt ökande världsbefolkning med tillräckligt mycket av närande och hälsosam mat, samtidigt som vi ska hushålla med ändliga naturresurser och stoppa den utarmning som just nu pågår av själva resursbasen, den grönskande Jorden. Det är den flödande energin från solen, som genom det gröna växtlivet regenererar Jordens ekosystem och skapar de förnyelsebara resurser, som vi måste basera vår existens på. Jord- och skogsbruk innebär både produktion och vårdande av grunden för vår existens: den odlingsbara jorden. Hur detta bedrivs angår alla människor, eftersom det spelar en avgörande roll för vår och Jordens framtid.

Denna bok beskriver de ekologiska grundförutsättningarna för ett uthålligt jordbruk och därmed en uthållig existens. Här beskrivs, med exempel ur odlingshistorien, hur man brutit mot de naturgivna lagbundenheter som gör uthållig existens möjlig och skapat dagens problem med övergödning och kortsiktig förbrukning av naturresurser. Men här beskrivs också hur vi kan stoppa och vända utvecklingen till ett högproduktivt jordbruk, baserat på lokala och förnyelsebara resurser samtidigt som odlingsmarkens bördighet ökar. Vi kan om vi vill och inte låter oss förblindas av kortsiktiga lösningar. Detta kommer att beskrivas ur såväl ett biologiskt och ekonomiskt som ett politiskt perspektiv med praktiska gårdsexempel på uthållig livsmedelsproduktion och konsumtion.

Faktaunderlaget till denna bok bygger på ett mångårigt forskningsarbete med studier av hur ett ekologiskt jordbruk kan utformas så att det verkligen blir uthålligt och miljövänligt. Under åren 2003 – 2006 har detta arbete bedrivits i samverkan med ca 50 forskarkollegor i länderna runt Östersjön, inom ramen för EU-projektet BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society), som nu fortsätter i projektet BERAS-implementation och som pågår till år 2013. Fyrtioåtta ekologiska gårdar, som uppfyller de krav som måste ställas på ett miljövänligt och resurshushållande jordbruk har dokumenterats i de åtta EU-länderna runt Östersjön. Dessa gårdar visar hur jordbruket i respektive länder skulle kunna bedrivas i framtiden. Även de övriga leden i livsmedelskedjan studerades, något som visar hur lokal förädling, korta transporter, förändrad kost och gårdsbaserad biogasproduktion, skulle kunna leda till en betydande minskning av vår klimatbelastning. Arbetet finns framlagt i ett antal nationella och internationella forskningsrapporter i projektet BERAS. Fortsättningsprojektet startade i slutet av 2008 med fokus på utbildning och omläggning av jordbruket.

För de mer fackligt orienterade och de som ytterligare vill fördjupa sig i ämnet anges genom not hänvisningar något av den litteratur, som ligger till grund för boken.

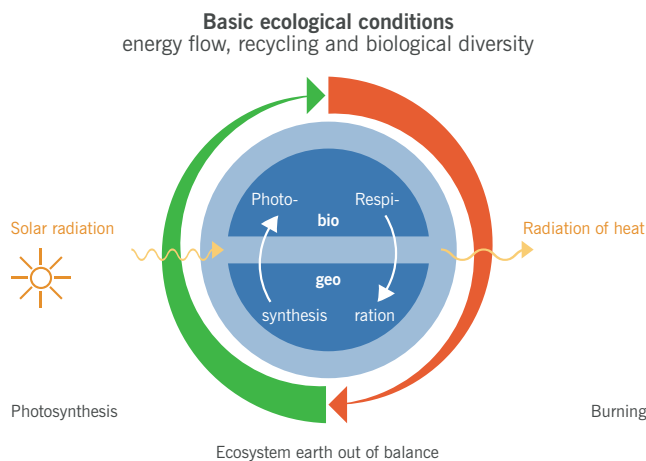
DEN EKOLOGISKA GRUNDEN

Det är en gåta hur de perfekt avvägda betingelser kunnat skapas som gör livet möjligt, som låter växterna binda solenergin och förvandla den till näring åt andra levande varelser, i ett evigt kretslopp av grundämnena kol, syre, väte och kväve. Denna balans har vi under de senaste 150 åren börjat påverka i så stor omfattning att det får konsekvenser för de globala ekosystemen.

Den levande världen, biosfären, täcker Jordens yta som en tunn hinna. Här råder de utomordentligt väl avvägda kemiska, fysiska och klimatiska betingelser som gör livet möjligt. Det märkliga med livet (i motsats till den döda mineraliska världen) är att de levande varelserna är självorganiserande och att de ömsesidigt skapar betingelser för varandras existens. Livet skapar ordning och allt mer komplexa strukturer. Från enkla, encelliga organismer sker en differentiering till den komplexitet med olika organ och funktioner som upprätthåller livet hos högre djur och oss människor. När livet upphör och en levande organism dör faller delarna sönder i de mineraliska beståndsdelar som karakteriserar den oorganiska världen. Liv kan bara födas av liv och de genetiska egenskaperna hos en enskild art är oersättliga. Det är kunskapen om de levande organismerna och hur de samverkar med varandra och den omgivande miljö som kallas för ekologi.

Figur 1. Kopplingen mellan det levande och icke levande hos jordens ekosystem. Soljhus når Jorden som högvärdig kortvägig energistrålning och driver de biologiska processerna. Genom energiuptagande fotosyntes flyttas materia över från den icke levande (abiotiska) världens enkla oorganiska ämnen (geo) till den levande världens (bio) komplexa energirika (bio) organiska ämnen. Genom energigivande andning återförs materia från den levande världen tillbaka till den oorganiska världen. Lågvärdig långvägig värme avges åter ut i världsrymden. Den s.k. entropin minskar och ordningen ökar vid den förstnämnda processen (fotosyntesen), medan nedbrytningen av organisk substans (andningen) leder till att entropin, ordningen ökar och restsubstanser frigörs. I dag överväger den sistnämnda processen till följd av förbrukningen av lagrad fossil solenergi men även genom avskogning och markförstöring. (Modifierat efter Hubendick, 1985¹).

¹ Hubendick, 1985. Människoekologi. Gidlunds förlag. Stockholm



Solljus, vatten och gröna växter – grunden för allt liv

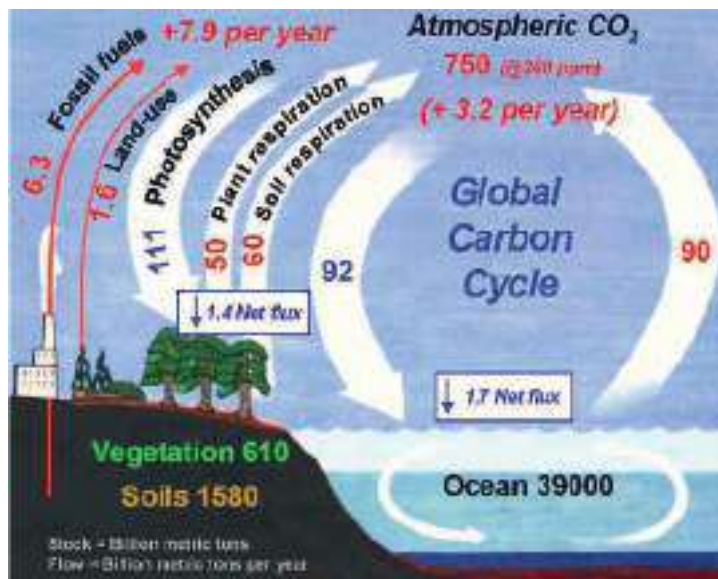
Cirka en procent av den flödande energin från solen som når växttäcket binds genom fotosyntesen. Solljuset tas upp av de gröna växternas klorofyll. Solenergin binds av växterna i form av energirika organiska substanser, som ger näring åt andra levande varelser samtidigt som det livgivande syret bildas. Växterna utgör basen för alla näringskedjor. De utjämnar vattenflöden, de skyddar matjord och de döda växtresterna omvandlas så småningom själva till matjord och näring till nya växter.

Grundförutsättningen för fotosyntesen är vatten. Den absorberade energin spjälkar vatten i syre och väte. Det är vätet som sedan reagerar med koldioxiden och bildar kolhydraterna, medan det från vattnet spjälkade syret avges till luften.

Vid andning och förbränning bryts ämnena återigen ned i sina grundbeståndsdelar, syret binds åter med vätet i kolhydraterna och bildar vatten. Koldioxid avges åter till luften och energi uppstår, men nu som långvågig värme som åter strålar ut i världsrymden. Fotosyntes och andning är de två grundläggande processer som gör livet möjligt. (Figur 1)

Ständig återanvändning

Karakteristiskt för allt levande är de cykliska förlopp där enskilda ämnen åter och åter används. Drivkraften för detta är energin från solen. Ur luft och vatten är det grundämnena kol, syre, väte och kväve som



Figur 2. Kolets globala kretslopp mellan jorden, luften och havet. I ett balanserat system binds lika mycket kol genom fotosyntesen som avgår genom förbränning. Det är den balansen som är rubbad i dag. Förbrukningen av de fossila kolförråden (olja, stenkol och gas) och den nettonedbrytning som sker av markens organiskt bundna förråd (bortodling av matjordens humusförråd) och minskning av den globala skogsbiomassan (avskogningen) innebär att i storleksordningen sex miljarder ton mer kol i form av koldioxid avgår än som åter binds. Själva deltar vi i detta kretslopp rent fysiskt. Vi och hela djurvärlden lever av växterna genom den näring vi tar in med födan och av den luft vi andas. Källa Dr. George W. Kling, University of Michigan.



Kvävets kretslopp är grundläggande för livet och lika fundamentalt som fotosyntesen och andningen.

tas upp och utgör huvudbeståndsdelar i den levande cellens substans och omsättningsprocesser (Figur 1). Ur marken är det mineralämnen som fosfor, kalium, kalcium, svavel, magnesium, och en mängd helt nödvändiga s.k. spårämnen, som medverkar i livsprocesserna och utgör beståndsdelar av den organiska substansen. Två nyckelsubstanser i allt levande är kol som det finns minst av i luften i form av koldioxid (0,04 %) och kväve som det finns mest av i luften (78 %).

Kolet – både struktur och energibärare

Kolet tas upp som koldioxid ur luften samtidigt som syre avges. Kol ingår i de kolhydrater som utgör energikälla för det levande och är samtidigt bärare av själva strukturen i alla organiska ämnen. Kolets kemi är också livets kemi. Vid andningen avges kolet igen som koldioxid till atmosfären. Luften innehåller för närvarande 0,039 volymprocent koldioxid (CO_2) vilket globalt motsvarar 780 miljarder ton kol. Nära 15 procent av jordatmosfärens totala koldioxidförråd assimileras årligen av Jordens gröna växttäck. Det sker här en förtätning från en utspädning i luften på närmare 4 promille till en förtätning i den organiska substansen på närmare 50 %. In och utandningen innebär vidare att en kvantitet motsvarande jordatmosfärens totala mängd koldioxid cirkulerar genom land-organismerna under drygt åtta år (Figur 2).

Det är en stor gåta hur de exakta betingelser, som gör livet på Jorden möjligt: temperatur, luft, vatten och näringsämnesförhållanden, kunnat skapas och vidmakthållas. Det är dessa betingelser som vi under de senaste 150 åren börjat påverka genom verksamheter av sådan omfattning att det får globala konsekvenser för ekosystemen. Koldioxidökningen i atmosfären är exempel på detta. Trots sin låga koncentration i en viss exakt mängd påverkar den på ett avgörande sätt vårt klimat. Balansen mellan förbränning och fotosyntes måste återupprättas och vår energiförbrukning måste anpassas därefter, för att förhindra en global temperaturhöjning.

Kvävet – grundelement i allt levande

Kvävets kretslopp är grundläggande för livet och lika fundamentalt som fotosyntesen och andningen. Kväve är den dominerande beståndsdel i atmosfären: 78 % av luften vi andas är kvävgas sammansatt av en stark molekylbildning (N_2), två kväveatomer som binder varandra i en s.k. trippelbindning. Dessa kvävemolekyler reagerar under naturliga betingelser inte med några andra ämnen, i motsats till s.k. reaktivt kväve som vi möter i olika kemiska föreningar. Om kväve tillsammans med

vätgas upphettas under högt tryck bildas ammoniak, NH_3 (Haberprocessen). Oxideras ammoniak bildas salpetersyra. Ammoniak och salpetersyra är starkt reaktiva och används mycket i kemisk industri samt för framställning av konstgödselkväve. Salpeter utvanns i gångna tider ur de kvävesalter, som bildas i djurgödsel på ett naturligt sätt när gödseln samlas i ladugårdarna. Detta reaktiva kväve i form av salpeter ingår som huvudbeståndsdel i det krut som användes under gångna tider.

Kväve är liksom kol en huvudbeståndsdel i allt levande. Medan kolet bär upp strukturen i alla levande substanser, så ingår kvävet i det som är livsbärare i de levande cellerna, proteinerna. Kväve är en fundamental byggsten i alla proteiner liksom i nukleotider, som är bärare av arvmassan och organismernas energisystem. Det ingår också i det ljusupptagande ämnet klorofyll, som är avgörande för allt liv. De levande organismernas enzymesystem består av proteiner, som också svarar för uppbyggnaden av sina egna grundsubstanser. De livsnödvändiga aminosyror bildas av växterna ur de oorganiska ammonium- och nitratjoner som tas upp ur markvätskan. Detta självorganiserande innebär att liv födes av liv. Fotosyntesen, som bygger på att solljuset uppfångas med hjälp av det kvävebaserade klorofyllet och likaså den biologiska fixeringen av luftkvävet, som baseras på solenergi är exempel på hur livsprocesserna också är ömsesidigt beroende av varandra, såväl inom en enskild organism som i samspel mellan organismer.

En del av de proteiner som vi och djuren tagit upp genom födan bryts ned så att de aminosyror som ursprungligen skapades i växtriket kan byggas upp till kroppsegna proteiner. En större del av födans proteiner bryts emellertid ned mera fullständigt så att vi kan tillgodogöra oss energi och andra näringsämnen. Det kväve som är bundet i proteinerna avges därvid i form av mineraliska kväveföreningar i våra utsöndringar (fekalier och urin).

Kvävet är utöver kolet också huvudbeståndsdel i markens humus. I naturens ordning är kvävet en bristvara – trots det obegränsat stora förråd som den omgivande luften utgör. Det beror på att det krävs betydande mängder energi för att bryta upp luftens kvävemolekyler så att de kan bilda de reaktiva formerna ammonium och nitratkväve, och därmed ingå i olika kemiska föreningar och också dras in i själva livsprocesserna.

1 liter olja för 1 kg kväve

Det kväve, som människan på industriell väg kan binda ur luften, kräver energi motsvarande en liter olja (40MJ) för ett kg kväve. Denna mängd fossil energi ger en växthuseffekt motsvarande 3 kg CO_2 . Till detta kom-



De livsnödvändiga aminosyror bildas av växterna ur de oorganiska ammonium- och nitratjoner som tas upp ur markvätskan.



Ammoniumkväve bildas här på cell- och molekylnivå, vilket inte kräver fabriker som förbrukar fossil energi och leder till miljöskadliga utsläpp.

mer emissioner av den starka växthusgasen dikväveoxid (lustgas) som biprodukt i framställningsprocessen vilket ger en ytterligare växthuseffekt motsvarande 3 kg CO₂ ekvivalenter. Ny teknik är under utveckling och kan på sikt minska utsläppen av dikväveoxid.

I naturen sker den energikrävande processen att binda luftens kväve med hjälp av solens förnyelsebara energi. Där fångas kvävet in genom biologisk kvävefixering med fotosyntesen som energikälla. Växttillgängligt ammoniumkväve bildas här på cell- och molekylnivå, vilket inte kräver fabriker som förbrukar fossil energi och leder till miljöskadliga utsläpp.

Man har funnit att denna biologiska kvävefixering sker i de levande cellerna med hjälp av ett speciellt enzym (nitrogenas) som har förmåga att spjälka upp det molekyllära luftkvävet så att mineraliskt reaktivt ammoniumkväve kan bildas, och utgöra grunden för syntesen av aminosyror och proteinuppbyggnad i växten. Det finns dels fria kvävefixerande organismer i marken som lever av nedbrytningsprodukter, dels organismer som lever i direkt symbios med bland annat ett stort antal baljväxtarter. Värdeväxtens fotosyntes binder solenergi, som i form av sockerföreningar transporteras ned till rotknölnarna som på så sätt förses med bränsle för processen. Den största tillförseln av kväve till ekosystemen på jorden sker genom att oceanernas cyanobakterier och liknande plankton binder kvävgas. En mindre naturlig tillförsel av kväve sker i växttillgänglig form från atmosfären i samband med blixurladdningar då kväveoxider bildas.

Det är viktigt att skilja mellan några huvudformer av kväve i naturen:

1. Icke reaktivt luftkväve (N₂)
2. Reaktivt mineralkväve som kan vara löst i markvätskan som joner (NH₄⁺, NO₃⁻) eller i luften som ammoniak (NH₃) eller nitrosera gaser (NO_x)
3. Organiskt bundet kväve i biomassa (i markens humus och i alla levande växter och djur)

Det växttillgängliga kvävet är förutsättningen och nyckeln för all tillväxt i växtriket, och som i sin tur utgör näring för alla övriga organismer. Naturen har funnit vägen till hur denna nyckel skall hanteras. Begränsad kvävetillgång begränsar tillväxten, bladen gulnar och fotosyntesen stannar upp. För mycket tillgängligt kväve i marken leder till överskott av kväve i växten vilket i sin tur leder till för kraftig tillväxt. Alltför kraftig kvävetillgång och tillväxt leder till obalans. Det kan uppstå brist på andra näringsämnen i växten, dess vävnader kan försvagas och den kan lättare duka under av skador och sjukdomar.

Ärtväxter efter behov

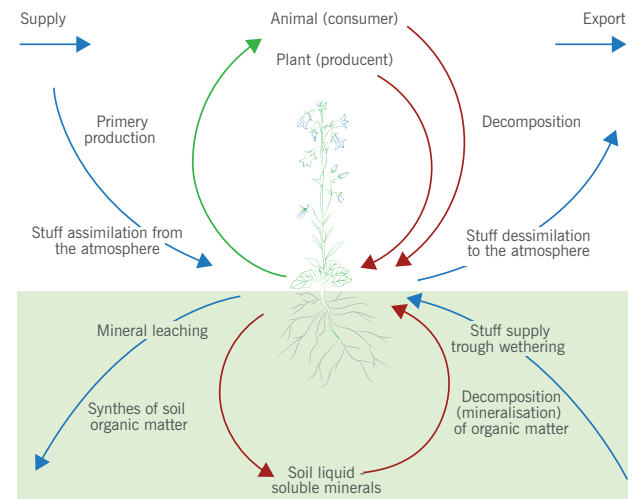
Ärtväxter (baljväxter, Leguminosae) med symbiotisk kvävefixering i rötterna förekommer överallt i ekosystemen i en omfattning som motsvarar växtlighetens behov. Vid nedbrytningen och omsättningen i marken kommer detta kväve alla andra växter tillgodo. Under tidernas lopp har stora mängder kväve ansamlats och bundits i markens humusförråd. En mineraljord med tre procent humus innehåller ca 5 ton organiskt bundet kväve per ha i matjordsskiktet.

Flertalet växter i naturen lever utan symbiotisk kvävefixering och är beroende av att få sitt kväve genom nedbrytning av kväverikt dött organiskt material och nedbrytning av själva humusförrådet, s.k. mineralisering. Nedbrytningen av humusförrådet förutsätter att nytt organiskt material ständigt tillförs och att det i de naturliga ekosystem finns växter, som har symbiotisk kvävefixering s.k. närande växter. I haven är det de kvävefixerande cyanobakterierna som under naturliga betingelser står för detta utöver det organiska material som tillförs från landekosystemen.

Kvävet flödar genom ekosystemen kan beskrivas som ett inre och ett yttre kretslopp. Det inre kretsloppet utspelar sig mellan mark och växter där kvävet åter och åter kan nyttjas från förmultnande växtdelar, djurexkrementer och humus. Det yttre kretsloppet utspelar sig mellan biosfären och atmosfären, när kvävet binds ur luften genom biologisk kvävefixering och så småningom avges igen i form av kvävgas. I dagens industrisamhälle sker dessutom ett nedfall ur luften av kväveföreningar (avgaser från bilar och industriella förbränningsprocesser), som utnyttjas av växtligheten samt en artificiell tillförsel av industriellt fixerat luftkväve i form av handelsgödselkväve (kvävesalter) till jordbruket.

Fosfor – energiomvandlare och nyckelsubstans i cellens inre

Fosfor är livsviktigt för alla organismer och är nödvändigt för syntes av kolhydrater, cellernas energiomsättning och arvsanlag. Liksom kvävet rör sig fosfor och även svavel i slutna organiska kretslopp mellan växten, andra levande organismer och marken. Vid den organiska substansens mineralisering i marken frigörs utöver kvävet också organiskt bunden fosfor och även svavel som till en betydande del också är organiskt bunden och som återförs via växtrester och andra organiska restsubstanser från växt och djurriket. Därutöver frigörs även mineralämnen som kalk, magnesium och hela spektrat av spårämnen. Till skillnad från kvävet som har sitt ursprung i luften hämtas fosfor och övriga mineralämnen in i de cykliska förloppen från den vittrande berggrunden. Marken



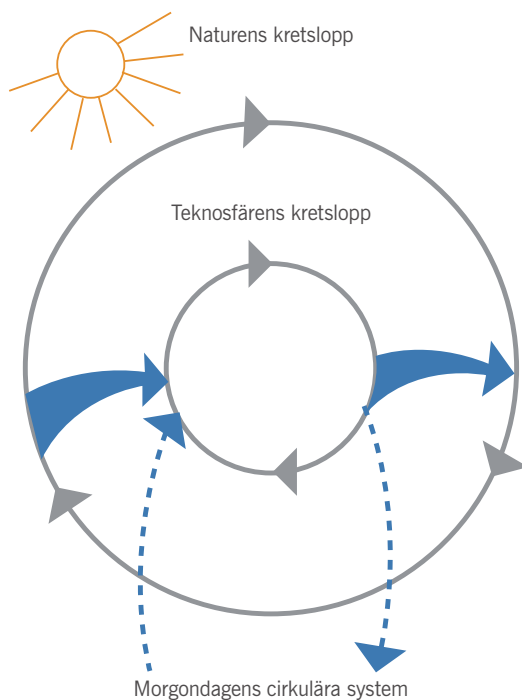
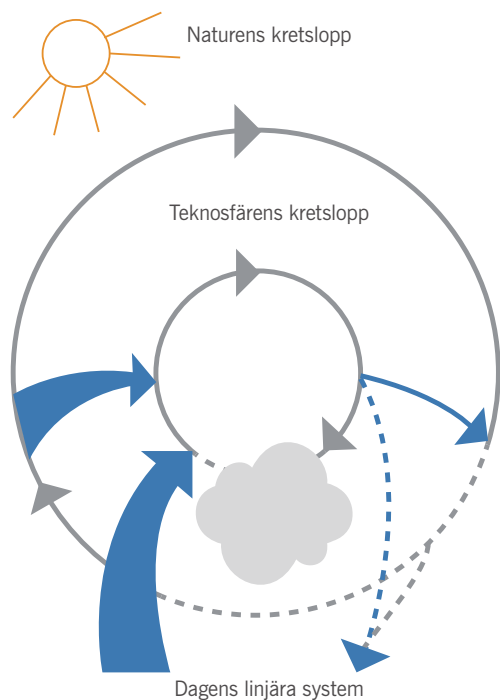
Figur 3. Yttre och inre kretslopp med växten i centrum som förbindelse mellan kosmos, luft och mark. Endast när det sås ett levande frö i jorden kan detta inträffa – att döda oorganiska substanser blir delaktiga av ett nytt liv. I växten sammanfogas kol, syre och via bakterier även kväve ur luften och övriga mineralämnen ur markens mineraler till levande substans av en allt högre komplexitet, högre ordning. Energikällan är solen vars energi binds av livsprocesserna, klorofyllet i det gröna bladet. På hösten när växtligheten vissnar ned och dör tar de nedbrytande organismerna vid. I själva marken omformas en del av den organiska substansen till ny humus. Mineraliseringen av växtrester och humusen i marken till åter igen döda oorganiska substanser utgör näring för en ny vår och sommar vars växtlighet med solljuset som energikälla åter bygger upp näringsrika växter. Alla andra levande varelser lever av dessa växtrikets förmågor vars restsubstanser också slutligen mineraliseras i marken till ny näring.

Figur 4a och 4b. Naturens kretslopp omfattar alla de ämnen som går igenom de levande ekosystemen som kol, syre, väte, kväve, fosfor, svavel och alla övriga mineraler som ingår i levande substanser. Teknosfärens kretslopp omfattar alla de ämnen som människan utvinner ur naturen för att användas för tekniska nyttigheter som redskap, maskiner, transportfordon och även bostäder och byggnadsverk. Till detta kommer alla kemiska substanser vi tillverkar och använder. I figur 4a beskrivs hur metaller och mineraler som inte återanvänds anrikas i miljön och blir till sopberg eller sprids ut i den levande miljön och skapar tilltagande problem, sprids som molekylsopor och blir svåråtkomliga för överskådlig tid. Figur 4b visar hur allt skulle kunna återanvändas och problemen elimineras. I allt större utsträckning lär vi oss att sortera och återanvända, men vi har lång väg kvar till kretsloppssamhället och stora mängder högriskavfall är på avvägar. Skadliga ämnen som inte kan fångas in i säkra slutna system borde inte få förekomma.

innehåller 0,02 till 0,2 fosfor, som finns naturligt förekommande i alla mineraljordar och frigörs i marken till växttillgängliga fosfatsalter genom vittring över långa tider och som begränsar tillgången motsvarande de naturliga ekosystemens behov. Brist uppstår framför allt om de cykliska flödena bryts och en ohämmad biologisk tillväxt då kan uppstå vid för stor tillgång av lösliga fosfater. I en matjord med en multhalt på 3 % finns utöver 5000 kg kväve i storleksordning 1000 kg fosfor per ha varav i storleksordningen 1 % frigörs och blir växttillgängligt utöver det som frigörs från annat organiskt material som tillförs marken.

Rubbad balans

Vi kan tala om två typer av kretslopp. Dels har vi naturens kretslopp och dels de av människan skapade teknologiska kretsloppen (Figur 4a och b). Figur 4a åskådliggör hur de av människan skapade teknologiska kretsloppen endast till en begränsad del är cykliska. Såväl kolcykeln, kvävecykeln, fosforcykeln och även svavelcykeln är kraftigt påverkade av dagens industriella samhälle, liksom också flödet av alla mineralämnen som bryts ur jordskorpan och vars restprodukter kommer ut i den omgivande miljön och belastar jord, vatten och luft. Till detta kommer konstruerade kemiska substanser som naturprocesserna inte är anpassade till, och genetiskt modifierade organismer som inte heller är natur-



anpassade. Figur 4b beskriver kretslopp med en återställd balans mellan uppbyggnad och nedbrytning såväl i naturens flöden som i teknosfären där också alla mineralämnen och substanser kan återanvändas.

Redan romarna tärde på resurserna

Människan har under de sista 10 000 åren lärt sig påverka de naturliga ekosystemen med deras mark, växter och djur så att mer för människan nyttig föda har kunnat produceras. Landskapet och marken har förändrats. Kulturlandskap har vuxit fram. Människan har skapat vad som kan kallas för odlingsekosystem eller agroekosystem. De drivs av energi från solen och upprätthålls genom människans arbete och medvetna reglering av grödor, djur och odlingsbetingelser.

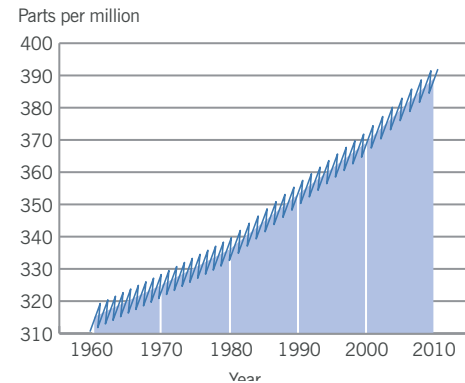
Odlingshistorien visar exempel på både framgångar och misslyckanden i detta arbete med konsekvenser för folkens försörjning samt kulturers uppgång och fall. Det en gång så mäktiga och rika romarriket runt Medelhavet är ett i historien näraliggande exempel på vad som händer när resursbasen exploateras. De resurser som naturen byggt upp utarmades genom felaktiga jordbruksmetoder, för hård avbetning av vegetation och avskogning. Detta ledde till att människorna flyttade och tog nya områden i besittning.

Går vi ännu längre tillbaka i tiden och till andra världsdelar så finner vi liknande exempel. Mycket tyder på att orsakerna till att det gamla Mesopotamien gick under var utarmade jordar och en kollaps i de avancerade bevattningssystemen. De tidigare bördiga områden, där en gång kulturens vagga stod mellan Eufrat och Tigris², förvandlades till försaltade sumpområden.

I dag har nästan all odlingsbar mark på jorden tagits i bruk. Mark som förlorats genom markförstöring ersätts med mark som friläggs genom avskogning, trots att även världens skogar är en hotad resurs. På många håll går markförstöringen fort och ett exempel på detta är Etiopien, ett land som är mer än dubbelt så stort som Sverige och som uppmärksammades på klimatmötet i Köpenhamn 2009. För 100 år sedan var mer än halva Etiopien täckt av skog, men nu är det bara omkring tre procent och mer än 1 miljard ton jord sköljs bort varje år från de tidigare bördiga högländerna. Jordförstöringen är ett stort problem i utvecklingsländerna och även i andra delar av världen.

Den dynamiska balansen mellan uppbyggande och nedbrytande processer i naturen har utvecklats genom oerhörda tidrymder. Globalt har den mänskliga verksamheten på Jorden länge varit av begränsad omfatt-

Monthly Carbon Dioxide Concentration

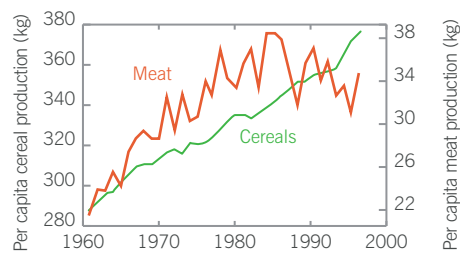


Figur 5. Den ökande koncentrationen koldioxid i atmosfären framgår av den s.k. Keeling-kurvan uppkallad efter dess upptäckare. Sicksacklinjen visar variationerna till följd av växtlighetens dominans på norra halvklotet med tillväxt och koldioxid-assimilation vår och sommar. När växtligheten dör och organisk substans bryts ner på hösten och vintern ökar koldioxidhalten på nytt. Kurvan åskådliggör hur det avgas mer koldioxid till atmosfären än vad växtligheten förmår binda. Halten koldioxid överskrider nu 400 ppm. Mänsklig verksamhet är orsaken och vi människor erfar mer och mer de ekologiska och ekonomiska konsekvenserna av detta. Aktuell Mauna Loa CO₂ koncentration i atmosfären var juni 2018: 412 ppm.

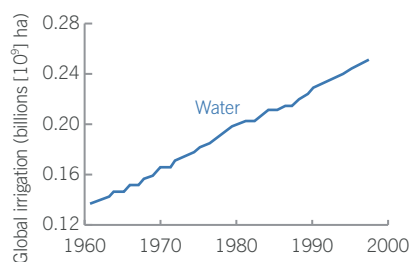
Källa: U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA Research, juni 2018. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends> Aktuell Mauna Loa CO₂.

² Hans Furhagen. 1974. Vårt dagliga bröd. Om folkförsörjningen under antiken. Folkfrons Förlag.

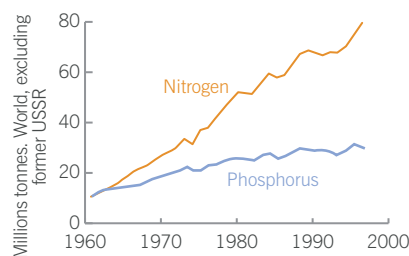
Global trends in cereal and meat production



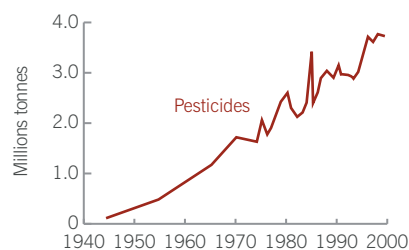
Increased use of irrigation



Global total use of nitrogen and phosphorus fertilizers



Total global pesticides production



Figur 6. Globala trender i produktionen av livsmedel, global användning av kväve och fosforgödselmedel, ökad användning av konstbevattning, total produktion av pesticider (Tilman et al 2002)⁵.

ning. Det är under det senaste århundradet och särskilt under de senaste 50 åren, som balansen mellan de uppbyggande och nedbrytande processerna har blivit rubbad så genomgripande genom mänsklig verksamhet att det fått konsekvenser för hela Jorden. Konvertering av naturmark till åkermark har hittills lett till en minskning av de uppodlade jordarnas organiskt bundna kolförråd i form av humus med mellan 60 % – 75 %³. Denna trend med fortsatt nedbrytning av det globala organiskt bundna kolförrådet skulle kunna brytas. Odlingssystem där fleråriga gräsmarker ingår, utgör här en betydande möjlighet att minska emissionerna av växthusgaser till atmosfären och faktiskt vända på utvecklingen. Permanenta gräsmarker kan enligt en europeisk studie långsiktigt binda 500 kg kol per ha och år (1 850 kg koldioxidequivallenter).⁴

Hållbar utveckling – en definition

Miljövetenskap är det vetenskapsområde som studerar samband mellan naturen, miljön och mänskliga verksamheter. Miljöforskare har i ökad utsträckning varnat för de skador som nu drabbar vår miljö – oåterkalleliga skador på den biologiska mångfalden – och för hotande klimatförändringar. Varningarna kom redan på 1960-talet med Rachel Carsons *Silent Spring* och Hans Palmstierna⁶, Georg Borgström och Georg Henric von Wright⁷, vars banbrytande böcker numera anses som klassiker. Och Elin Wägner visade redan under tidigt 1900 tal en klarsyn i dessa frågor med sin bok under ett förödande världskrig, *väckarklocka*⁸. Den ökande medvetenheten om miljö- och resursfrågorna ledde fram till FN:s första stora miljökonferens i Stockholm 1972, då viktiga övernationella miljöorgan bildades. Öppningstalade gjorde Sveriges dåvarande statsminister Olof Palme⁹.

³ R. Lal. 2004. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *SCIENCE* Vol 304 pp.1623-1627

⁴ FAO, Mediacenter 27 september 2011. Opening the door to carbon crediting. www.fao.org. Carbon Storage. Word resorce Institute. www.wri.org/publication/content/8272

⁵ Tilman, D., Cassman, Matson, K., Naylor, R. and Polasky, R. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *NATURE* | VOL 418 | 8 AUGUST 2002 | www.nature.com/nature.

⁶ Palmstierna, H. 1968. Plundring, Svält och Förgiftning. Ordfronts förlag.

⁷ Georg Henric von Wright 1993. Myten om framsteget. Boniers Förlag.

⁸ Elin Wägner, 1941. Väckarklocka. Boniers Förlag. Nytryck Propius Förlag, Stockholm 1990.

⁹ "Och på gatan utanför stod denna boks författare med sitt torgstånd och sålde biodynamiska grönsaker"

Norges dåvarande statsminister Gro Harlem Brundtland framlade 1987 rapporten "Vår gemensamma framtid"¹⁰ och begreppet hållbar utveckling definierades på följande sätt: *En utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov.* Den stora miljökonferensen i Rio de Janeiro 1992 ledde för första gången i historien fram till ett globalt handlingsprogram för förverkligandet av en hållbar utveckling på Jorden med tydliga mål. Handlingsprogrammet Agenda 21¹¹ med sina 40 kapitel antogs och de viktiga konventionerna om klimat och biologisk mångfald samt ökenkonventionen skrevs under. FN:s konferens om hållbar utveckling – eller Rio +20 som den officiellt kallas – ägde rum i Rio de Janeiro, Brasilien den 20-22 juni 2012. Konferensen resulterade i ett politiskt slutdokument som innehåller tydliga och praktiska åtgärder för genomförandet av en hållbar utveckling och lade grunden till de av FN antagna millenniemålen.

Klarar vi plus 2° C – och räcker det?

Krav på nationella minskningar av utsläppen av växthusgaser fastslogs i Kyotoprotokollet¹² som förhandlades fram inom ramen för den klimatkonvention som världens regeringar beslutat om vid Rio-konferensen.

FN:s panel av klimatexperter från 150 länder IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) bedömer nu situationen som ännu allvarligare än tidigare¹³. Utvecklingen i länder som Kina med ökande förbrukning av fossil energi, går ännu snabbare än vad som kunnat förutses. Samtidigt bedöms den tidigare beräknade stabiliseringen av växthusgaserna i atmosfären på nivån 550 ppm (räknat som koldioxid-ekvivalenter) av allt fler forskare som otillräcklig för att förhindra att temperaturen ökar med mer än 2° C i förhållande till den förindustriella nivån. Förenta nationernas klimatkonferens i Paris 2015 ägde rum mellan den 30 november och 12 december 2015 i Paris, Frankrike och var

¹⁰ Brundtland, G.H. 1987 Our Common Future. Oxford University Press. Oxford

¹¹ United Nations, 1992. Earth Summit. Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development. The final text of agreements negotiated by Governments at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) 3-14 Juni 1992, Rio de Janeiro, Brazil.

¹² The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change adopted 11 december 1997 at a climate summit conference held in Kyoto, Japan.

¹³ The IPCC, a panel consisting of climate experts from 150 countries, was established in 1988 through a joint undertaking of the world Meteorological Organisation and United Nations Environment Programme

Figur 7. Emissionerna av växthusgaser till atmosfären fortsätter att öka med globala konsekvenser för klimatet. Den senaste 10-årsperioden år 2000–2010 så ökade emissionerna och nettobelastningen mer än någonsin tidigare (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014)¹³. Under 35 år har en fördubbling skett. Utöver de ökande utsläppen av koldioxid bidrar också utsläppen av metangas och dikväveoxid framför allt från jordbruket kraftigt till växthuseffekten. Koldioxid står för ca 60 % av de totala utsläppen av växthusgaser och uppgår till ca 8 miljarder ton kol eller 1,2 ton per capita och år.

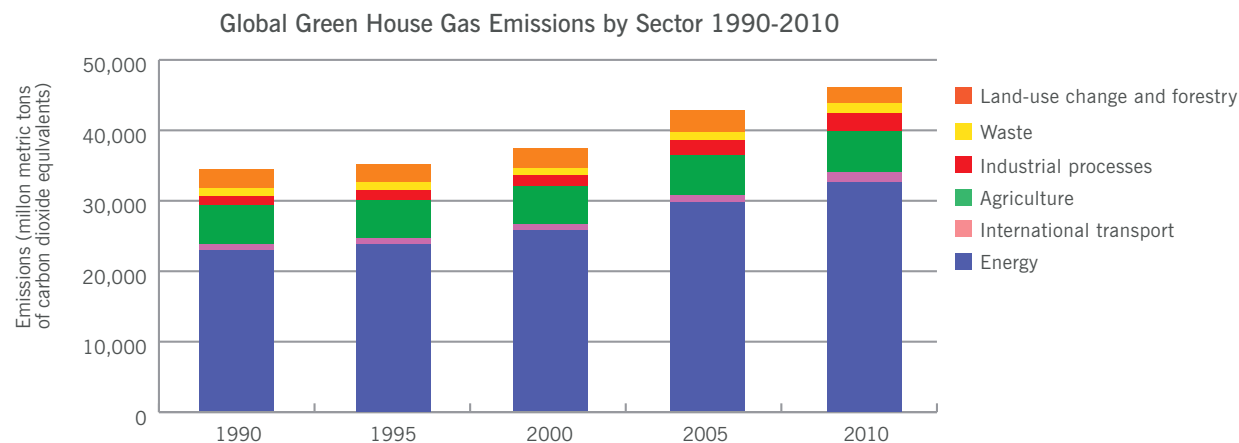
den största samlingen av världsledare någonsin (COP21)¹⁴. . Kärnan i Parisavtalet som skrevs under av 194 länder är att minska utsläppen av växthusgaser, samt att stödja de som drabbas av klimatförändringarnas effekter. Vid det senaste FN:s klimatmöte 2017 COP23 i Bonn togs ytterligare steg för att utforma Parisavtalets regelverk. Enligt senaste rapporten från FN:s klimatpanel IPCC (IPCC, 2014)¹⁵ kan fortsatta utsläpp på dagens nivåer leda temperaturökningar över 4 grader, till år 2100 och det skulle få katastrofala konsekvenser för mänskligheten. För att klara den utlovade målsättningen att begränsa temperaturökningen till 1,5 - 2 grader jämfört med förindustriell nivå så måste världen bryta gentemot alla trender och omgående börja minska de globala utsläppen. Trots minskning av klimatgasutsläppen inom Sveriges gränser så sker ingen minskning av våra konsumtionsbaserade utsläpp. Våra genomsnittliga utsläpp ligger på över 10 ton koldioxidekvivalenter per capita¹⁶. För att uppnå klimatmålet till år 2050 måst vi ned till under 2 ton per capita. Allt mer av vår konsumtion är baserad på import. Ca en tredjedel av klimatbelastningen kommer från vår livsmedelskonsumtion enligt naturvårdsverkets beräkningar¹⁷. Inberäknas avskogning och markförstöring i andra länder är matens klimatbelastning ännu högre. Jordbruket drivs av importerade fodermedel och konstgödsel som belastar klimatet. Vi skulle

¹⁴ <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/parisavtalet/>

¹⁵ The Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) published in 2014 (the next Assessment Report, AR6 will be published in 2022) <https://unfccc.int/index.php/topics/science/workstreams/cooperation-with-the-ipcc/the-fifth-assessment-report-of-the-ipcc>

¹⁶ <https://www.naturvardsverket.se/.../Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-hushall>

¹⁷ Naturvårdsverket 2017. Konsumtionens klimatpåverkan, rapport 5903. <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5903-3.pdf>



kunna produceras all mat inom landet med egna förnyelsebara resurser och en sådan omställning behöver starta nu för att klara klimatomålet. Hur detta kan ske kommer framgå i denna bok.

Självförstärkande processer

Det finns forskare som anser att riskerna för klimatförändringar är överdrivna. Samtidigt hävdar andra att förändringen av klimatet kan gå mycket snabbare än vad man tidigare ansett, till följd av självförstärkande processer. Människans CO₂-utsläpp samspelar med och påverkar haven och många ekosystem på land. Haven absorberar hittills ungefär hälften av koldioxidökningen. Men denna buffertkapacitet avtar nu när haven blir surare. Resultatet blir att en allt större del av utsläppen stannar i atmosfären och klimatförändringen förstärks. Det har visat sig att avsmältningen av isarna i Arktis nu går snabbare än väntat vilket också leder till självförstärkande processer.

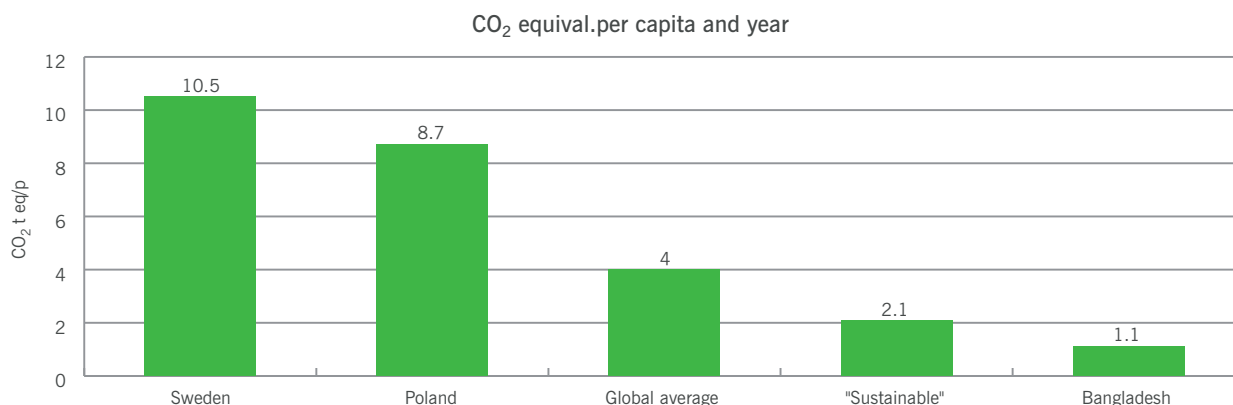
De fyra systemvillkoren

Redan i slutet av 1980-talet utarbetades ett ramverk med de villkor, som kan anses grundläggande för ett uthålligt liv på jorden. Arbetet gjordes i samverkan med forskare runt om i världen och leddes av den kände läkaren professor Karl-Henrik Robèrt. Det resulterade i fyra systemvillkor för hållbarhet som har kommit till omfattande användning¹⁸:

1. Förhindra koncentrationsökning av ämnen i berggrunden i naturen
2. Förhindra koncentrationsökning av ämnen från samhällets produktion i naturen
3. Inte utsätta naturen för undanträngning med fysiska metoder
4. Inte hindra människor att tillgodose sina behov.

¹⁸ Robèrt, Karl-Henrik, 1992. Det Nödvändiga Steget. Affärsförlaget Media Utveckling

Figur 8. Konsumtionens klimatbelastning i genomsnitt per capita. Verksamheter för mänsklig konsumtion leder till emissioner av växthusgaser. Mängden växthusgaser som avges kan beräknas per person och är olika beroende på vad som konsumeras, livsstil och genomsnittsvärdena är olika för människor i olika länder. Källa: Environmental science & technology 43:16 (2009)



”

Det helt nya från ca 100 år tillbaka är att människan själv i allt större utsträckning börjar påverka ekosystems dynamiska processer och detta även på global nivå.

Rådgivning i miljöfrågor och hur man skall uppnå ett hållbart samhälle pågår i enlighet med dessa riktlinjer genom den ideella föreningen Det Naturliga Steget.

Planetära gränsvärden

Under de senaste 10 000 åren har jordens naturliga reglering sårt för, att variationerna av jordens temperatur, vattenreserver, nederbörd och biokemiska flöden av biologiska nyckelsubstanser kunnat hålla sig ganska stabila – inom de ganska snäva gränser som gör livet möjligt. Redan små förändringar av medeltemperatur och nederbördsförhållanden, som naturförloppen orsakat, har även tidigare lett till försörjningskriser och folkförflyttningar. Det helt nya från ca 100 år tillbaka är att människan själv i allt större utsträckning börjar påverka ekosystems dynamiska processer och detta även på global nivå. År 2009 publicerades i den ansedda forskningstidskriften Nature ett samlat verktyg som identifierar vad vi får och inte får göra, för att inte passera gränsen för vad planeten tål om de mänskliga livsbetingelserna på jorden skall kunna upprätthållas¹⁹. Planetära gränsvärden definierades för följande nio olika biokemiska processer, orsakade av mänskliga aktiviteter:

utsläpp av växthusgaser

uttunning av ozonlagret

förändrad markanvändning

vattenanvändning

förlust av biologisk mångfald

försurning av haven

tillförsel av kväve och fosfor till land och hav

aerosoler i atmosfären

miljögifter

För artikeln svarade 28 internationellt ledande forskare inom de berörda områdena och som här markerat tydliga gränser. Inom tre områden anser forskarna, att vi redan har överskridit vad planetens ekosystem tål, något som nu i allt större utsträckning skadar våra livsbetingelser. De är:

- utsläppen av växthusgaser som leder till nu pågående klimatförändringar
- kväve- och fosforutsläppen som leder till övergödning av vatten och hav
- utarmningen av den biologiska mångfalden

¹⁹ Rockström, J et al. 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461:472-475. Se också: http://en.wikipedia.org/wiki/Planetary_boundaries. The nine_boundaries.

Johan Rockström, chef för Stockholm Resilience Centre och huvudförfattaren till artikeln i Nature riktade i Sveriges största dagstidning DN följande uppmaning direkt till politiker och andra beslutsfattare: *Världens energisystem och lantbrukets odlingsmetoder måste förändras. Annars hotas mänsklighetens framtida utveckling. Vi har nått en punkt där vi överskrider flera gränser för jordens förmåga att regenerera social och ekonomisk utveckling på lång sikt. Vi har inte bara en klimatkris att hantera utan en global ekosystemkris. Detta läge kräver ett globalt förnyat samarbete.*²⁰

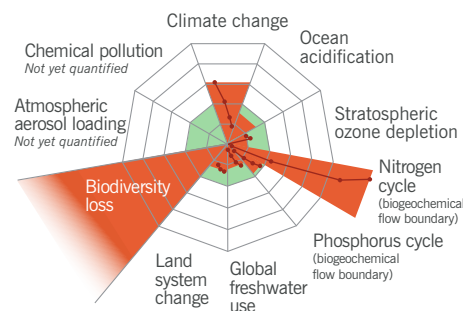
I artikeln angavs däremot inte hur jordbruket skulle behöva förändras. Denna boks författare gav därför ett genmäle som publicerades i DN nätbilaga under titeln: Så elimineras matens belastning på klimatet. Det är också bland annat det som denna bok handlar om.²¹

Minus 80 % fossilt

Balans måste åter uppnås mellan förbrukning och återanvändning av naturresurserna. Energikällan i framtiden är solen, som till betydande del utnyttjas genom växtrikets försorg, kompletterad med teknologiska lösningar som direkt utnyttjar solenergin samt vind- och vattenkraft, som också har sitt ursprung i solstrålningen. Ytterst handlar det om att förändra hela den form av industriell verksamhet och den energi- och resursförbrukande livsstil som vuxit fram sedan förra seklet i Europa, USA och övriga industrialiserade länder.

Vi här i Norden tillhör den minoritet på 20 procent av världens befolkning som förbrukar 80 procent av de viktigaste naturresurserna och svarar för motsvarande andel av den globala miljöbelastningen. Om den stora majoriteten av världens klimatforskare har rätt så har vi bara närmaste decenniet på oss²² att gå över till förnyelsebara energikällor, om vi ska kunna undvika en klimatförändring med långtgående, kanske katastrofala konsekvenser. Jordbruket och vår livsmedelsförsörjning intar här en nyckelroll (Figur 9).

Utöver människans ökande utsläpp till atmosfären av fossilt lagrat och organiskt bundet kol är också människans ingrepp i kvävecykeln avgörande för vår och jordens framtida miljö. Överskott av kväve leder till ökande emissioner av den starka växthusgasen lustgas och ökande halter av nitrat, som förgiftar dricksvatten i odlingsintensiva områden. Utsläpp av kväve och fosforföreningar leder till övergödning av vattendrag, sjöar och hav.



Figur 9. Planetära gränsvärden. Förlust av biologisk mångfald, utsläpp av reaktivt kväve och utsläpp av klimatgaser är de områden där vi redan nu överskrider gränserna för vad jorden tål. Källa: Resilience Centre. Johan Rockström, Stockholm.

²⁰ Johan Rockström, 2011 blir ett viktigt år för en hållbar global framtid. DN debatt 2011-01-23

²¹ Artur Granstedt, Så elimineras matens belastning på klimatet. DN debatt nätbilaga 2011-01-26

²² Laestadius, S. 2018. Klimatet och omställningen. Förlag Borea.

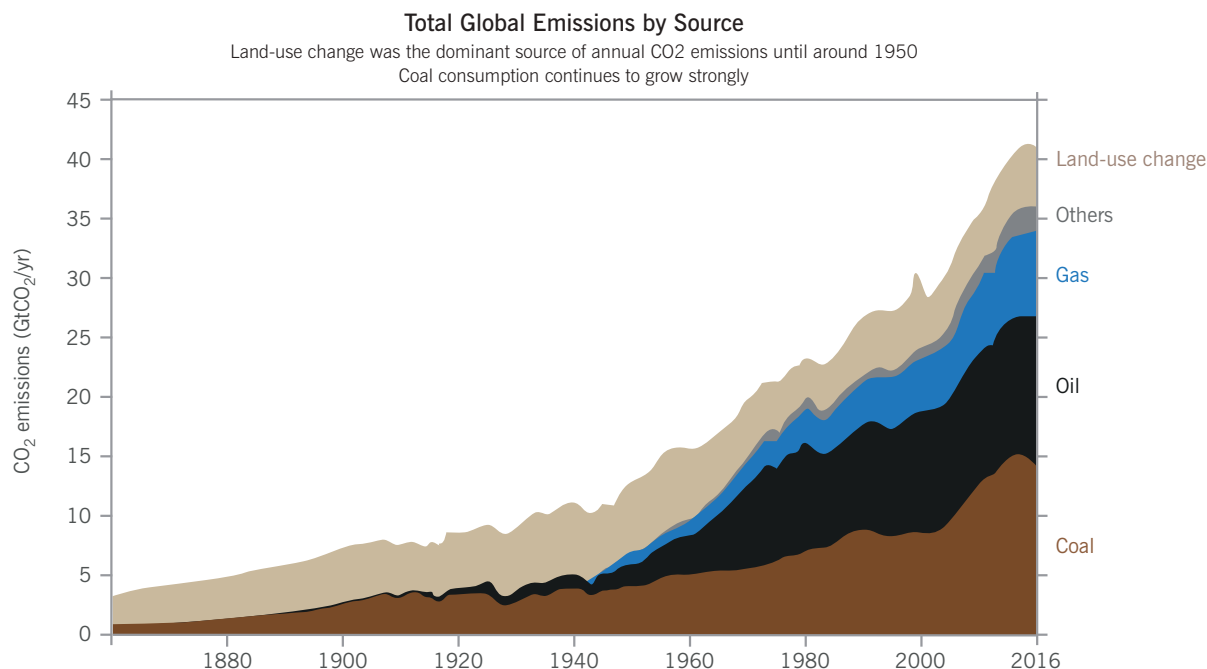
För att säkerställa en långsiktig överlevnad på jorden är det nödvändigt att själva produktionsbasen, den odlingsbara marken vårdas och att jordens fruktbarhet vidmakthålls. I dag sker det motsatta. I storleksordningen 15% av den årliga ökningen av kolet i atmosfären beror på att den organiska substansen i form av skogar och odlingsbar jord minskar (Figur 10). Vi måste åter lära oss att basera vår existens på växtrikets nyskapande förmåga, genom ett rätt utformat jord- och skogsbruk. Den gröna resursbasen som binder kolet ur atmosfären krymper till följd av människans felaktiga brukande av Jorden, samtidigt som denna, samma Jord skall försörja en snabbt ökande världsbefolkning.

Levande jord

Den odlingsbara jorden har under årtusendena bildats i ett samspel mellan organiska och oorganiska processer och den underliggande berggrunden. Det översta matjordslagret består av en mycket fin blandning av mineraler från den vittrade berggrunden och de organiska substanser som bildats från döda växter och djur.

Redan på den grå stenen möter vi de till synes allra enklaste gröna organismerna, lavarna. De är svampar som lever i symbios med en fotosyntetiserande mikroorganism – alger eller cyanobakterier – och som kan fixera kväve ur luften. Genom att leva i symbios har dessa organismer lyckats tänja på livets gränser. De får sin energi från solen och näring ur luft och vatten. De bygger upp kolhydrater och protei-

Figur 10. Förändrad markanvändning i storleksordningen 10 – 15 % av den årliga ökningen av koldioxid i atmosfären beror på avskogning och markförstöring. Det globala humuskapitalet och de gröna fotosyntesarealerna minskar i världen. (Källa: Carbon Dioxide Information Analysis Centre, CDIAC, 2017)



ner för sina livsfunktioner och börjar vittringsprocessen av den hårda stenen. Under långa tidrymder har sten, grus och sediment förvandlats till jord, som möjliggör etableringen av högre växter och växtsamhällen.

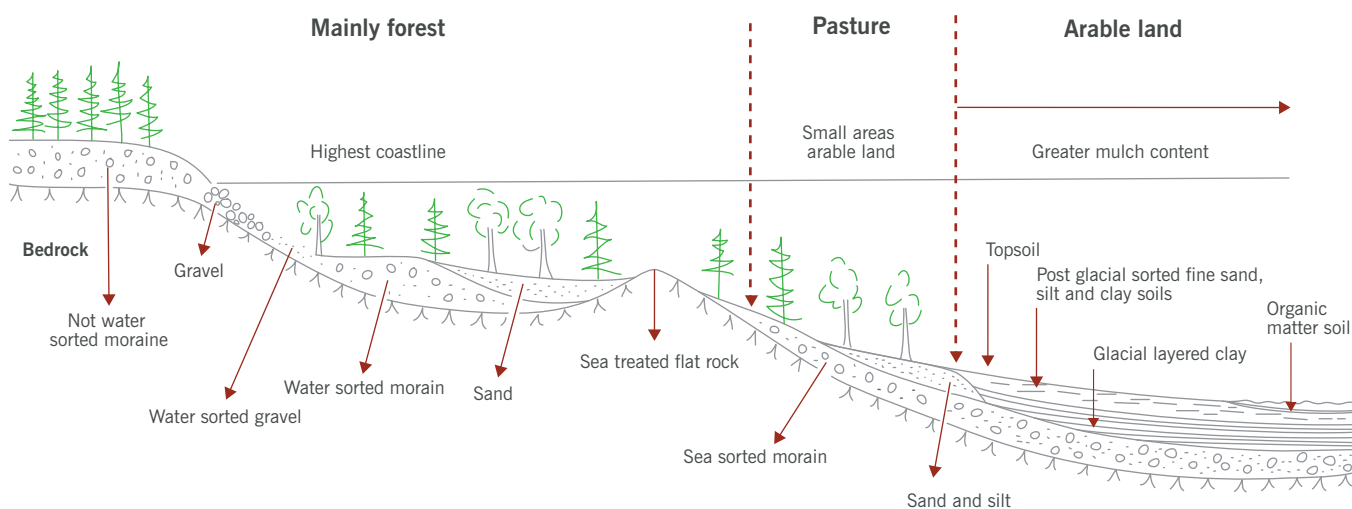
Mineraljord

En ren mineraljord består av vittrat berg (Figur 11). Berggrunden är ständigt utsatt för vittringsprocesser, där luft, vatten och temperaturväxlingar inverkar tillsammans med levande organismer. Det ursprungliga berget spricker upp, blir till sten, grus, sand och ännu mindre partiklar. En del av mineralämnena blir frigjorda som vattenlösliga salter. Jordytan är i ständig rörelse. Kontinenterna flyttar på sig, även om det med våra tidsbegrepp går mycket långsamt. Nya berg stiger upp, medan sedimenten på havets botten åter dras in i smältdegeln i Jordens inre. Det handlar om ett stort geologiskt kretslopp. Här i Norden har vi unga jordar vars mineraliska del är formad av den senaste inlandsisen, dess isälvar och ishav där olika nermalda stenfraktioner lagrats i skikt, och av den där efter följande landhöjningen: morän.

Finfördelning avgör

Graden av finfördelning har stor betydelse för jordens egenskaper. I en sandjord är berget "grovmalt". De stora partiklarna gör att sandjorden inte kan hålla kvar vatten eller näringsämnen särskilt bra. Motsatsen är lerjorden, vars små partiklar – mindre än ett par tusendels millimeter i

Figur 11. De sorterade jordarterna återfinns under den forna högsta kustlinjen. Topografien och avståndet till de forna isälvsmyrningarna har här varit bestämmande. De finkorniga lerorna (de s.k. glaciallerorna) avsattes längst ut på lerslätterna medan sand och grus sedimenterade i takt med att vattenströmmarna blev lugnare. När landet sedan höjde sig genom årtusendena skapades alltefter som en ursvallning och omlagring av sediment från de forna kustlinjerna, och postglaciala sediment överlagrar nu den forna sjöbotten. Man kan studera jordmånsbildande processer som ännu pågår på strandängarna, och man kan också följa den ännu pågående landhöjningen i mellersta och norra delen av Sverige vid Östersjön.





Geologiskt är Östersjöområdet präglat av den svagt välvda baltiska skölden i norr bestående av urberg och den baltiska moränryggen – ett komplext ändmoränstråk som bildats i söder vid inlandsisens rörelser.

diameter – är tillräckligt små för att de skall kunna hålla ihop i större klumpar (aggregat), vilka ger jorden en fin struktur. Lerpartiklarna är lättvittrade och har dessutom en god förmåga att hålla kvar näringsämnen och vatten. Lerjordar kan därför bättre stå emot den närsaltutlakning, som annars lätt uppstår under nordeuropeiska klimatförhållanden.

Den senaste inlandsisen har haft en avgörande betydelse för hur våra jordar bildats i Östersjöregionen. Isen krossade berget, grus och sten förflyttades av is och vatten. När så inlandsisen drog sig tillbaka för ungefär 10 000 år sedan började landet långsamt höja sig ur havet och allt mer mark frilades för jordmånsbildande processer och vegetation. Omkring 8000 år f. Kr. var vattennivån som högst. I Sverige och Finland kan man följa den högsta kustlinjen. Ovanför denna har vi de osorterade moränjordarna som avsattes direkt av ismassorna när de smälte. Under denna linje har vi områden med jordarter som ursprungligen sorterats fram av vattnet i de stora sjöarna och sjösystemen i mellersta Sverige och Finland. Vartefter strandlinjen förflyttades skedde en ursvallning och omlagring av jordarterna.

Två grundtyper av jordar kan urskiljas, ursvallade näringsfattiga sand- och grusjordar samt morän utefter höjdsträckningarna och de anrikningar av sediment som bildades på de mer flacka forna havsbottenarna med mer finkornigt material som mo, mjäla och lera. Här etablerades en rik naturlig vegetation som gett underlag för dagens odlingsmark. Landhöjningen fortgår fast i något långsammare takt i större delen av Sverige och i Finland och dess verkan på landskapet kan följas alltjämt. Ny odlingsbar mark bildas alltjämt i den norra delen av Östersjöområdet, men bördigheten i marken är mycket beroende av vilka mineraler jordarna bildats av.

Surare jordar i norr

Geologiskt är Östersjöområdet präglat av den svagt välvda baltiska skölden i norr bestående av urberg och den baltiska moränryggen – ett komplext ändmoränstråk som bildats i söder vid inlandsisens rörelser. Drar man en linje från Danmarks nordspets till sjön Ladogas nordspets så har vi söder om linjen områden där vi har mer kvar av yngre bergarter som kalk, sandsten och skifferar. Områdena norr om samma linje är mer präglade av den granitiska urberggrunden med mer sura jordar. Det är också här det urberg som bearbetats av inlandsisen går i dagen och höjer sig över landskapet. Lerområdena i östra Mellansverige har dock små inslag av sedimenterade kalkbergrester från den kalkgrund som en gång täckte området nordost där om. Också i områden runt Siljan och Storsjön i Sverige finns kalkavlagringar som gör marken bördig i dessa områden.

Tusenårig humus

Markens organiska del, humusen, bildas av döda växtrester som bryts ned, bearbetas och omformas av de små djur, maskar, svampar och bakterier som lever i marken. Väl omsatt humus benämns mull och utgör huvuddelen av odlingsmarkens organiska substans. Kemiskt består humusen av de ämnen som ingår i de växtrester av vilken den bildas. En normal åkerjord med en mullhalt på 3 procent i det översta matjords-skiktet på 20 cm innehåller på en hektar ca 90 ton organiskt material (9 kg m^{-2}) av vilket i storleksordningen 5 ton ($0,5 \text{ kg m}^{-2}$) kan utgöras av levande organismer varav 1 ton daggmaskar. Markens organiska substans innehåller alla de för levande organismer viktiga grundämnen. I matjorden kan det finnas 50 ton kol (5 kg m^{-2}), 5 ton kväve ($0,5 \text{ kg m}^{-2}$) och 1 ton fosfor ($0,1 \text{ kg m}^{-2}$). Därutöver finns ämnen som är både organiskt och kemiskt bundna som svavel, kalk och viktiga spårämnen. Delar av markens humusförråd kan vara mer än tusen år gammalt och är hela tiden utsatt för en långsam mikrobiell nedbrytning av bakterier och svampar varvid för växterna viktiga näringsämnen avges. Denna nedbrytning måste balanseras av att en tillräcklig mängd humusbildande substanser tillförs på nytt. Rena mulljordar har bildats ur gamla våtmarksområden som mossar eller kärr.

Organiskt material i olika stadier av nedbrytning, och ämnen som markorganismerna producerar, bildar tillsammans mycket stora molekyler, s.k. humusämnen. Mullpartiklarna har en utomordentligt god förmåga att också binda närsalterna i marken, samt göra jorden så porös som krävs för att växter och markorganismer ska få den balans mellan markens fasta partiklar, vatten och luft som är så viktig för dem. På lerjordar bildas aggregat mellan humuspartiklar och mineraliska lerpartiklar som ger marken särskilt goda växtbetingelser. Samtidigt som humusen är en viktig beståndsdel i marken för att ge den dess fysikaliska och kemiska egenskaper utgör den samtidigt själv en näringskälla för markorganismer och växter.

Möte mellan levande och dött

I naturmarken har vi överst på ytan ett rent humusskikt som därunder går över i det som kallas mineraljord. I odlingsjorden sker en ständig omblandning av jorden ned till plöjningsdjupet på ca 20 cm. I marken förenas det organiska som kommer från den levande växtvärlden med det döda mineraliska. De marklevande nedbrytande organismerna gör detta möjligt. I en god åkerjord kan 50 procent av den organiska substansen vara intimt sammanfogad med lerpartiklarna i s.k. lerhumuskomplex.

”

90 ton organiskt material (9 kg m^{-2}) av vilket i storleksordningen 5 ton ($0,5 \text{ kg m}^{-2}$) kan utgöras av levande organismer varav 1 ton daggmaskar.

Figur 12. En vik av Järnafjärden strax efter Mälarens utlopp i Östersjön öster om Södertälje i Mellansverige. Landet reser sig ur havet också i modern tid även om det nu går långsamt – 3 mm om året. Pionjärväxter i strandskiktet bidrar till den första humusbildningen, det som senare kan bli till bördig åker. Ovanför den här avbildade strandlinjen finns spår av den uppodling som bedrevs här redan på bronsåldern.

Det underlättar den viktiga aggregatbildningen och förhindrar också att mullen bryts ned för snabbt.

Bakterier och svampar, men också större varelser som ringmaskar (av vilka dagmasken är den mest allmänt kända) är särskilt viktiga i de jordmånsbildande processerna. Maskarna drar ned vissnade bladrester och bryter ned dessa tillsammans med bakterier och mineralpartiklar i sin tarmkanal. De olika organismerna har var och en sina specifika egenskaper för strukturbildningen i marken och omsättningen av olika typer av organiskt material. Det sker också en intim samverkan mellan växterna och organismerna i marken. Olika växters rötter tränger olika djupt ned i marken beroende på växtslag och markbetingelser. Från rötterna avges energirika substanser som aktiverar markens mikroorga-



Foto Artur Granstedt

nismer som i sin tur bidrar till att frigöra näring (s.k. mineralisering) till förmån för växternas näringsförsörjning.

Bördig jord självreglerande

De levande organismernas samverkan i marken kan liknas vid den samordning, som sker mellan olika celler och organ i en levande högre organism. En bördig jord är inom vissa gränser självreglerande gentemot utifrån inverkan från faktorer. Markens bördighet beror på markorganismerna och det organiska material som tillförs marken från växter och djur, men också på hur mycket näringsämnen som finns i mineraljordens ursprungsmaterial.

Jordar från yngre bergarter kan vara mycket bördiga, liksom kalkrika jordar, men även mullhalten har betydelse, eftersom mull motverkar urlakning av näringsämnen. En bördig jordmån måste kunna upprätthålla lagom proportioner mellan luft och vatten samt innehålla den näring som växter och markorganismer behöver. Jorden måste också vara tillräckligt porös för att rötterna och även dagmaskarna skall kunna tränga ner i marken.

Åkern som ekosystem

I det unga ekosystemet ökar antalet arter och mängden organiskt material varje år. De första som koloniserar ett stycke mark är oftast enkla organismer som alger och lavar. Så småningom vandrar också andra växter och djur in. Beroende på förutsättningarna utvecklas en viss vegetationstyp med ett växt- och djurliv som anpassat sig till just den – en biotop. I det mogna ekosystemet har jämvikt uppnåtts mellan systemets olika grupper av invånare.

En åker med växande gröda är i princip ett ungt ekosystem, som är beroende av människans arbetsinsats för att bestå. Lämnas åkern åt sitt öde sker så småningom en förbuskning och utvecklingen går mot skogsmark. Synliga exempel på detta finns i stora områden med övergiven åkermark i länder som Estland, Lettland och Litauen, men förekommer även i Sverige och Finland särskilt i mer lågproduktiva odlingsområden. Betesdrift är här ett gott alternativ som förhindrar förbuskning.

Även åkermarken kan såsom det naturliga ekosystemet uppnå en högre grad av ekologisk stabilitet. Ju mer artrik och varierad odlingsmarken blir, desto mer stabilt blir ekosystemet och desto mindre är risken för obalans, t ex i form av förödande angrepp av skadegörare.

”

Lämnas åkern åt sitt öde sker så småningom en förbuskning och utvecklingen går mot skogsmark.

DET GLOBALA PERSPEKTIVET – ODLINGSMARK OCH MATBEHOV

Av den isfria ytan på jordklotet är endast en tiondel uppodlad åker och den odlingsbara markytan krymper genom att marken brukas på sätt som leder till att multhalter minskar, urlakas eller försaltas, värdefull mark eroderas eller blir till öken. Så har skett även under tidigare epoker – men historien visar också att det går att vända utvecklingen.

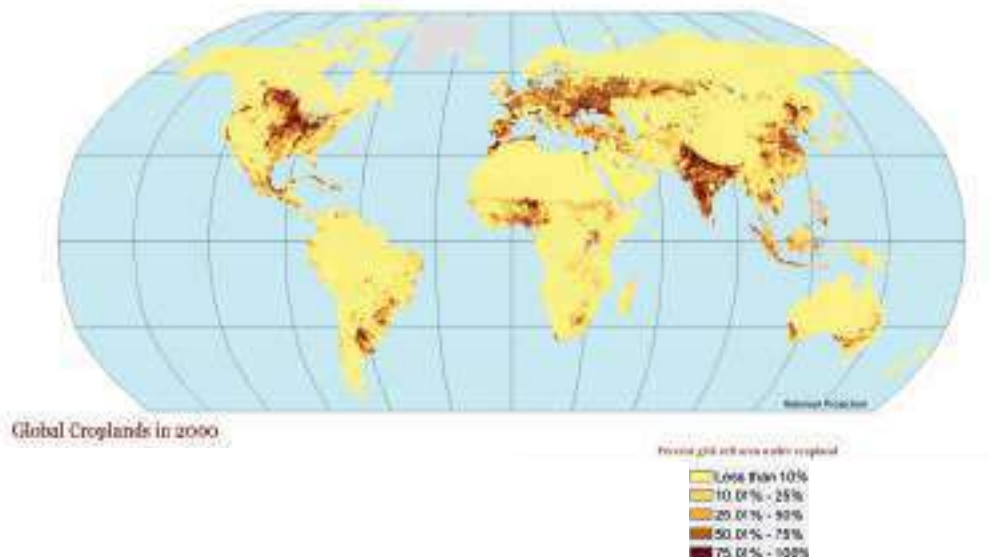
Utbredningen av världens tillgängliga odlingsmark framgår av figur 13.

I norra Nordamerika och Nordeuropa, inklusive Norden, har vi tempererade klimatförhållanden, som ger oss förutsättningar att bedriva jordbruk på det sätt vi gör. I Norden är nederbörden större än avdunstningen, varför näringsämnena i våra jordar riskerar att lakas ut. I Sverige och Finland utgör odlingsmarken bara ca 6 procent av arealen, vilket kan jämföras med Danmark där hela 60 procent av arealen är åker medan det i Norge endast är 2,5 procent.

De tropiska torra områdena i världen har alltför liten tillgång på vatten. Det är också vattentillgången som sätter gränsen för hur stora arealer som kan konstbevattnas.

Möjligheterna att odla upp regnskogsområden är begränsade. De är redan avverkade i alltför stor utsträckning. Här bedrivs inom stora områden ett kemikalieintensivt specialiserat jordbruk. Den tidigare förekommande mer skonsamma svedjningen, där marken kunde åter-

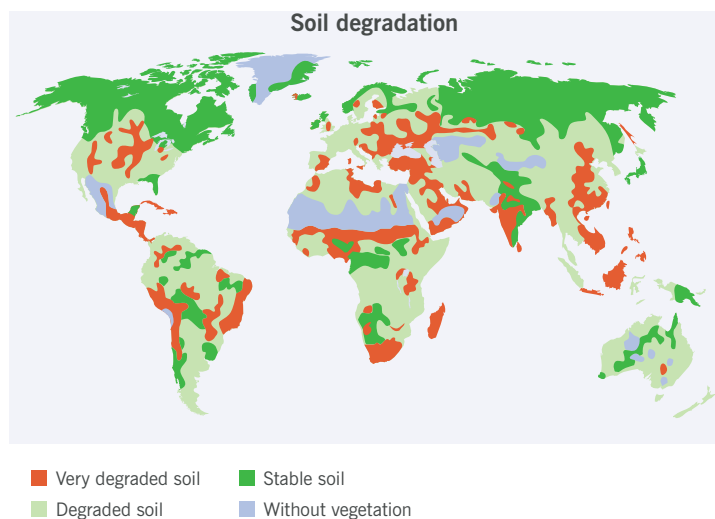
Figur 13. Världens åkermark finns huvudsakligen koncentrerad inom de rödfärgade områdena på kartan och utgör endast 10 procent av den isfria landytan. Dessa 1,5 miljarder ha åkermark försörjer i dag (oktober 2011) 7 miljarder människor med mat. Källa: Ramankutty, N., A.T. Evan, C. Monfreda, and J.A. Foley. (2010). *Global Agricultural Lands: Croplands, 2000*.



beskogas har ersatts av mer storskalig markröjning som i slutänden leder till utarmning av marken och markerosion. Den pågående avskogningen hotar att accelerera den pågående växthuseffekten och omöjliggör försörjningen för miljontals människor. Många exempel finns också på hur avskogningen förvärrar effekterna av naturkatastrofer med direkt lidande för många människor som följd.

Östra Asien karakteriseras av bevattningsjordbruk med ris som huvudgröda, i stället för spannmål som hos oss.

Stora områden i världen består av bergsområden och stäpp, med vissa möjligheter till extensiv betesdrift. För hård betesdrift leder till markskador och ökenutbredning. Det är bara 11 procent av världens totala landyta som kan betecknas som odlingsmark. Ytterligare 24 % är mer eller mindre extensiva betesarealer och 31 % är skogsmark. Den sammanlagda åkerarealen i världen uppgår till ca 1,4 miljarder hektar, varav ungefär hälften används för spannmålsproduktion. Erosion, försaltning och ökenutbredning gör att nettoökningen av åkerarealen har upphört, trots att ny mark odlas upp. Stora arealer betesmarker har blivit öken eller halvöken. Den uppodling som sker utgör i sig ett hot mot de kvarvarande skogarna i världen som är livsnödvändiga för bibehållandet av Jordens klimatsystem, de biologiska kretsloppen och den biologiska mångfalden. Enligt FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation, FAO, ökar markförstörelsen i många delar av världen, en studie som bygger på data som inhämtats under en 20-års period. Markförstörelse definieras i studien som "flerårig minskning av ekosystemens funktion



Figur 14. Figuren visar den globala fördelningen av områden för mycket degraderade jordar (rött), degraderade jordar (blått), stabila jordar grönt samt områden utan vegetation (ljusgrönt). Avskogning och humusnedbrytande odlingsmetoder leder till avtagande mullhalter och markförstörelse som påverkar både klimatet och den globala vattenhushållningen. Även inom Östersjöområdet degraderas jordarna i områden med specialiserad spannmålsodling. Utdikning och torrläggning av våtmarker för både bränsle och odling bidrar ytterligare till utsläpp av växthusgaser från de organiskt bundna kolförråden och vars omfattningar är otillräckligt klarlagda. Källor: International Soil Reference and Information centre, Wageningen, Netherlands.

och produktivitet”.²³ Enligt studien har 20 procent av världens odlade områden, 30 procent av skogarna samt 10 procent av betesmarkerna degraderats. Studien uppskattar att 1,5 miljarder människor eller en fjärdedel av Jordens befolkning är direkt beroende av den mark som förstörs.

Ett ännu antagligen inte tillräckligt uppmärksammat hot mot världens livsmedelsförsörjning är de pågående klimattförändringarna och rubbningar i jordens vädersystem. De torrare områdena i världen riskerar att bli torrare med risk för minskande skördar i syd medan allför stor nederbörd i andra områden. Ökad nederbörd i förening med ett varmare klimat kan samtidigt komma att gynna jordbruksproduktionen här i Östersjöområdet²⁴. Ett allvarligt hot för stora folkgrupper är därtill den förlust av odlingsmark som höjning av havsnivån kan innebära. I dag lever 275 millioner människor med sin odlingsmark under 5 meter nivån över havsytan. Avsmältning av de isbelagda polarområdena som Grönland och Västtarktis och de högsta bergsområdena samt termisk utvidgning av världshavens vatten gör att havsytan stiger.

Världens åkerareal skall i dag ge 7,6 miljarder människor mat (juni 2018). Världens befolkning beräknas öka med 2,1 miljarder människor till 9,1 miljarder år 2050 enligt en sammanställning av FN²⁵. Ca 80 procent av världens befolkningsökning kommer att ske i de redan nu överbefolkade delarna av världen. Den genomsnittliga åkerarealen per capita i världen är endast 0,2 ha (=2000 m²) per person. I Sverige utnyttjar vi den dubbla arealen, 0,4 ha per person när man också räknar in arealen för importerade jordbruksprodukter och fodermedel. I Asien är arealen i dag 0,19 hektar per person och det finns länder med under 0,1 ha per person. Det är i dessa områden en väsentlig andel av de nya miljarderna världsborgare kommer att födas, vilket leder till att arealen odlingsbar mark per person krymper snabbare här än någon annanstans.

²³ FAO, UNEP and World Soil Information (ISRIC) (2013) Land Degradation Assessment in Drylands, LADA. <http://www.fao.org/nr/lada>.

²⁴ IPCC, 2007. Climate Change 2007, Working Group 1: The Science of Climate Change, FAQ 3.2

²⁵ FN, 2008. ESA/P/WP.2010. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, <http://www.un.org/esa/population/publication/wpp2008>

Folkomflyttningar

Dagens livsmedelsbrist beror till en betydande del på ojämn fördelning av resurser samtidigt med brist på demokrati och sociala orättvisor. Människor har inte pengar att köpa den mat som finns. Industrieländernas befolkning förbrukar en betydligt högre andel av världens livsmedelstillgångar än genomsnittsbefolkningen, genom dels konsumtion av importerade livsmedel, dels en konsumtion av animalieprodukter, som producerats med en betydande andel importerade fodermedel från de fattigare delarna av världen. Dessa produkter skulle vara väl lämpade som livsmedelsråvaror i produktionsländerna, huvudsakligen länder i Latinamerika och Sydostasien. Till detta kommer den produktion som sker av biomassa för drivmedel och energiproduktion som med klimatstödspengar sker både i områden där människor lider brist på mat och även här i Europa.

Ser man på Jordens globala försörjningskapacitet i ett lite längre perspektiv, och i relation till att världsbefolkningen ökar, finns inte något överskott vare sig av livsmedel eller av odlingsbar mark. Överproduktion finns inte och har inte funnits om man beaktar de externa resurser som förbrukas. Både livsmedelsexport och folkomflyttningar kommer troligtvis att krävas i framtiden, för att åstadkomma en fördelning av de livsmedel som finns. En ändring till mer konsumtion av vegetabilier är uppenbart helt nödvändig för att få maten att räcka till alla. Särskilt då vi i framtiden måste producera med lokala och förnyelsebara resurser. Den nuvarande utvecklingen med ökad köttkonsumtion både här och i länder med tidigare huvudsakligen vegetarisk diet, försvårar en sådan omställning till en mer uthållig konsumtion.

900 gånger fler

Innan människan bedrev åkerbruk, levde hon av jakt, fiske och av att samla upp det ätbara som finns hos naturligt förekommande växtslag. Man tror att Jorden för 13 000–15 000 år sedan på så sätt kunde föda ca 8 miljoner människor. Idag föder jorden mer än 900 gånger så många.

Jakten har via olika mellanformer utvecklats till djurhållning. Åkerbruket har ersatt tidiga kulturformer, då människorna levde på att samla vilda ätliga frukter, nötter, frön och rötter. Människan har sedan dess förädlat olika djur- och växtslag. Efter det att hon börjat odla spannmål kunde hon både lagra och transportera föda, vilket tillät henne att bli bofast. Spannmålsodlingen möjliggjorde också handel och stadsbildningar.



Den nuvarande utvecklingen med ökad köttkonsumtion både här och i länder med tidigare huvudsakligen vegetarisk diet, försvårar en sådan omställning till en mer uthållig konsumtion.



Historien lär oss både hur vi genom felaktigt brukande utarmar själva resursbasen, den odlingsbara jorden, men ger oss också exempel på motsatsen.

De tidiga åkerbrukskulturerna utnyttjade näringsdepåer som de naturliga ekosystemen byggt upp. De förbrukades genom svedjning och hackjordbruk där man flyttar runt med uppodlingen från plats till plats. Dessa metoder finns fortfarande kvar i vissa delar av världen, och vid intensiv "brandskattning" leder de till snabb förbrukning av naturens resurser.

Näringsrikt slam – floddelta kulturer

De första stora kulturerna utvecklades i floddalar och floddeltan, där vattnet regelbundet avsatte näringsrikt slam. Dessa åkerbrukskulturer skapades redan för ca 5 000–10 000 år sedan. De stora kulturerna vid floden Indus i Indien, den Babyloniska kulturen vid floderna Eufrat och Tigris samt den egyptiska kulturen är exempel på detta. Dessa kulturer var möjliga tack vare ett lämpligt klimat och en ekologisk balans mellan odlingsmarken och de naturliga ekosystemen, som försörjde marken med vatten och näringsämnen. Den tidiga medelhavskultur som etruskerna utvecklade var en form av cirkulationsjordbruk där man bedrev ett försiktigt nyttjande av den skogsbeväxta marken.

Kulturers uppgång och fall har ofta betingats av tillgången på livsmedel och åkerns produktionsförmåga. När åkerns bördighet avtog ledde detta till livsmedelsbrist, ökad kortsiktig rovdrift, och slutligen svält och katastrof. Orsakerna har varit flera. I områden med avancerade bevattningsjordbruk ledde försaltning och försumpning till minskade skördar. Av kilskriftstavor, som bevarats till eftervärlden, framgår hur det gamla mesopotamiska riket gick under i takt med avtagande skördar och tilltagande livsmedelsbrist.²⁶ Inom Medelhavsområdet var det avskogning och överbetning som ledde till förlusten av bördiga odlingsområden, vilket före gick romarrikets undergång. Och idag breder ökenområden ut sig över tidigare odlingsbar mark – ett resultat av mänskligt överutnyttjande.

Historien lär oss både hur vi genom felaktigt brukande utarmar själva resursbasen, den odlingsbara jorden, men ger oss också exempel på motsatsen. Vi kan öka Jordens "bärkraft" – dess förmåga att försörja sig. Historien bjuder oss exempel på båda riktningarna och kan ge oss kunskap för vårt framtida vägval.

²⁶ Furuhausen, H. 1978. Bröd och Skådespel, Nordstets.

ODLANDETS HISTORIA – FRÅN SVEDJE- JORDBRUK TILL DAGENS BRUKNINGS- FORMER

Det var växtföljderna med baljväxter och väl fungerande näringskretslopp mellan växtodling och djurhållning som gjorde undret möjligt – Sverige lyckades vända svält till en tryggad matförsörjning, trots en snabbt ökande befolkning. Produktionen av kött, mejerivaror och brödsäd flerdubblades. Hur var detta möjligt innan konstgödsel och bekämpningsmedel fanns?

Med eldens hjälp öppnades naturmark för både åker och äng. Med hackan och årdret bereddes sedan odlingsmarken.

Genom odlingen förändrar vi naturmarken och gör om den till kulturmark. Därmed bildas ett kulturlandskap med öppna fält, betade marker osv. I och med att vi sätter hackan, spaden eller plogen i jorden, börjar förändringar av själva jordmånen. En större tillgång på luft, i samverkan med värme och fuktighet, ökar mikroernas andning och omsättningen av organiskt material. Frigörelsen av organiskt bundet kväve tilltar och mer växtnäring blir tillgänglig. Ökad tillväxt leder också till mer organiskt material, som efterhand bryts ner och återförs till systemet. Det biologiska kretsloppet mellan mark och växter intensifieras samtidigt som själva matjordslagret fördjupas genom den omblandning bearbetningen innebär.

Odlandet håller marken fri från flerårig vild växtlighet av gräs, örter, buskar och träd som följer efter varandra om marken lämnas orörd – sett ur ett ekologiskt perspektiv – i ett ungt utvecklingsstadium (successionsstadium) där den biologiska omsättningen och produktiviteten är hög. Samtidigt är systemet mindre mångsidigt och med monokulturer med bara några få typer av odlingsväxter som följer efter varandra, blir det mer sårbart.

Redan under stenåldern bedrevs svedjebruk i Norden. Skördarna blev stora de första åren. Den "askjord" man fick var näringsrik och näringsämnen lättillgängliga för växterna. Men eftersom man inte återförde växtnäring i form av gödsel eller växtmaterial, utarmades jorden snabbt, varför man var tvungen att svedja ny mark. Ett skonsamt svedjebruk med återbeskogning var möjligt i områden med en ännu gles befolkning. Under denna tid var åkerbruk och djurhållning ännu skilda åt.

”

I och med vi sätter spaden,
hackan eller plogen i jorden
så förändrar vi.



De idisslande husdjurens förmåga att förädla grovfoder blev basen för livsmedelsförsörjningen.

Mycket odlingsmark i världen har gått förlorad för att man överutnyttjat marken genom svedjning. Vind och vatten har här fört bort de sista resterna av återstående näring och organisk substans.

Slåtterjordbruket – äng var åkers moder

Betesdjuren som kan leva av det som vi inte kan äta, gräsvegetation och även löv av buskar och träd var en grundläggande förutsättning, för att tidigare människor skulle kunna kolonisera och överleva i Norden. Under tidsperioden 1 800 f Kr – 500 e Kr ägde en kraftig klimatförändring rum i Norden. Vintrarna blev längre och kallare, och kraven ökade på förvaring av tillräckligt med foder över hela vintern. Bondgården byggdes ut med fähus och lador. Människors överlevnad under det långa vinterhalvåret, krävde ett omfattande arbete med skörd och lagring. Under några få sommarmånader skulle tillräckligt mycket skördas, för att täcka hela årets behov av mat och foder åt människor och de viktiga husdjuren.

De idisslande husdjurens (kor, får och getter) förmåga att förädla grovfoder blev basen för livsmedelsförsörjningen. Under vintern levde man på vad som samlats i ladorna, till en stor del av djurens alster och slakt. Vid fähusen anhopades under vintern den gödsel djuren avlämnade. Den kunde sedan spridas på de små åkertegarna runt byarna där man odlade brödsäden. Sålunda var djurhållningen också grunden för säden man bakade bröd av.

Bortom åkermarken låg slåttermarken, vilken gav vinterfoder och via djuren och gödseln gav växtnäring till åkern. Det är härifrån det gamla uttrycket "äng är åkers moder" kommer. Förhållandet mellan åkern och ängen var viktigt för att odlingssystemet skulle bli uthålligt. Slåtterängen var i allmänhet flera gånger större än åkern och bortom slåtterängarna, ibland långt från gårdarna, låg sommarbetena där djuren drevs i vall.

Ängens baljväxter och trädens löv gödslade

Ängsmarkerna fick sin kvävförsörjning genom vilt växande baljväxter som olika klöverarter, vicker, gulvial, kärringtand. Kalium, fosfor och andra näringsämnen, det biologiska livets viktiga spårämnen, blev tillgängliga genom markvittringen och här spelade ängarnas lövträd en viktig roll genom sitt mer omfattande rotsystem. Träden tog upp näring, som transporterades genom trädet till löven, varefter marken blev "gödslad" när träden fällde sina löv på hösten.

Detta odlingssystem tycks ha fungerat väl under en lång tid, trots att växtnäring ständigt transporterades bort från slåttermarken som gav

foder till djuren. Växtnäring bortfördes från ängsmarken och anrikades hos djuren där den mesta växtnäringen åter utsöndrades i gödsel och urin och slutligen spreds på åkertegarna närmast byn där brödsäd och rovor odlades. Detta flöde från ängsmarkerna via djuren till åkermarkerna var möjligt så länge åkerarealen var liten i förhållande till arealerna med ängsmark (Figur 15).

Slåtterbruket med djurhållning möjliggjorde ett mer uthålligt jordbruk än svedjebruket. Ett samband skapades mellan djurhållningen och växtodlingen, även om själva markanvändningen (åker och äng) fortfarande var uppdelad. En av människan reglerad samverkan utvecklades mellan människa, mark, växter och djur. Slåtterjordbruket verkar ha klarat folkförsörjningen väl, så länge befolkningsantalet inte var för stort och ny mark kunde uppodlas.

Parallellt med slåtterbruket bedrevs också svedjebruk, antingen på tillfälliga åkertegar som öppnades i skogen, lyckor kallades de, eller i samband med uppodling av ny mark. I t.ex. Savolax i Finland hittar man i skogsmarkerna stenrösen från den tid då markerna svar svedjad och röjd åker ännu i början på 1900-talet.

Allt eftersom befolkningen ökade så ökade också betestrycket och markutnyttjandet för skörd av vinterfoder åt husdjuren. Alltför intensiv ängsslåtter utan möjlighet till gödsling, leder så småningom till en ökad utarmning av ängsmarken och begränsning av fodertillgången satte gränser för hur omfattande djurhållningen kunde bli. Behovet av mer mat till en ökande befolkning ledde till en tilltagande utarmning av landskapet. Gödsel från husdjuren var en begränsande resurs. Den räckte inte till för en ökad uppodling av åker, något som då blev på ängsarealens bekostnad. Djurantalet och den gödsel djuren producerade begränsades i sin tur av tilltagande brist på foder. Utnyttjandet av skog för att svedja ny mark begränsades också av skogsbrukets intressen i ett land som Sverige. Framställningen av träkol var här av vital ekonomisk betydelse för järnframställningen. Den ålderdomliga skiftesindelningen med små spridda jordlotter runt byarna försvårade också införandet av mer rationella brukningsmetoder. Åkerarealen i Sverige var vid denna tid ca 800 000 hektar, medan ängs- och slåttermarken uppgick till ca 2 miljoner hektar.

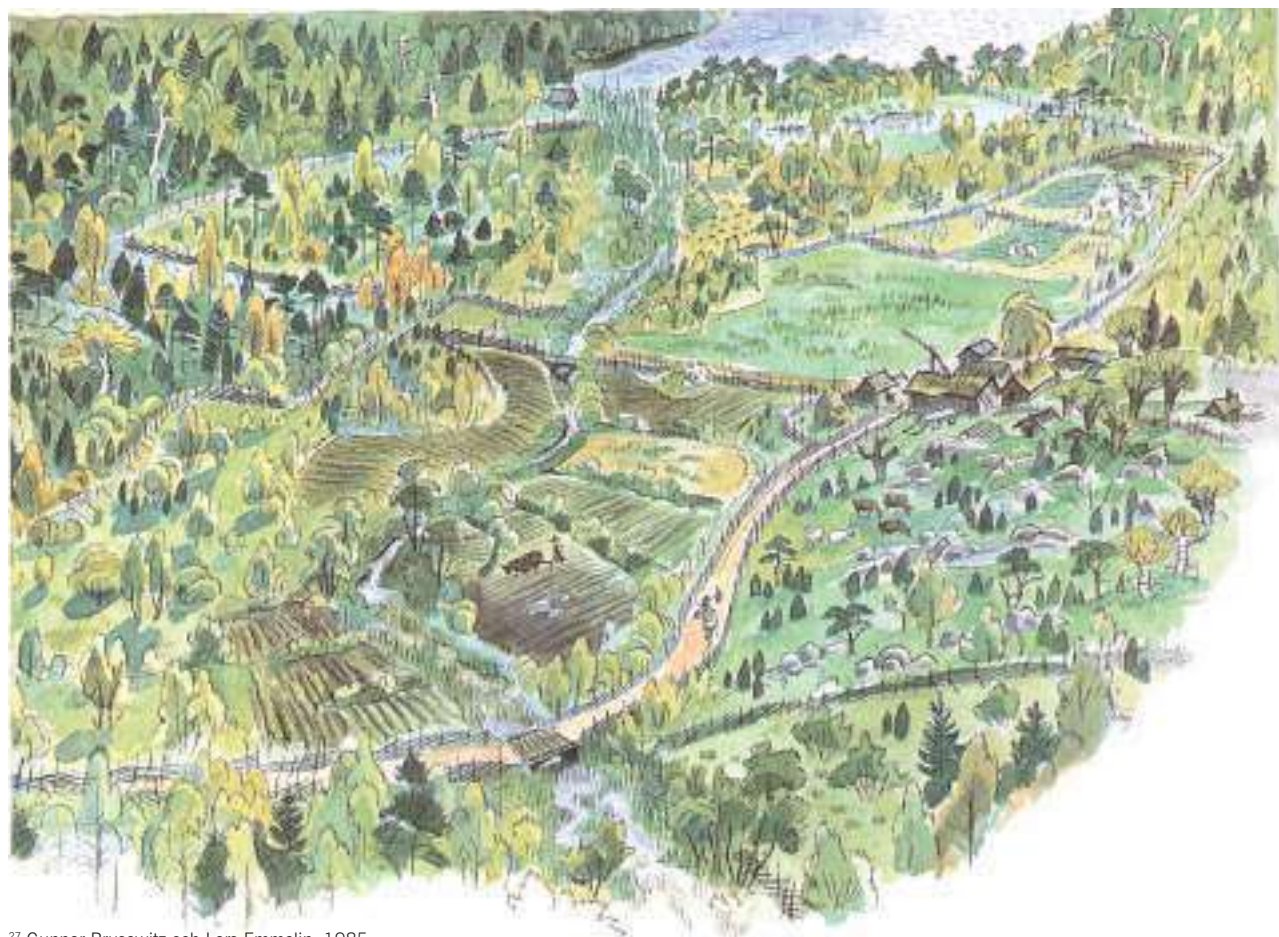
”

Behovet av mer mat till en ökande befolkning ledde till en tilltagande utarmning av landskapet.

Figur 15. På de av Brusewitz och Emmelin (1985) dokumenterade landskapsbilderna från ett område i Roslagen, kan man följa jordbrukets vidare utveckling²⁷. Bofasta bybildningar utvecklades i slutet av bronsåldern (ca 800 f. kr) när klimatet blev kallare. Det möjliggjordes tack vare betesdjuren och kultiverandet av naturmarken med beteshagar och ängsslåtter som gav vinterfoder. Djuren

gav mjölk, kött och gödsel. Endast en mindre del av arealen plöjdes upp som åker. Användning av den under vintern ansamlade gödseln till att gödsla åkrarna gjorde det möjligt att odla samma mark år efter år, med avbrott för träda vart tredje eller fjärde år. Åkern göddes på ängsmarkens bekostnad. En utarmning av ängsmarken skedde, när foderproduktionen på ängsmarken begränsades av tillgången

på näringsämnen i marken. Storleken på skördarna från ängsmarken, som också inkluderade skördar från busk- och trädvegetation (hamling), samt myrslåtter begränsade tillgången på foder och gödsel och begränsade därmed också jordbrukets försörjningsförmåga samtidigt som befolkningen växte. Bild: Gunnar Brusewitz



© Gunnar Brusewitz/BUS 2012

²⁷ Gunnar Brusewitz och Lars Emmelin, 1985.

Det Föränderliga landskapet: utveckling och framtidsbilder. LTs förlag. Stockholm.

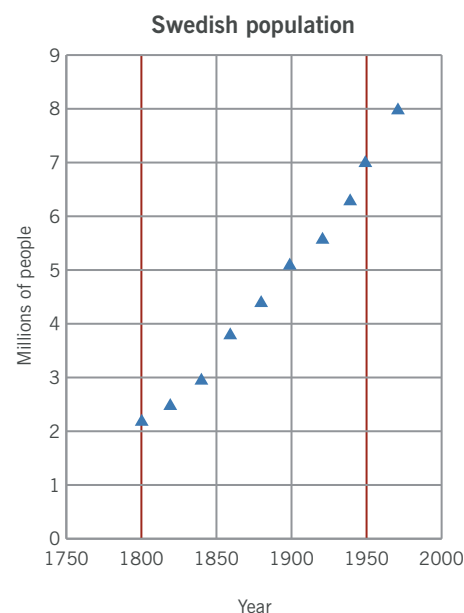
Baljväxter stoppade svälten

Slåtterjordbruket ersattes av växtföljdsjordbruket, som innebär att man växlar mellan närande och tärande grödor på en och samma åker. Ett exempel: år 1 havre med insådd av vall med klöver och gräs, år 2 vall, år 3 vall, år 4 vall, år 5 höstvet, år 6 rotfrukter. Med den klöverrika vallen bygger man upp mull-, närings- och kväveförråden i marken innan man odlar de krävande spannmålsgrödorna. Till odlingen av näringskrävande grödor som brödsäd och rotfrukter gavs stallgödsel. Vallgrödorna närde såväl marken som husdjuren från vilka man fick både kött och mjölk samt den viktiga stallgödseln tillbaka till åkern. Det fanns många variationer på växtföljdens utformning beroende på jordar, lokala odlingsbetingelser och odlarens skicklighet. Ärtor och bönor i växtföljden ökade både foderkvaliteten och bidrog ytterligare till kväveförsörjningen. Mellan åren 1800 och 1950 ökade Sveriges befolkning trots utvandringen från 2,3 till 7 miljoner människor – en 200-procentig befolkningsökning på 150 år (Figur 16). I Finland steg befolkningen under samma tid från 1 miljon till 5 miljoner människor. Liknande befolkningsökningar pågår också nu, men i andra delar av världen och försörjningskrisen skulle kunna lösas på motsvarande sätt som då skedde här i Norden – långt innan kemiska bekämpningsmedel och konstgödsel började användas.

Ännu under slutet av 1700-talet svält människor ihjäl i Sverige, när skördarna slog fel. Det var införandet av växtföljdsjordbruket, med baljväxtvallar som gjorde det möjligt att vända svält till en tryggad matförsörjning åt en samtidigt ökande befolkning. Produktionen av kött, mejeriprodukter och brödsäd flerdubblades. Sverige blev till och med exportör av jordbruksprodukter i början av 1900-talet. Det är angeläget att kunskapen om hur detta var möjligt – innan konstgödsel och bekämpningsmedel infördes i jordbruket – får en ökad spridning och blir en del av lantbruksutbildningen för att världen ska kunna möta en framtid med allt mer knappa resurser.

Klöver kunde djuren föda och åkern göda

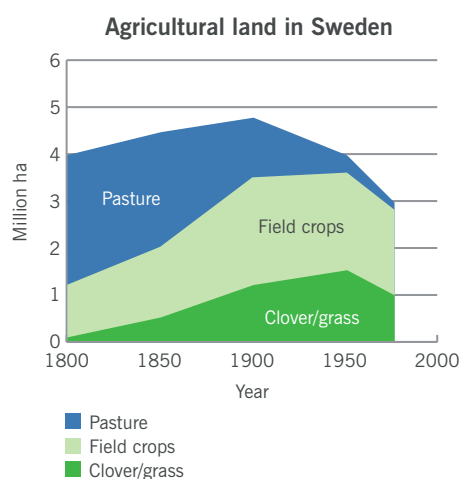
En odlad klövervall kan fixera upp till 200 kg kväve per ha ur luften tack vare symbiosen med baljväxtbakterierna och ge skördar som är tre till fyra gånger högre än vad den gamla slåtterängen kunde ge (Figur 17 och 18). En vall med lusern kan fixera 300 kg kväve per ha på därför lämpliga jordar och vid god nederbörd. Det är bara baljväxterna i jordbruket som har den unika förmågan att med hjälp av bakterier, som de lever i symbios med, binda så stora mängder kväve direkt ur



Figur 16. Sveriges befolkning ökade från 2,3 miljoner till 7 miljoner mellan år 1800 och 1950 innan storskalig användning av konstgödsel och kemisk bekämpning infördes i jordbruket.



Figur 17. Förstaårsvall med en blandning av röd-klöver och gräs samt en försöksruta med enbart gräs på Skilleby försöksgård i Järna. Vall med en blandning av klöver och gräs ger en mångdubbelt högre skörd än enbart gräs utan någon kvävefixering. Foto: Artur Granstedt.



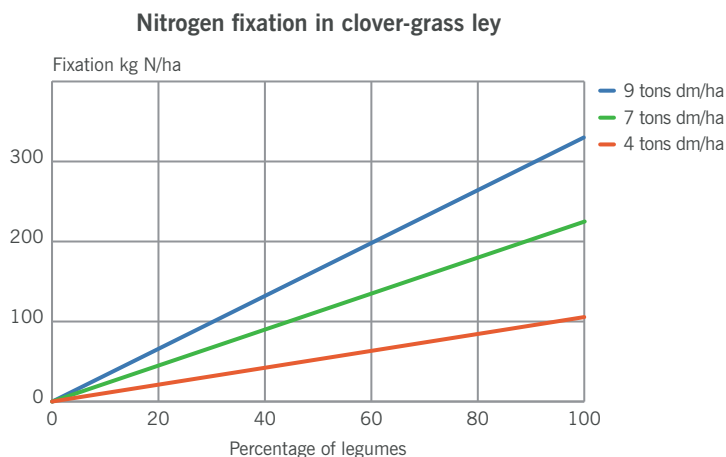
Figur 19. Jordbruksproduktionen kunde mångdubblas tack vare att åkerarealen med kvävefixerande vallbaljväxter (klöver och på vissa jordar lusern) ökade – på den forna ängsarealens bekostnad.

luften. Baljväxter som klöver och lusern har dessutom djupa rötter. Dessa möjliggör också symbios med svamporganismer i marken (s.k. mykorrhiza), bidrar till frigörning av mineral ur marken genom vittringsprocesser. Vallbaljväxter som olika sorters rödklöver och lusern oftast odlade tillsammans med olika gräsarter lämpade till jorden efterlämnar en stor, näringsrik och kväveinnehållande rotbiomassa. De närmast följande grödorna i växtföljden har nytta av detta samtidigt som den långsiktiga bördigheten i marken ökar. Det är förklaringen till den agrara revolution, som här tog sin början. Åkermark med mångsidiga växtföljder och med baljväxtvallar som en viktig del, bredde snabbt ut sig på den gamla ängens bekostnad (Figur 19).

Större och bättre foderskördar till djuren innebar mer kött och mjölk från djuren och samtidigt också mer djurgödsel till jorden, som i sin tur gav högre skördar av åkergrödor som räckte till mat åt allt fler människor. Baljväxternas betydelse för markens produktionsförmåga var välkänd av kineserna redan för 7 000 år sedan liksom också senare i Medelhavsområdet under romartiden. Den store romerske diktaren Vergilius under Kejsar Augustus prisar baljväxternas förmågor, kunskaper som synes delvis ha fallit i glömska under medeltiden. Men odlingen av klöver och lusern ökade i Europa redan under 1600- och 1700-talet. Vid introduktionen i Norden köptes till en början klöverfrö in söderifrån och tekniken med odling och rensning av klöverfrö var ett viktigt steg i utvecklingen. Linné talade visserligen redan om fördelen med att så ut ängsfrö som ansamlades på botten av bondens lador. Men här gällde det att kunna rensa fram just klöverfrö till det som ursprungligen kallades för kulturäng.

Grödor med olika krav på näring, olika djupa rotsystem och olika egenskaper i relation till ogräs, skador och sjukdomar följde efter varandra i växtföljdsjordbruket som också kallades för växelbruk eller rotationsjordbruk. Den fleråriga vallen med baljväxter var närande i växtföljden, medan övriga grödor var tärande då de tärde på markens humus- och näringsförråd. Balansen mellan närande och tärande grödor var viktig. Rotfrukterna fick allt större betydelse, eftersom de gav hög skörd, hade högt näringsvärde och möjliggjorde radhackning mot ogräs. Potatisodling som kom till Europa först på 1700-talet framhålls gärna som mycket betydelsefull för folkförsörjningen under 1800-talet. Men den hade inte varit möjlig utan rik tillgång till stallgödsel, som i sin tur hade sin grund i den ökande djurhållningen baserad på ökande fodertillgång och som ytterst byggde på baljväxternas fixering av luftkvävet. Allt måste ses i ett sammanhang.

²⁸ Granstedt, A & Baeckström, G (2000) Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 15:2:68-78



Vallodling med klöver och eller lusern försörjer efterföljande grödor med kväve på tre sätt. När vallen skördats som foder till djuren kvarlämnas på åkern skörderester och rötter. Denna organiska biomassa ackumuleras under flera år fram till dess att vallen plöjs. Viss nedbrytning av det efter vallen kvarlämnade materialet sker även under vallgrödans livstid (i allmänhet 2–3 år) men framför allt efter vallbrott. Då frigörs en del av den växtnäring som ackumulerats i stubb och rötter genom det som kallas för mineralisering och mängden av framför allt den kväve som frigörs, är beroende av dels mängden nedbrukat biomassa, dels förhållandet mellan kol och kväve. Resterande del av skörderesterna går in i själva humusbildningen och har en avgörande betydelse för underhåll och uppbyggnad av markens mullförråd. Ett mångårigt forskningsarbete på detta har genomförts i Sverige och Finland under ledning av författaren. Det tredje sättet på vilket baljväxtvallen bidrar till övriga gröders växtnäringsförsörjning är via djurhållningen. Det mesta av växtnäring i vallen omsätts i djurens ämnesomsättning och avgår ifrån djuren. Djurens gödsel och urin kan fördelas till olika grödor i växtföljden med hänsyn till grödornas behov. Allt detta finns utförligt redogjort i de läroböcker som finns i ekologiskt Lantbruk²⁹.

Utskiftningen en revolution i jordbruket

Det var till en början de stora godsen i Europa och i länder som Polen som hade kunskaper, och resurser att skapa de erforderliga förändringarna. En välkänd föregångare i Sverige var Rutger MacLean på Svaneholms gods, som under stora protester rev ner byarna och flyttade de underlydande gårdarna ut över godsets ägor. Gårdsenheter skapades med bo-



Figur 18. Förstaårsvall med en blandning av röd-klöver och gräs på Skilleby försöksgård i Järna²⁴. En grävd markprofil gör det möjligt att studera rotutvecklingen i matjorden (0–20 cm) och ner i den underliggande alven samt de små knölar (s.k. noduler, den uppförstorade bilden till vänster) i vilka de kvävefixerande bakterierna finns. Symbiosen innebär att växten tillför bakterierna energirik näring i utbyte mot det ammoniumkväve som växten tillgodogör sig. Energin kommer från solen vars ljusenergi absorberas av bladens kväverika klorofyll. Genom fotosyntesen bildas de energirika kolhydrater, som baljväxtbakterierna utnyttjar för den energikrävande kvävebindningen. Vi har här ett viktigt exempel på de ömsesidigt betingade naturprocesser som gör livet möjligt. Foto: Artur Granstedt

²⁹ Granstedt, A (ed.) (1998) Ekologiskt Lantbruk: Fördjupning [Organic agriculture: in depth]. LT Förlag; Bachinger, K. S. (editor) (publishing 2013) Guide Book in Conversion to Ecological Recycling Agriculture. BERAS implementation.



© Gunnar Brucewitz/BUS 2012

År 1900

Figur 20. Människan griper in och förändrar natur och landskap för att klara sin överlevnad på jorden. Historien visar hur vi människor kortsiktigt kan förbruka den resursbas vi skulle behöva för framtiden, men också hur vi kan förädla densamma. Från den ursprungliga byn ser vi nu efter skiftesdelningen tre gårdar, var och en med sin växtföljd i vilken de symbiotiskt kvävefixerande baljväxterna utgör en viktig del. På varje gård fanns djur anpassade till den egna foderproduktionen vars gödsel och växtnäring återfördes till åkern. Den plöjda åkern, kultiverade ängsmarken och skogsmarken är här väl anpassade till försörjning av husdjuren med foder och människorna med mat baserade på de lokala förutsättningarna. Bild: Gunnar Brusewitz

ningshus och ekonomibyggnader och djurstallar omgiven av tillhörande åkrar. De ändrade brukningsmetoderna med växtföljder (växelbruk) och ökad odling av vallbaljväxter sammanfaller i tiden med skiftesreformer, då byarna sprängdes även för de självägande bönderna och gårdarna flyttades ut i odlingslandskapet. I Sverige genomfördes enskiftet 1803–1827 följt av laga skifte 1827–1928. De utskiftade gårdarna fick större sammanhängande brukningsytor såsom framgår av Brusewitz' bilder från ett litet område i Roslagen, där man också ser hur den tidigare ängsmarken blev till åker. Av bilden framgår hur varje gård är omgiven av skiften med baljväxtvallar (grönt) och spannmålsgrödor (gult), som växlade plats med varandra i det som kallades för växelbruk. Brukandet blev individuellt i stället för beroende av byalagets beslut, som gällt tidigare. Förändringen i Sverige började i de södra landskapen, kom senare till Mellansverige och slog först så småningom igenom i norra Sverige.

I Danmark bibehölls mer av den ursprungliga bystrukturen liksom vi också kan se i övriga Europa. Men gårdarnas åkerarealer sammanfördes även där till större sammanhållna skiften. Klöverodlingen infördes i allt mer ökande omfattning i Danmark redan under 1700-talet, och bidrog på

ett avgörande sätt till att förändra en fattig landsbygd med utarmade jordar. Det som skedde finns väl dokumenterat av Kjaergaard i en välgjord eko-historisk avhandling (1994)³⁰. Kulturängen med klöverodling och lusern utvecklades ännu tidigare i södra Europa. I Sverige dokumenterades vallodlingens och växtföljdernas utveckling och betydelse för jordbruket av Hugo Osvald (1964) som var rektor för Ultuna Lantbruksinstitut³¹.

Den agrara revolution som inleddes under 1800-talet och pågick ett stycke in på 1900-talet var förenad med en imponerande teknikutveckling. Bättre redskap och starkare hästar togs i bruk. Tidigare obrukbar mark – t.ex. styva lerjordar – kunde därmed odlas upp. Täckdikningen var av stor betydelse för en mer rationell drift och för att förbättra markernas produktionsförmåga. Stora sjösänkingsföretag genomfördes och våtmarker dikades så att nya humusrika marker kunde odlas upp. Inblandning av sand, lera och torv till näringsfattiga humusjordar förbättrade det allmänna växtnäringstillståndet. Det gjorde också mörkningen, som innebar att man spred ut kalkrik jord på åkrarna. Kalium och fosfatgödsling användes i ökad utsträckning och ökade skördarna kraftigt på de näringsfattiga mossjordarna i början av 1900-talet. Odling av rena mossjordar var emellertid en övergående företeelse till följd av bortodling. Avelsarbete, mejerihantering och byggverksamhet bidrog till utvecklingen och skapade också arbetstillfällen på landsbygden.

Djurhållningen utvecklades genom ett målmedvetet avelsarbete så att produktionen ökade av både kött och mjölk baserat på den ökade fodertillgången. Utvecklingen av mejerihantering, slakterier, rationell spannmålshantering och kvarnverksamhet på de större gårdarna och i privat regi samt bildandet av producentkooperativ bidrog också till folkförsörjningen.

Så spreds kunskapen

Allt detta var förenat med en betydande kunskapsutveckling, först på de stora godsens, herrgårdarna under 1800-talet och slutligen bland alla småbönder under tidigt 1900-tal. I Sverige var det den dåvarande kronprinsen Karl Johan (senare kung Karl den XIII) som år 1813 instiftade den Kungliga Svenska Lantbruksakademien med syftet "att uti landets egen naturs förmåga söka grunden till landets självbestånd". Lantbruksakademien bedrev omfattande försöksverksamhet på experimentalfältet utanför Stockholm, där de nya jordbruksmetoderna utvecklades. Ett lönsamt mönsterjordbruk drevs här och nya redskap, växtslag, odlingsmetoder, djurraser och utfodringssätt provades. Rönen spreds genom under-



Den agrara revolution som inleddes under 1800-talet och pågick ett stycke in på 1900-talet var förenad med en imponerande teknikutveckling.

³⁰ Kjaergaard, T., 1994. The Danish Revolution 1500 – 1800. An Ecohistorical Interpretation. Cambridge University Press, UK.

³¹ Osvald, H., 1964. Vallodling och växtföljder, uppkomst och utveckling i Sverige.



Aldrig, vare sig tidigare eller senare, har vi i Sverige haft ett så högproduktivt jordbruk baserat på huvudsakligen egna och förnyelsebara resurser.

visning, demonstrationsförsök och publikationer av hushållnings-sällskapen ute i landet. Akademien var mötesplatsen för allt detta kun-nande och där delades pris ut till särskilt duktiga bönder för utvecklings-insatser inom jordbruket.

I början av 1900-talet hade den gamla ängsmarken nästan helt för-svunnit och ersatts av kulturbeten och slåttervallar på åkern. Att ha ängs-mark för slåtter var ett bruk som upphörde nästan helt. De återstående ängsmarkerna fick mer karaktär av tillskottsmark för beten åt ungdjur och kalvar under sommaren.

Kretslopp på varje gård

En förutsättning för det här beskrivna jordbruket var, att varje gård hade så mycket djur som man själv hade foder till. Det allra mesta som odlas var då som nu djurfoder, med den skillnaden att då kom gödseln med alla viktiga näringsämnen tillbaka till marken på varje gård i ett ständigt kretslopp. I början av 1950-talet upptog klövervallen ca 40 procent av arealen i Sverige och situationen var likartad i övriga Norden. En omväx-lande växtföljd med den närande klövervallen, fodergrödor, brödsäd och rotfrukter, vilken var integrerad med djurhållningen, gjorde det möjligt att uppnå en mycket hög produktion med de sorter och den teknik som då användes. Utöver att försörja en befolkning på sju miljoner människor med mat, försörjde jordbruket 500 000 hästar med foder. Dessa svarade ännu på 1950-talet för den huvudsakliga dragkraften i jordbruket.

Fram till 1950 var inköpen av energi och gödselmedel ännu blyg-samma. Hittills hade endast tillförsel av mineralgödsel som kalium och fosfor förekommit på vissa jordar, medan kvävet huvudsakligen häm-tades direkt ur luften genom baljväxterna. Aldrig, vare sig tidigare eller senare, har vi i Sverige haft ett så högproduktivt jordbruk baserat på huvudsakligen egna och förnyelsebara resurser. Jordbruket och senare de lokala produktionsföreningarna svarade också fortfarande för en be-tydande del av förädlingen av livsmedelsprodukterna baserad på lokala resurser. I storleksordningen en fjärdedel av befolkningen var sysselsatta i jordbruket ännu 1950.

I Sverige var Edward Nonnen en av pionjärerna, vilken man först skrattade åt, när han anlade sina stora klöverodlingar ("Nonnens bloms-terodlingar") på godset Degeberga i Västergötland som ursprungligen var starkt nedgången, men vars produktion sedan blev en förebild. Sveriges första lantbruksinstitut med både en lägre och en högre utbildning grundades här 1870, en verksamhet, som senare övertogs av Ultuna

lantbruksinstitut och i nästa steg Ultuna lantbrukshögskola och slutligen Sveriges Lantbruksuniversitet.

Lantbruksprofeten Per Jönsson Rösjö skrev och gav ut råd och anvisningar, reste runt i hela Sverige och höll föreläsningar och drev bildningsverksamhet bland landets alla småbönder. Hans paroll var "Boken och plogen". När inga andra lokaler stod till buds, öppnades kyrkorna för hans jordbruksförkunnele. Hans småbrukarskola möjliggjordes genom en nationalinsamling och slutligen lyckades han få ett årligt statligt stöd till sin verksamhet, som också omfattade försöksodlingar för demonstration och undervisning. Hans arbete fördes vidare under 1900-talets början av ett flertal lärjungar varav en av de mest kända var Nils Larsson i Dala som arbetade som lärare, rådgivare och författare för jordbrukets renässans där människans och jordens förkovran var nära förbundna. Ännu 1950 fanns 49 lantmannaskolor i landet som årligen utexaminerade 2000 elever.

I Finland var nobelpristagaren Artturi Virtanen pionjär med att utforska baljväxternas betydelse för jordbrukets självförsörjning med kväve med hjälp av biologisk kvävefixering. Han demonstrerade detta på sitt eget jordbruk utanför Helsingfors, som han inköpte på 1930-talet, men det dröjde inte många år innan konstgödselkvävet tog över även i Finland.

Det brutna kretsloppet

Fram till mitten av 1900-talet var både växtodling och djurhållning anpassad till den egna foderodlingen på alla gårdar. Genom en ökad användning av framför allt kvävegödselmedel bröts detta tidigare nödvändiga sambandet mellan nötkreatur, vallar och spannmålsproduktion sönder. Till en början användes handelsgödsel enbart som tillskottsgödsel, men fick också i allt större utsträckning ersätta stallgödsel på de gårdar som upphörde med djurhållning. Även den biologiska kvävefixeringen började alltmer ersättas med handelsgödsel på därigenom alltmer gräsdominerade vallgårdar. Gårdar utan djur och utan vallodling blev allt vanligare, samtidigt som djurhållningen koncentrerades och blev intensivare på andra gårdar.

Vi fick en strukturomvandling med två huvudinriktningar, med olika slags ensidighet och negativa konsekvenser som följd. Den ena innebar ensidig och därigenom mer kemikalieberoende spannmålsproduktion utan vallodling (Figur 21), den andra specialiserad djurhållning.

Trots att ca 80 % av allt som odlas är djurfoder så har djuren försvunnit på flertalet gårdar och koncentrerats på allt färre specialiserade djurgårdar. Idag finns ca 50 000 yrkesmässigt drivna jordbruksföretag.

”

Vi fick en strukturomvandling med två huvudinriktningar.

Figur 21. Samma landskapsområde men nu med bilden totalt förändrad. Gårdar, hagar och djur är borta. Här är nu specialiserad spannmålsodling utan vare sig vallar eller djur och markerna utgör endast en del av en större gård. Strukturrationaliseringen efter 1950 har här gått hårt fram med sammanslagning

av odlingsmarkerna till stora gårdsenheter. Framställning och användande av konstgödsel med hjälp av fossil energi har gjort det möjligt att rationalisera bort det för folkförsörjningen nödvändiga kretsloppet av gödsel via djur och användande av baljväxter för kvävefixering. Den ensidiga odlingen av spannmåls-

grödor har lett till ökade problem med ogräs, skador och sjukdomar, som i sin tur har medfört ökad användning av bekämpningsmedel – något som fortsätter att öka idag i strid med uppsatta miljömål.



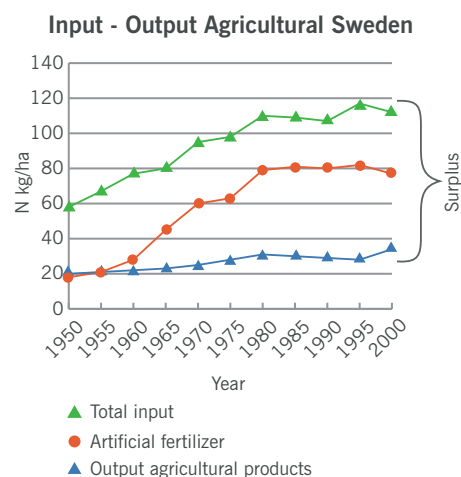
År 1985

Av dessa är ca 60 % specialiserade på växtodling utan djurhållning medan 30 % är specialiserade på djurhållning. Den totala konsumtionen av animalieprodukter ökar alltmer, men produktionen av kött och mjölk koncentreras till allt färre gårdar. Där ökar i stället mängden djur. När antalet överstiger det djurantal som gården klarar att producera foder till, köps allt mer foder utifrån, vilket innebär ett motsvarande överskott av växtnäring, som går förlorad till den omgivande miljön.

Cirkulationen av organiskt material och växtnäring har således avtagit allt mer inom de enskilda svenska lantbruken samtidigt som både tillförsel och förluster av växtnäringsämnen har ökat³².

Svinnet ökar

Användning av växtnäring i form av handelsgödsel ökade dramatiskt i det nordiska jordbruket under perioden 1950–1980 (Figur 22). I Sverige kulminerade insatsen 1980 medan det kulminerade i vårt grannland Finland först 1990. Den ökade insatsen av växtnäring har inte motsvarats av en ökad produktion av växtnäring i livsmedlen, utan skillnaden mellan tillförsel och utbyte har blivit allt större. Kväve tillförs jordbruket också i form av importerade fodermedel samt nedfall från luften och fixering av luftkväve. År 1980 tillfördes jordbruket fyra gånger mer kväve och fosfor samt åtta gånger mer kalium än vad vi fick tillbaka i de animaliska och vegetabiliska livsmedel som detta jordbruk producerade³³. Den genomsnittliga tillförseln av kalium och fosfor har därefter minskat, medan användningen av kväve fortfarande ligger på samma höga nivå. Trots att det genomsnittliga överskottet av fosfor minskat är förlusterna på en fortsatt hög nivå. Fosforöverskott fortsätter att ackumuleras på djurgårdar även om man efter årtiondens övergödning minskat fosforgödningen på spannmålgårdarna. Situationen är likartad i Finland som använder mer konstgödsel än Sverige. I Danmark är importen av växtnäring i fodermedel betydligt högre än i något av de



Figur 22. Från 1950 till 1980 ökade användningen av konstgödselkväve i jordbruket från under 20 kg per ha och år (20 kg N/ha) till 80 kg per ha och år (80 kg N/ha) och har fortsatt att ligga på samma höga nivå i dagens konventionella jordbruk. Skillnaden mellan den totala tillförseln (110 kg N/ha och år inklusive konstgödsel, importerade fodermedel, fixering och nedfall) och bortförsel i livsmedelsprodukter (30 kg N/ha och år i form av animalie och vegetabilieprodukter), belastar den omgivande miljön i form av emissioner till luften (ammoniak och lustgas) och till vatten (kväveföreningar som till en väsentlig del bidrar till övergödningen i Östersjön). Den minskade tillförseln mellan 1995 och år 2000 sammanhänger med en ökning av den ekologiska odlingsarealen till över 10% av Sveriges totala åkerareal.³⁴

³² Granstedt, A. 1995. Studies on the flow supply and losses of nitrogen and other plant nutrients in conventional and ecological agricultural systems in Sweden. *Biological Agriculture and Horticulture*, vol. 11, 51–67.

³³ Granstedt, A. 2000. Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment – experience from Sweden and Finland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 1570 (2000) 1–17. Elsevier Science B.V. Amsterdam.

³⁴ Granstedt, A., Seuri, P. and Thomsson, O. 2004. Beras report nr 2. Effective recycling agriculture around the Baltic Sea. Centrum för ekologiskt lantbruk, SLU, Uppsala.



Bilden tagen vid Stendörrens naturreservat utanför Nyköping. Foto: Helle Reder.

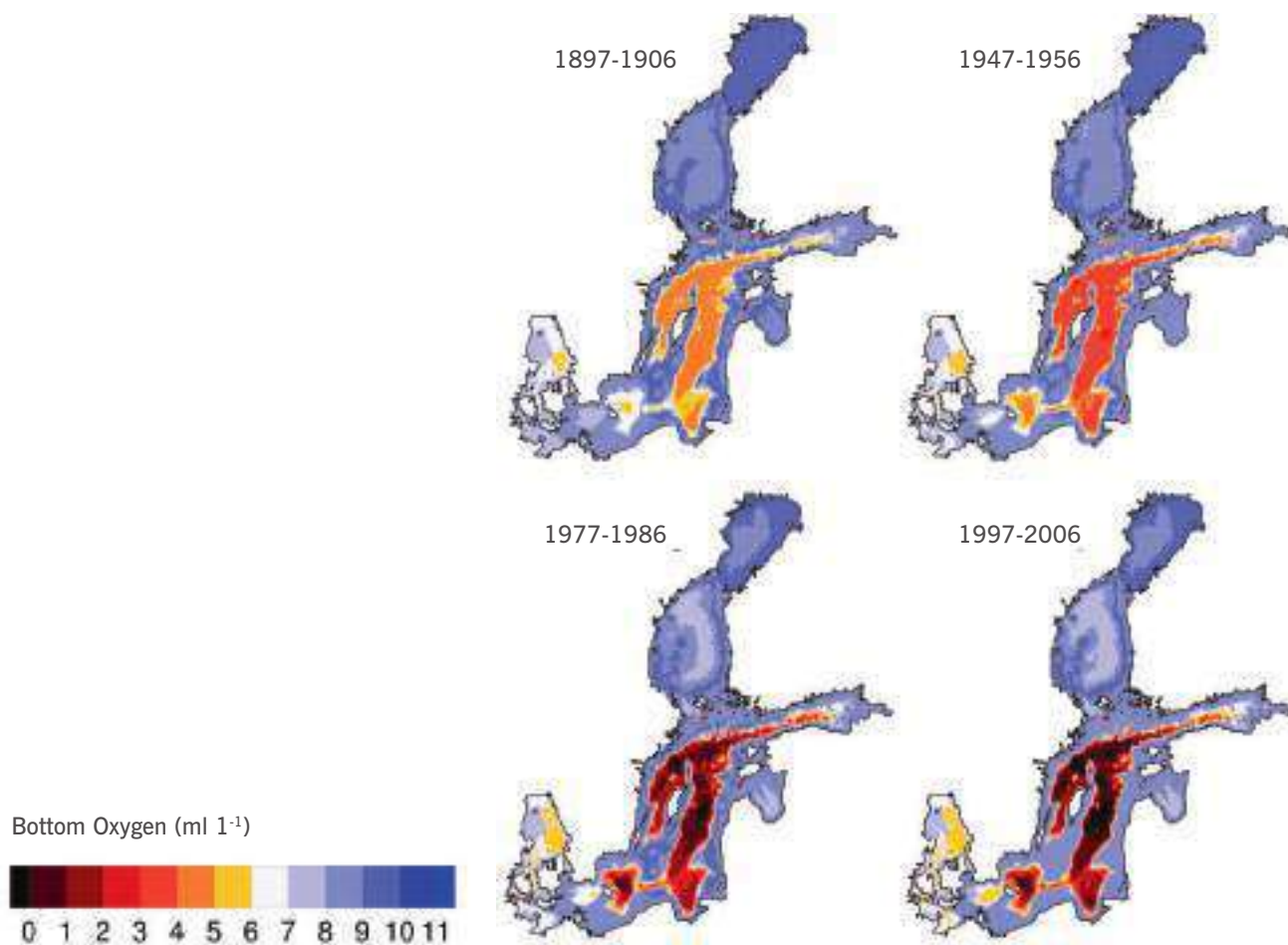
Figur 23. Kväve och fosforföreningar förs ut via vattendragen till havet och leder till en betydande tillväxt av alger, s.k. algblooming. Alger är vattenlevande organismer som inte är växter men som tillämpar fotosyntes för sin tillväxt förutsatt att betingelserna gynnar deras tillväxt som bland annat tillgång på kväve och fosfor.

övriga östersjöländerna. Mellanskillnaden mellan tillförsel och produktion av livsmedel är en förlust från agroekosystemet, jordbruket, som när det gäller ämnena kväve och fosfor belastar miljön på ett skadligt sätt. Närsaltförlusterna från jordbruket bidrar på ett avgörande sätt till att vattendrag, sjöar och slutligen havsområden övergöds – eutrofieras (Figur 24). När algmassorna bestående av mikroskopiskt stora plankton dör på hösten, förbrukas syre vid deras nedbrytning. Resultatet är syrebrist, fiskdöd och allt större arealer med döda havsbottnar (Figur 25).

Figur 24. Satellitbild av algblooming i Östersjön från sommaren 2006. (Original från NASA ställt till förfogande av SMHI).



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



Figur 25. Områden med periodvis syrefria och med permanent syrefria havsbottnar (<2 ml O/L vatten) i Östersjön (Källa: Gustavsson et al 2011³⁵).

Övriga mänskliga verksamheter som orsakar läckage av kväve- och fosforföreningar till havet är enskilda hushåll, tätorter och reningsverk (Figur 26a och b). Även skogsmark läcker kväve och fosfor i samband med kalavverkningar och skogsgödsling. Det läcker även från industrier och luftnedfall av kväveföreningar orsakas av både industrier och trafik. Fiskodlingar bidrar också till övergödningen, där dessa förekommer i öppet vatten. Eutrofieringen till följd av samhällets läckage av kväve och fosfor till havet har under de senaste 30 åren varit ett av de största miljöproblemen för Östersjöländerna, där man hittills misslyckats med att åstadkomma någon påtaglig förbättring (Figur 28a och b). Rent ekonomiskt drabbar detta såväl fisket som turistnäringarna. Till detta

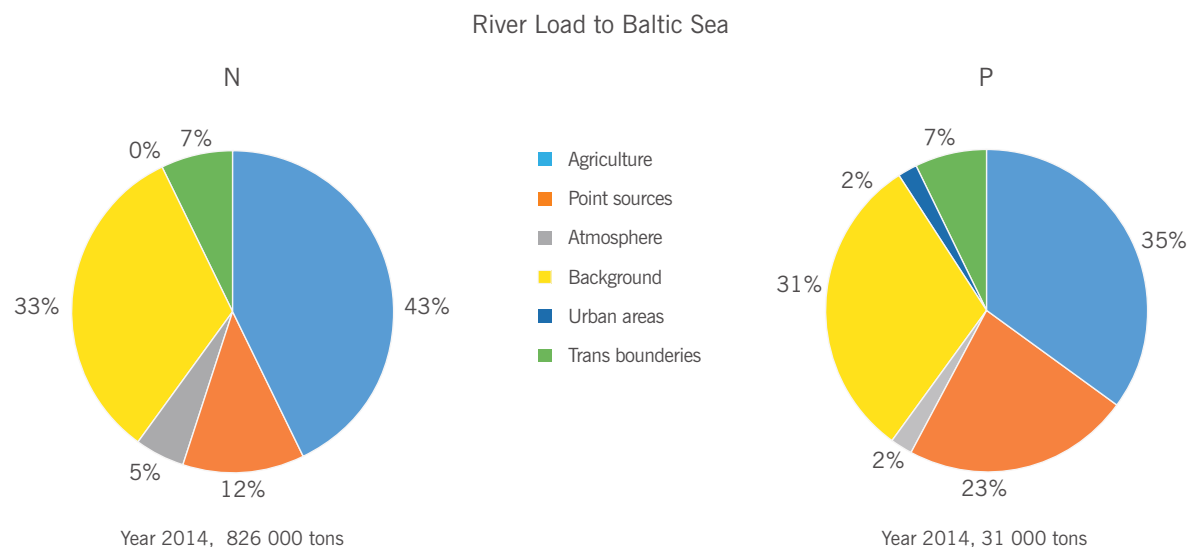
³⁵ Gustafsson B.G., Schenk F., Blenckner T., Eilola K., Meier H.E.M., Müller-Karulis B., Neumann T., Ruoho-Airola T., Savchuk O.P., Zorita E., 2011: Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850 – 2006, Ambio, submitted.

kommer den nitratförorening av grundvattnet, som förekommer inom våra intensiva jordbruksområden. Överskott av kväve i marken leder också till ökade emissioner av den starka växthusgasen dikväveoxid (även kallad lustgas). Kvävebelastningen på miljön är idag ett globalt problem både vad gäller havsmiljön och dess inverkan på klimatet.

2 av 3 gårdar försvunna sedan 1950

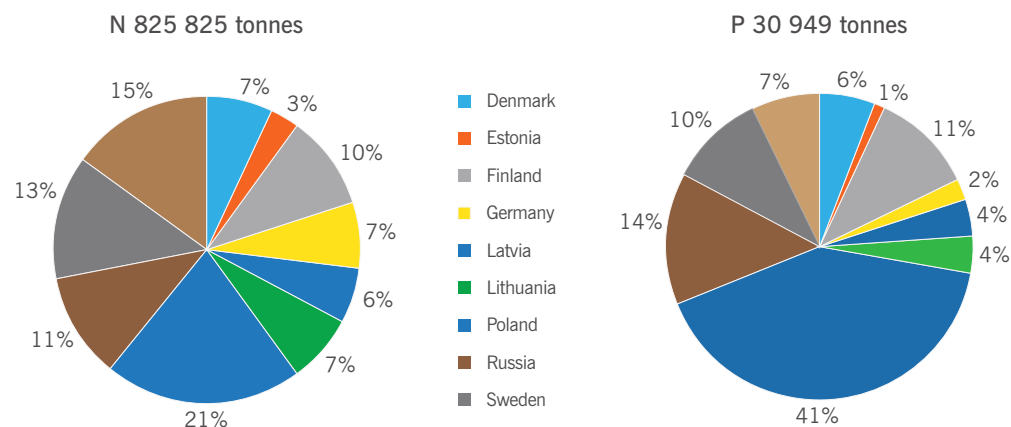
Dagens jordbruk har en ganska avlägsen likhet med det som fanns i början av 1950-talet. Framför allt lägger vi märke till avsaknaden av människor och hur landskapsbilden förändrats. Från att en fjärdedel av befolkningen var verksamma i jordbruket har andelen sjunkit så att nu bara 1,1 procent av den yrkesverksamma befolkningen är sysselsatta i jordbruket. År 1870 var 71 % av alla yrkesutövare sysselsatta i jordbruk med binäringar. Maskinerna för jordbearbetning, sådd, skörd och tröskning har gjort denna minskning av antalet sysselsatta möjlig, men också det faktum att gårdarna har lagts ihop till större enheter. Två tredjedelar av de gårdar som fanns för 50 år sedan har försvunnit och till största delen gått upp i större enheter. Samtidigt har den odlade åkerarealen minskat med nästan 1 miljon hektar.

Figur 26a och b. Källfördelning av kväve och fosfor läckaget till vattendrag till Östersjön sammanställt från HELCOM PLC rapport nr 6 2018 för år 2014: Jordbruk, punktkällor som reningsverk och industrier, nedfall från luften, naturliga bakgrundsbelastning, städer och andra länder utanför avvattningsområdet. Exkluderas den naturgivna bakgrundsbelastning kommer mer än 60 % av kvävebelastningen och 50 % av fosforbelastning från jordbruket³⁶).



³⁶ HELCOM, 2018. The sixth Baltic Sea Pollution, Load Compilation (PLC-6) Baltic Sea Environmental Proceedings No 153

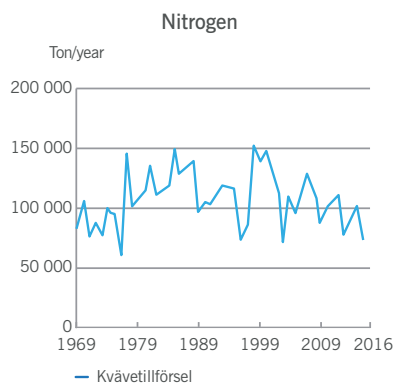
Figur 27. Den totala kväve-
fosforbelastningen inom Öst-
ersjöns avvattningsområde
samt den procentuella för-
delningen mellan länderna
beräknat från data enligt
Helcom, 2018



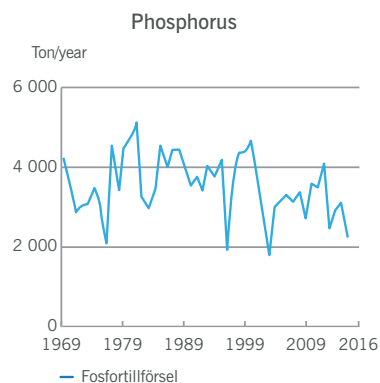
Figur 28a Tillförsel av kväve från svenska vatten-
drag till havsområden 1969–2016 (ton per år).
Ingen tydlig minskning av kvävebelastningen kan
ses under de 40 år som mätningar gjorts, trots
att både jordbrukets kvävegödsling och industrier-
nas och avloppsreningsverkens kväveutsläpp har
minskat under senare år. Delvis kan det förklaras
med en generellt ökad vattenföring under tidspe-
rioden. <https://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=130&pl=1>

Figur 28 b. Tillförsel av fosfor (år 1969–2016)
från svenska vattendrag till havsområden uttryckt
som ton per år. Ingen tydlig minskning av fosfor-
belastningen kan ses under de 40 år som mät-
ningar gjorts, trots att både jordbrukets fosforgöds-
ling och industriernas och avloppsreningsverkens
fosforutsläpp har minskat under senare år. Delvis
kan det förklaras med en generellt ökad vattenför-
ing under tidsperioden. Den vattenburna fosfor-
en som når havet kommer från olika källor. Markens
läckage av fosfor utgör en stor del av den totala
transporten via vattendrag. Stora mängder fosfor
som har lagrats i marken, grundvattnet och sjö-
arnas sediment läcker ut. Processen är kompli-
cerad, vilket gör det svårt att se direkta resultat
i form av minskade transporter till havet. <https://www.miljomal.se/Miljomalen/Alla-indikatorer/Indikatorsida/?iid=129&pl=1>

Även storleken på de enskilda fälten har ökat, genom att tidigare öppna diken har lagts med rör och täckts, medan stengårdsgårdar, rösen, åkerholmar (s.k. odlingshinder) har schaktats bort. Små orationella fält har helt enkelt tagits ur bruk och planterats med skog. Detta har bland annat resulterat i en stark utarmning av jordbrukslandskapets biologiska mångfald. En enda person kan klara av att sköta fältarbetena, där det tidigare krävdes många fler. Även ett ekologiskt välbalanserat jordbruk går att driva med avancerad maskinutrustning, som ersätter mänsklig arbetskraft och åtgärder som kan kompensera för förlorad mångfald i landskapet, går att vidta under mer rationella former.



Figur 28a



Figur 28b

JÄMNGRÖNA OGRÄSFRIA FÄLT – OM SPECIALISERINGENS FÖLJDER

Det var de nya effektivitetsmålen som ledde till dagens resursförstörande jordbruk. Jordbruket skulle specialiseras liksom det övriga näringslivet. Med hjälp av konstgödsel kunde spannmålsgårdarna klara sig utan djur. På de kvarvarande djurgårdarna ökade emellertid djurhållningen i motsvarande grad och man tvingades i allt högre grad köpa in spannmål till djurfoder. Sambandet var brutet mellan jorden, de växande grödorna och djuren.

De grundläggande problemen i dagens jordbruk hänger samman med den ökande användningen av konstgödsel och övriga kemiska insatsmedel under 1950-, 60- och 70-talen. Dessa gjorde det möjligt för jordbruken att specialisera sig och fjärma sig från ekologiska lagbundenheter. De i dag jämngöra ogräsfria fälten har en historia som vi skall se närmare på.

I Sverige formulerades klara jordbrukspolitiska mål – effektivitets-, inkomst- och produktionsmålen i 1947 och 1976 års jordbrukspolitiska beslut. Dessa riktlinjer bidrog till att forma jordbruk med dess beroende av externa resurser och dess effekter på miljön. I direktiven från regeringen till de utredningar, som gjordes inför de jordbrukspolitiska besluten, sades uttryckligen att jordbruket måste specialiseras för att vinna effektivitets- och stordriftsfördelar, på samma sätt som det övriga näringslivet. Medlen hade man i sin hand. Specialiseringen var nu möjlig att genomföra genom att man ersatte kretsloppsbasead djurgödsel med konstgödsel. Ensidig konstgödselbasead spannmålsodling, som odling av vete, korn och oljeväxter utan avbrott av vallar i växtodlingen, ledde snabbt till ökande problem med ogräs och angrepp av skadesvampar och insekter, som man endast kunde klara genom en ökad användning av kemiska bekämpningsmedel.

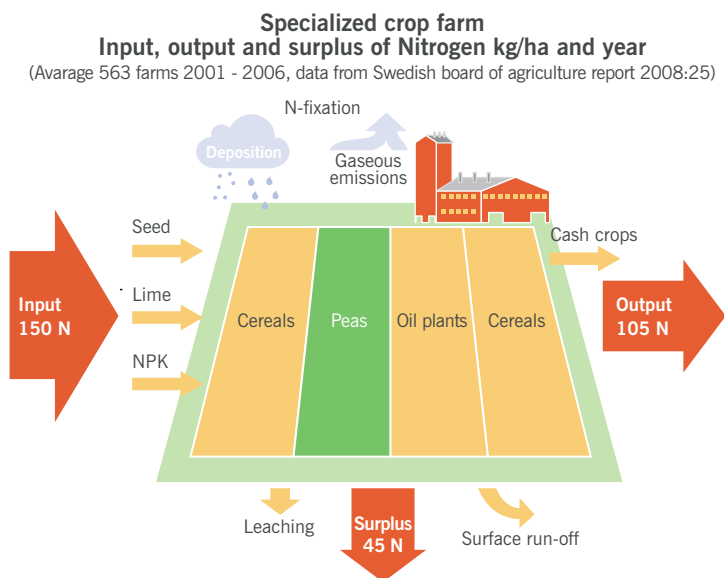
Den andra typen av specialiserade gårdar som blev färre men med allt fler djur blev samtidigt beroende av att köpa alltmer fodermedel från de nu specialiserade spannmålsgårdarna. För att ytterligare stegra produktionsnivån i djurhållningen har även importen av oljekraftfoder och sojaprotein ökat. Därmed bröt man nu sönder det samband som funnits genom odlingshistorien mellan jorden, de växande grödorna och djurhållningen.

”

Därmed bröt man nu sönder det samband som funnits genom odlingshistorien mellan jorden, de växande grödorna och djurhållningen.

I Sverige var instrumenten för struktumvandlingen prisstödet, lagstiftningen och lantbruksnämnderna, med deras medverkan när det gällde egendomsförvärv och långivning. Men även nämndernas rådgivning fick betydelse. Undervisningen vid lantbruksskolorna och lantbruksuniversitetet blev på motsvarande sätt specialiserad så att en blivande lantbrukare eller rådgivare blev inriktad antingen på någon intensiv djurproduktion som svinskötsel, fjäderfä, mjölkproduktion eller på specialiserad spannmålsodling med hjälp av konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel. Hur specialiseringen i övriga Östersjöländer gick till, behöver utforskas närmare. Det är rimligt att anta att processen var likartad i Finland och Danmark. De baltiska länderna Estland, Lettland och Litauen har sin helt särskilda historia där stora kollektivjordbruk och statsjordbruk bildades med tvångsmedel, sedan jordegendomarna konfiskerats och enskilda jordbrukare deporterats. Polens östra och södra delar behöll däremot en mera småskalig jordbruksstruktur.

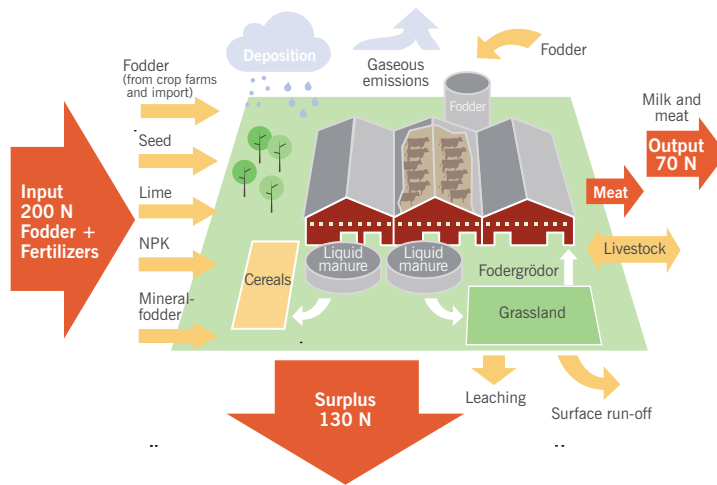
Figur 29. Växtnäringsbalansen på en genomsnittlig specialiserad växtodlingsgård. Tillförseln (input) av kväve består huvudsakligen av konstgödselkväve men också av de mindre mängder som tillförs med inköpt utsäde och nedfall ur luften. Av det tillförda kvävet på 150 kg N per ha och år bortförs (output) 105 kg i form av spannmålsprodukter medan överskottet (surplus) på 45 kg förr eller senare går förlorat till luft och vatten. Ca 80 % av spannmålsproduktionen utgörs av fodergrödor som säljs vidare till de specialiserade djurgårdarna via fodermedelshandeln.



Så uppstår skadliga näringsförluster

Att göra växtnäringsbalanser har utvecklats till ett viktigt instrument för att klarlägga flödena av växtnäring och bli medveten om hur växtnäringsförlusterna uppstår i jordbruket. Det tillämpas nu i allt större utsträckning i det svenska jordbrukets rådgivningsverksamhet i ett rådgivningsprogram benämnt 'Greppa näringen'. Figur 29 beskriver i förenklad form växtnäringsflödena på en genomsnittlig svensk spannmålsgård utan djur. Figur 30 beskriver växtnäringsbalansen på en specialiserad djurgård.

Specialized animal farm
Input, output and surplus of Nitrogen kg/ha and year
 (Average 701 dairy farms 00-06, data from Swedish board of agriculture report 2008:25)

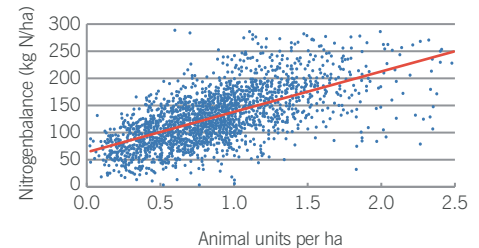


Med ökad djurtäthet per ha ökar växtnäringsoverskottet och förlusterna till den omgivande miljön, något som i slutänden drabbar sjöar och hav.

Vi kan genom dessa två exempel följa det linjära flödet. I Sverige går det ungefär två specialiserade spannmålgårdar (med lägre förluster än genomsnittet) på en mer specialiserad djurgård (med tre gånger så höga förluster som spannmålsjordbruket). Läger man ihop dessa gårdar och delar med tre så får vi nästan exakt den genomsnittliga kväveförlusten från det svenska jordbruket, vars belastning är en av de högsta inom Östersjöområdet. En större del av dessa förluster inträffar på de specialiserade djurgårdarna, men skapas redan genom konstgödselanvändningen på spannmålgårdarna, vilka via foderhandeln och fodermedelsindustrin säljer sin växtnäring vidare till djurgårdarna där de stora överskotten uppstår. Till detta kommer att djurgårdarna med de stora växtnäringsförlusterna koncentrerats till vissa regioner, i såväl Sverige som i övriga Östersjöländer. Den regionala snedfördelningen av djurhållningen till södra delen av Sverige framgår av figur 32. Det är där växtnäringssflödena koncentreras svinnet är som störst, som via vattensystemen rinner ut i Östersjön. Avstånden är alldeles för stora för att transportera gödseln med växtnäring från djurgårdarna tillbaka till växtodlingsgårdarna, varifrån växtnäringen kommer. Lokalt kan detta ske om avståndet inte är större än att transportkostnaderna understiger gödselvärdet. Alltför långa transporter av djurgödsel är ej heller lämpligt med hänsyn till miljön. En utjämning måste ske mellan djurfattiga och djurtäta områden för

Figur 30a. Växtnäringssbalansen på en genomsnittlig specialiserad djurgård. Tillförseln av kväve består huvudsakligen av fodermedel från spannmålgårdarna, men även importerade fodermedel, särskilt sojaprotein från Brasilien som därmed bidrar till det svenska överskottet och kväveläckaget. Därutöver tillförs kväve från luften genom biologisk kvävefixering på de gårdar som har vallodling och även konstgödsel, till särskilt de djurgårdar som har mjölk och nötköttsproduktion. Av det totalt tillförda kvävet på 200 kg N per ha och år bortförs 70 kg i form av animalieprodukter (kött och mjölk) medan överskottet på 130 kg förlorats till luft och vatten. Det genomsnittliga fosforöverskottet beräknades till 3 kg P per ha.

Nitrogen surplus as a function of the animal density



Figur 30b. Överskott i förhållande till djurenhet på cirka 1900 mjölkgårdar. Det föreligger ett direkt samband mellan djurintensitet (antal djurenheter, de per ha) och kväveöverskottet (kg N per ha). Med fler djur per ytenhet (ha) så blir foderinköpen från andra gårdar plus foderimporten högre och därmed blir kväveöverskottet som sprids i form av djurgödsel på åkrarna också motsvarande högre. Näringsöverskottet läcker ut i miljön istället för att återanvändas. Variationen visar att stallgödseln utnyttjas olika effektivt på olika gårdar. Källa: Greppa näringen och Jordbruksverket. (En djurenhet motsvarar en mjölkko, 6 kalvar eller tre ungdjur).



Figur 31. Spridning av flytgödsel med slang-spridare minskar ammoniakförlusterna, men inte ens den bästa teknik kan förhindra förluster om tillförseln överstiger vad grödorna kan utnyttja.

att lösa problemen med övergödningen från jordbruket. Djurtätheten skulle behöva halveras inom de djurtäta områdena. Om tillförseln av växtnäring och därmed förlusterna ska kunna minska, är grundförutsättningen att näringen kan recirkuleras och inte ansamlas till stora överskott på djurgårdar med för mycket djur och i hela regioner i landet.

Kväve

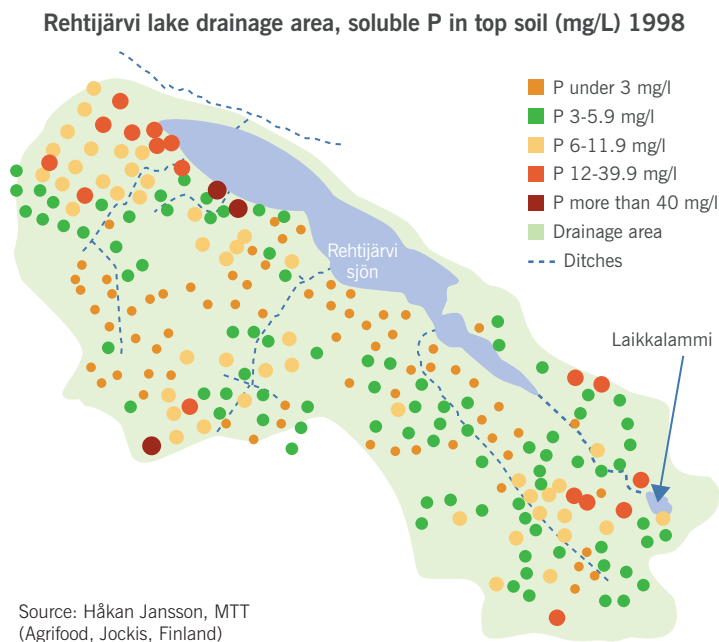
Av det kväve som tillförs jordbruket förloras ca 80 procent till omgivningen. Förlusterna sker dels i form av ammoniak och dikväveoxid (s.k. lustgas) till luften och dels i form av nitrat som förs vidare till sjöar och vattendrag. Ammoniakförlusterna från den intensiva djurhållningen (gasavgång från stallgödseln) och kväveoxider som avgår till luften återförs till en betydande del till mark och vatten som nitrater via nederbörden, och belastar slutligen också havet. Beroende på årsmånsvariationerna kan själva läckaget variera mellan åren med större urlakning vid hög nederbörd och avrinning, medan förlusterna är mindre under torra förhållanden. Den nu pågående

klimatuppvärmningen anses leda till både högre nederbörd och ökad mineralisering av tidigare organiskt bunden växtnäring i marken.

Fosfor

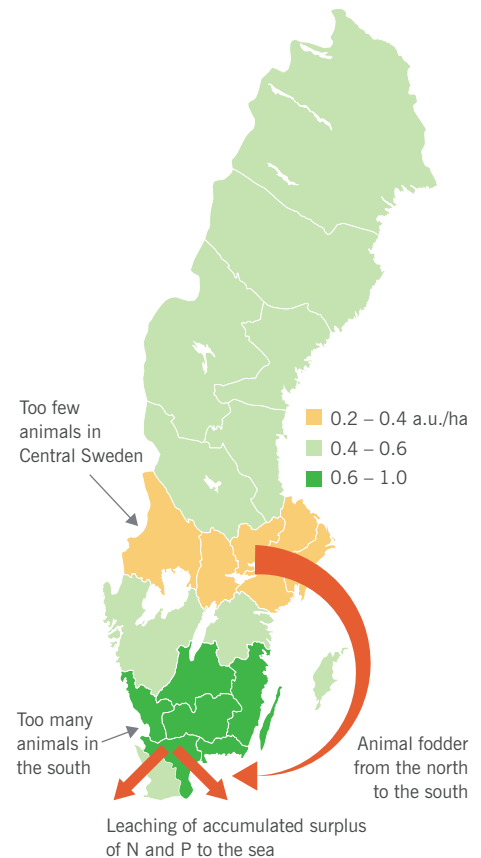
När det gäller fosfor är problembilden mer komplex, eftersom fosfor binds hårdare till marken och är mer svårörlig. Fosforföreningar sprids till sjöar och vattendrag delvis genom markerosion och bundet till markpartiklar. Det innebär att också jordtypen, arten av vegetation, jordbearbetning och spridningsteknik för stallgödsel har stor betydelse. Den årligen ackumulerande fosfor som överstiger vad grödorna kan utnyttja på djurgårdarna har emellertid avgörande betydelse för den mängd fosfor som slutligen läcker ut i Östersjön. Det hjälper inte att fosforgödslingen minskat i den specialiserade spannmålsodlingen och att fosforinnehållet i marken där är lägre.

Det här åskådliggörs i figur 33 från ett forskningsprojekt i Finland³⁹. Inom det här undersökta delavvattningsområdet visade det sig att 50 % av fosforläckaget kom från mindre än 20 % av odlingsarealen, den del av arealen där djurhållningen är koncentrerad och där fosfor årligen ackumuleras för att slutligen läcka ut i vattensystemen.



³⁸ Granstedt, A Seuri, P and Thomsson, O (2004) Effective recycling agriculture around the Baltic Sea. Uppsala: SLU, Centrum för ekologiskt lantbruk. (Beras Report; 2).

³⁹ Uusitalo, R. and Jansson, H. 2002. Dissolved reactive phosphorus in runoff assessed by soil extraction with an acetate buffer. MTT Agrifood Research Finland.



Figur 32. Regional koncentration av djurhållningen till södra Sverige där också näringsläckaget blir som störst (BERAS rapport nr 2) ³⁸.

Figur 33. Inom detta mindre delavvattningsområde som studerades i ett forskningsprojekt i Finland konstaterades att hälften av fosforläckaget kom från mindre än 20 % av odlingsarealen, den areal där den intensiva djurhållningen lett till alltför höga fosforvärden i marken (Uusitalo, 2002).

400 kvadratmil döda bottnar

Problembilden försvåras av att vi är många länder som är ansvariga för kvävebelastningen från jordbruk, reningsverk och industrier runt Östersjön. I Kattegatt är både Danmark och Sverige medansvariga. Utlakningen från jordbruksmark i Skåne och Halland svarar för mer än 80 procent av vattendragens totala kvävetransport. Medelutlakningen av kväve ligger här på ca 40 kg kväve per hektar och år, vilket skall jämföras med de ca 10 kg som utlakades vid 1950-talets slut⁴⁰. Inom det som kallas för egentliga Östersjön söder om Gotland är utsläppen från sydvästra Sverige, delar av Danmark och Polen huvudansvariga. Högre upp i Östersjön är både Sverige och Finland ansvariga för den algblooming som förekommer upp till Åland och omkringliggande ömråden och i Åbo skärgård, men om vi kommer in i Finska viken är det också Ryssland med områdena öster om S:t Petersburg som svarar för stora utsläpp.

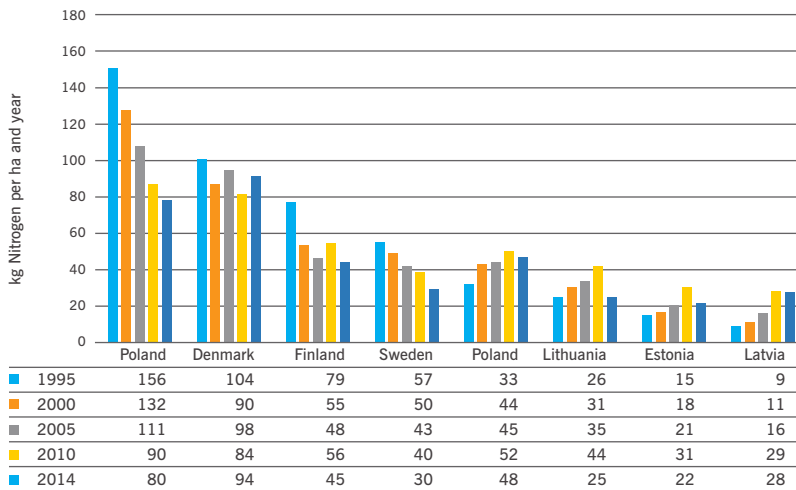
Den omfattande syrebristen har medfört att närmare hälften av egentliga Östersjöns bottenareal drabbats av bottenöd de senaste åren. Det rör sig om närmare 70 000 kvadratkilometer havsbotten som är berört av syrebrist och 40 000 kvadratkilometer som numera är praktiskt taget död. Tillfälliga förbättringar kan ske vissa år beroende på vattenströmningar i havet, men på längre sikt förvärras problemet allt mer. Den globala uppvärmningen bedöms förvärra situationen till följd av större nederbörd inom östersjöområdena, högre mineralisering av det organiskt bundna förrådet av kväve och fosfor i landområdena runt Östersjön och lägre salthalter i havet.

Inom ramen för det av EU delfinansierade Östersjöprojektet BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society)⁴¹ dokumenterades växtnäringsflödena och överskotten av växtnäring för samtliga de åtta EU-länderna runt Östersjön för åren 1999 – 2002. Studien visade då att de kväveöverskott per ha, som leder till näringsläckage i jordbruket var störst för Danmark följt av Sverige, Finland och Polen. I fortsättningsprojektet BERAS Implementation (2010-2013) har det visat sig att kvävebelastningen från Polen ökat och nu ligger på nästan samma nivå som i Sverige (Figur 34). Denna ökning och ökningen också i samtliga de baltiska länderna innebär en betydande ökning av den totala belast-

⁴⁰ Andersson, 1986. Förluster av kväve och fosfor från åkermark i Sverige. Avhandling. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

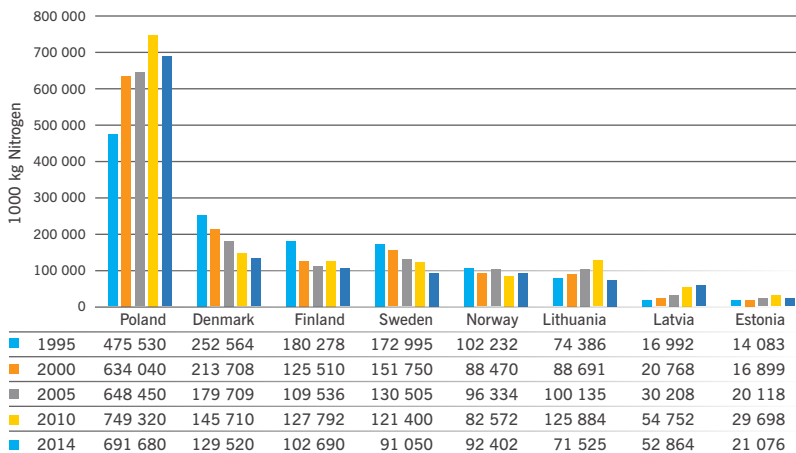
⁴¹ Granstedt, Seuri & Thomsson, 2004. Effective Recycling Around the Baltic Sea, BERAS report 2. (www.jdb.se/beras) I Rapportserien Ecologiskt Lantbruk nr 41, Sveriges Lantbruksuniversitet,

Total Nitrogen Field Surplus utilised agricultural area in Baltic Sea Countries (EU stat)



Figur 34. Kväveöverskott, kg kväve per ha odlad åker i respektive land runt Östersjön. Ökningen är påtagligt hög i de baltiska länderna och Polen. Det enda land, där det skett en påtaglig minskning är Danmark, och då från en extremt hög nivå. Förklaringen är det program med växtnärbalanser och mer effektiv återanvändning av stallgödseln, som nu genomförs i Danmark. Den minskning som skett i Finland och Sverige sammanhänger med den ökande arealen ekologisk odling. Ökningen fortsätter dock i det konventionella jordbruket. Fortsatta studier vid biodynamiska forskningsinstitutet⁴².

Field Nitrogen surplus per hauled agricultural area in Baltic Sea countries and Norway



Figur 35. De totala kväveöverskotten i respektive land som ligger inom Östersjöns avvattningsområde. Polen har genom sin stora åkerareal störst sammanlagt överskott och läckage till Östersjön. Fortsatta studier vid biodynamiska forskningsinstitutet⁴².

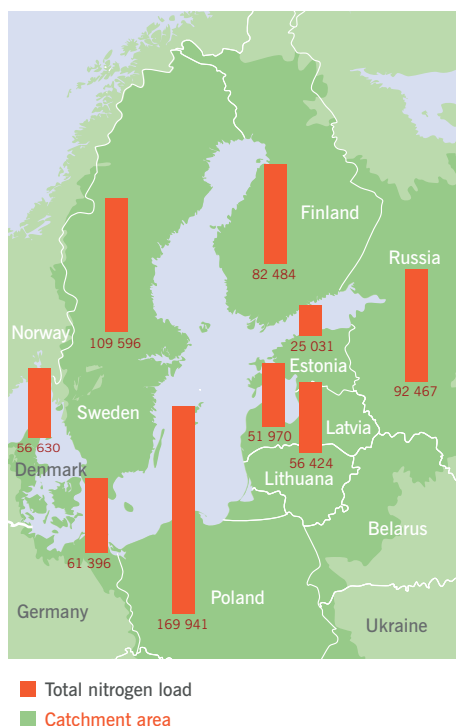
ningen på Östersjön även om en viss nedgång skett i Sverige, Finland och särskilt Danmark (Figur 35).

Belastning per ha och totalt

Räknat per person är kvävebelastningen högre i Sverige och Finland än i Polen, men totalt är den störst från Polen till följd av landets storlek (ca 16 miljoner ha åker i Polen jämfört med 2,6 miljoner ha i Sverige). Polen har de högsta förlusterna av fosfor. Överskott och förluster var låga i de baltiska länderna efter jordbrukets sammanbrott i dessa länder vid Sovjetunionens upplösning. Då kollapsade de statligt drivna, starkt industrialiserade kollektivjordbruken.

⁴² Sammanställningar av officiell statistik Eu Stat 2016. Granstedt, A., Johansson, S, and Micha, M. 2017, Will Poland make the same mistakes as Sweden. Biodynamic research Institute, Report 3.

HELCOM Total waterborne nitrogen inputs by country in 2014



Figur 36a. Vattenburen belastning av kväve i ton år 2014 (HELCOM PLC-6 och 2018). Sverige är näst Polen det land inom Östersjöns avvattningsområde, som har störst belastning av kväve i form av kväveföreningar, vilka via floder och vattendrag rinner ut till Östersjön.

Nu sker en återuppbyggnad av jordbruken i dessa länder på marknadsekonomiska villkor, delvis under storskaliga former med hjälp av investerare från Västeuropa (bland annat Danmark och Holland). Därvid införs den specialisering som karakteriserat de senaste 50 årens utveckling i Danmark, Sverige och Finland. Det är det som återspeglas i form av ökande växtnäringsoverskott. I Polen finns fortfarande områden med ett äldre lågintensivt mycket småskaligt jordbruk i de östra och södra delarna, men i de västra delarna fortsätter den storskaliga specialisering, som inleddes under den kommunistiska tidens statsjordbruk och nu tar vid under marknadsekonomiska former. I den till Östersjön gränsande Petersburgsregionen pågår en utbyggnad av storskalig slaktdjursproduktion. Etablering av s.k. "Industrial farms" med storskalig djurhållning pågår redan sedan flera år i samtliga dessa länder och finns numera på ett flertal platser även i Polen, med starka ägarintressen från andra EU-länder och USA ⁴³.

Misstagen som ligger bakom dagens stora närsaltförluster i Sverige, Finland och Danmark upprepas nu i övriga Östersjöländer. Större delen av den spannmål som produceras med hjälp av ökande insatser mineralgödsel går till djurfoder, vars användning koncentreras till anläggningar för kött- fjäderfä och fläskproduktion. Detsamma gäller för storskalig mjölkproduktion med mycket stora besättningar. Ett allt mer enkelriktat flöde av växtnäring från spannmålsodlingen sker alltså till en allt mer koncentrerad djurhållning. Till detta kommer den växtnäring som tillförs de intensiva djurgårdarna genom importerade fodermedel, framför allt sojaprotein från bland annat Brasilien. Den gödsel som här produceras överskrider i stor mängd vad grödorna på de aktuella djurgårdarna kan utnyttja. Det är här som de stora överskott årligen ackumuleras och som bär huvudansvaret för läckaget till Östersjön.

⁴³ Beteckningen "Industrial farms" eller Factory farms användes för anläggningar med en intensiv djurhållning i industriell skala frikopplad från jordbruk och i anläggningar utan möjlighet till fri rörlighet, bete och personlig omvårdnad och där utfodring och hantering av djuren är mer eller mindre maskinell samt i länder utanför Europa med systematisk användning av foderantibiotika och andra tillväxtstimulerande medel. Enligt ett EU direktiv (Council Directive 96/61/EC of 24th September 1996 concerning integrated pollution prevention and control) gäller för dessa att det skall gälla särskilda tillstånd och kontroll när antalet djur överstiger 40 000 höns, 2000 svin, 750 sugor eller 400 kor.

Löftena som aldrig infriades

I Sverige startade ett aktionsprogram mot havsföroreningar redan i mitten av 1980 talet (Hav 90)⁴⁴. Samtliga Östersjöstater gjorde inom ramen för HELCOM en överenskommelse att halvera närsaltförlusterna till 1995 jämfört med 1987. Detta skedde då liksom nu utan att ta itu med det uppenbara systemfelet med specialisering av växtodlingen till växtodlingsgårdar och allt mer specialiserade djurgårdar. Den av regeringen tillsatta havsmiljökommissionen undvek också att ta itu med själva grundorsaken till näringsämnesförlusterna från jordbruket.⁴⁵ Överskotten av växtnäring fortsatte att öka i det konventionella jordbruket.

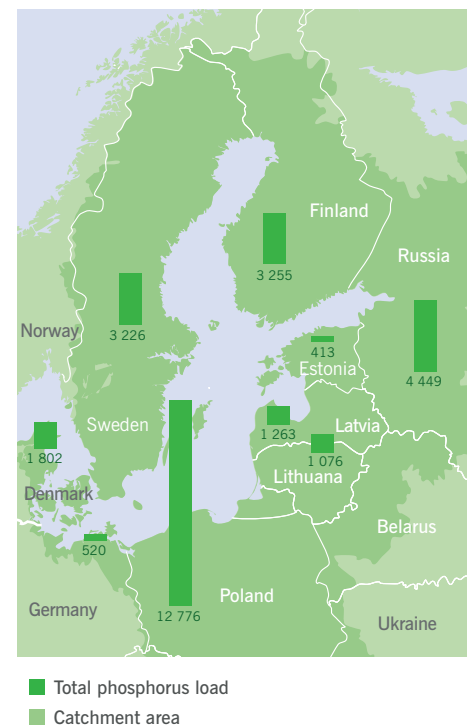
Verkligheten visar att enbart symtominriktade åtgärder inte leder till långsiktigt minskade förluster. Skärpta miljövårdsbestämmelser för gödsellagring, reglering av tidpunkter för gödselspridning och ökande andel höstsådda arealer samt odling av fånggrödor är långsiktigt verkningslösa, så länge som alltför stora växtnäringsöverskott i form av djurgödsel årligen fortsätter att ackumuleras på djurgårdarna. Innehållet av kväve och fosfor belastar slutligen den omgivande miljön i form av läckage till omgivande vattendrag, avgång av kväveföreningar till luften och belastar inom vissa områden även grundvattnet (Figur 36 och 37).

Dagens allvariga situation för Östersjön och det nya hotet med en ökande intensitet i jordbruket i öst är bakgrunden till ett omfattande aktionsprogram för att rädda Östersjön. Aktionsprogrammet sker i samverkan mellan samtliga länders regeringar runt Östersjön och inom HELCOM (Baltic Sea Action Plan). Den här presenterade historiska bakgrunden och de beskrivna orsakerna till problemen visar emellertid att någon större förändring till det bättre inte är att vänta, med mindre än att man också genomför en systemförändring av jordbruket i hela Östersjöregionen.

BERAS-projektets resultat visar att om de nya EU-länderna Estland, Lettland och Polen kommer upp till våra näringsämnesförluster så skulle belastningen av kväve öka med mer än 50 %. HELCOM har i sina studier kommit fram till samma hotbild.

Den 15 november 2007 möttes samtliga miljöministrar i Östersjöregionen i Krakow och skrev under Helcom Baltic Sea Action Plan med målsättningen att minska den totala årliga kvävebelastningen med

HELCOM Total waterborne phosphorus inputs by country in 2014



Figur 36b. Vattenburen belastning av fosfor i ton år 2014 (HELCOM PLC-6 och 2018). Polen är det land som orsakar störst belastning av fosfor i form av fosforföreningar som via floder och vattendrag rinner ut till Östersjön inom Östersjöns avvattningsområde. Belastningen är näst störst från Ryssland, som liksom Polen ännu har ofullständig rening av vattnet från sina avloppssystem, men Sverige med sin betydligt mindre befolkning och jordbruksareal ligger här på tredjeplats.

⁴⁴ Naturvårdsverket, 1990. Rapport 3698. Beredskap inför akuta miljöhot mot havet. Solna.

⁴⁵ Naturvårdsverket, 2003. Havet – tid för en ny strategi. Havsmiljökommissionens betänkande. SOU 2003:72.

”

Dessa utfästelser skall också samordnas med det av EU beslutade marina direktivet, som anger att alla havsområden skall ha uppnått god ekologisk status till år 2021.

135 000 ton (en minskning med 20 %) och fosforbelastningen med 15 000 ton (en minskning med nära 50 %) fram till 2021. Varje land förband sig att minska med en angiven mängd (Tabell 1). Sverige skall minska de årliga kväveutsläppen med nära 21 000 ton och fosforutsläppen med knappt 300 ton. Det högsta betinget fick Polen: att minska med drygt 62 000 ton kväve och närmare 9 000 ton fosfor. Dessa åtaganden bedöms av företrädare för jordbrukets organisationer som svåruppnåeliga men av organisationer som Världsnaturfonden och Greenpeace som helt otillräckliga för att rädda miljösituationen i Östersjön.

	Phosphorus (tonnes)	Nitrogen (tonnes)
Denmark	16	17,210
Estonia	220	900
Finland	150	1,200
Germany	240	5,620
Latvia	300	2,560
Lithuania	880	11,750
Poland	8,760	62,400
Russia	2,500	6,970
Sweden	290	20,780
Transboundary Common pool*	1,660	3,780

*Utsläpp som inte kan bindas ett enskilt land.

Tabell 1. Olika länders åtaganden för att minska den årliga näringsbelastningen i Östersjön enligt överenskommelse i Krakow 15 november 2007.⁴⁶

Dessa utfästelser skall också samordnas med det av EU beslutade marina direktivet, som anger att alla havsområden skall ha uppnått god ekologisk status till år 2021, samt med det vattendirektiv som trädde i kraft för hela EU år 2000. Enligt detta skall högsta tillåtna närsaltutsläpp fastställas för alla vattendrag. I bilagan med rekommendationer för jordbruket sägs att djurhållningen med dess spridning av stallgödsel skall motsvara vad som kan utnyttjas av grödorna⁴⁷. Den enda precisering som finns är emellertid den som är angiven i det s.k. nitratdirektivet som trädde i kraft 1991. Den högsta tillåtna mängden av kväve i stall-

⁴⁶ HELCOM. Towards a Baltic Sea unaffected by eutrophication. Helcom ministerial meeting, Krakow 15 November 2007.

⁴⁷ HELCOM, Recommendation 28E/4 adopted 15 November, 2007, Revised Annex III, Part II, Prevention of pollution from agriculture

gödsel är där begränsad till 170 kg N per ha och år, vilket är mer än fyra gånger högre än de mängder som tillförs i ekologiskt kretsloppsbaseerat jordbruk⁴⁸. Flera länder inom EU har, trots dessa högt satta värden och som gäller enbart för stallgödsel, begärt och fått beviljat undantag, som innebär att djurgårdar under vissa villkor tillåts att årligen sprida mer än 200 kg kväve per ha och år.

Det statliga jordbruksverket har på regeringens uppdrag räknat ut hur mycket närsaltförlusterna skulle minska, om alla de i dag kända åtgärderna sätts in med fånggrödor, gödsellagring, reglering av spridningstidpunkter, vintergrön mark, reducerad jordbearbetning samt våtmarker⁴⁹. Läckaget skulle enligt dessa kalkyler kunna minska med maximalt 3 335 ton kväve och 22 ton fosfor av det uppställda målet på nästan 21 000 kväve och 260 ton fosfor. Även om man skulle lyckas minska utsläppen från reningsverk och enskilda avlopp ytterligare, är det mycket långt kvar till att infria Sveriges andel av den nödvändiga och utlovade minskningen. Till detta kommer att de flesta av dessa förslag dessutom är av sådan karaktär, att de knappast har någon långsiktig verkan. De leder till en ökad upplagring i marken av kväve och fosfor endast under en begränsad tid och motverkas av den pågående globala uppvärmningen. Minskade förluster kan långsiktigt åstadkommas genom en minskad tillförsel. Detta kan endast realiseras genom en mer effektiv återanvändning, dvs cirkulering inom jordbruket.

I stället för att ta upp de förslag som finns till en mer genomgripande förändring av jordbruket till det som kallas ekologiskt kretsloppsjordbruk, fördes en diskussion innebärande nedläggning av vitala delar av svenskt jordbruk, där stora odlingsarealer ersätts av permanenta gräsmarker:

1. 230 000 ha kustnära marker i Skåne och Halland med enbart gräs skulle ge en minskning med 3000 ton kväve.
2. 375 000 ha, dessutom hela Öland och Gotland samt Blekinges och Smålands kustområden med enbart gräs skulle minska utlakningen med 5000 ton kväve.
3. 940 000 ha med upphört jordbruk i hela södra Sverige söder om Mälaren skulle enligt jordbruksverkets kalkyl ge en minskad utlakning med 8 500 ton kväve.

⁴⁸ The Nitrates Directive (91/676/EEC) Council Directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution by nitrates.

⁴⁹ Jordbruksverket, 2008. 64 åtgärder inom jordbruket för god vattenstatus. Rapport 2008:31

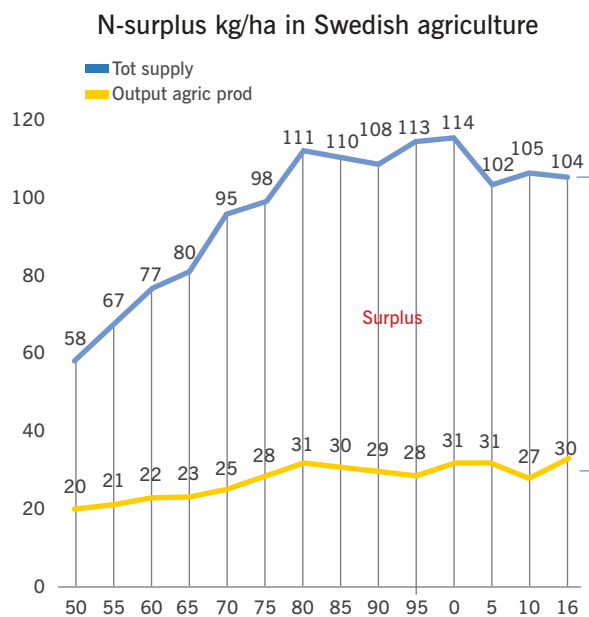
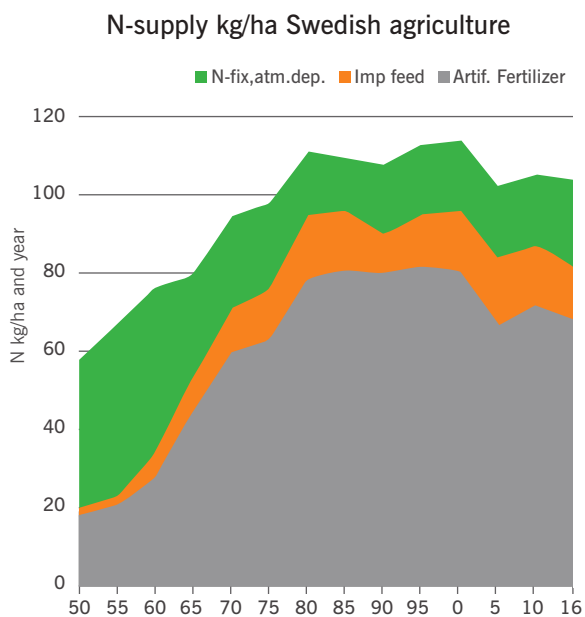


De flesta av dessa förslag dessutom är av sådan karaktär, att de knappast har någon långsiktig verkan. De leder till en ökad upplagring i marken av kväve och fosfor endast under en begränsad tid och motverkas av den pågående globala uppvärmningen.

Figur 37 a och b. Tillförseln av kväve till jordbruket i kg per ha och åt (biologisk kvävefixering och nedfall från luften, importerade fodermedel samt mineralgödsel) från 1950 till 2013 (a) samt differensen mellan tillförsel och bortförsel, vilken kulminerade år 1990, beräknat för hela det svenska jordbruket (b). Växtnäringsbalanser i hela det svenska jordbruket, på visar att kvävetillförseln i kg per ha, minskade något efter år 1990. Detta var på grund av en allt mer ökande areal ekologisk odling, utan tillförsel av konstgödselkväve och med en hög självförsörjningsgrad med foder (då detta skrivs, 19 % av jordbruksmarken.). I det konventionella jordbruket, så har kvävetillförseln av både mineralgödsel och importerat foder, främst soja-protein, fortsatt att öka (Sammanställning Grannstedt, 2015). Kväveöverskottet ligger på samma nivå som för 30 år sedan och åtgärder för att minska detta har varit verkningslösa. Det förklaras av en fortsatt koncentration av djurhållningen.

Inte ens med en nedläggning av 40 % av Sveriges jordbruk klarar Sverige den nödvändiga minskningen med dagens konventionella metoder. Konsekvensen skulle därutöver bli betydande import av livsmedel och en export av våra miljöproblem till andra länder. Djurhållningen är ojämnt fördelad i samtliga östersjöländer. Polen som har ett extensivt jordbruk i södra och östra regionerna, men ett mycket intensivt och specialiserat jordbruk i delar av norra och västra Polen, områden som står för en väsentlig del av jordbrukets läckageförluster. För hela Polen är betinget för en utsläppsminskning 3 gånger högre för kväve och 30 gånger högre för fosfor jämfört med Sverige. Djurhållningen fortsätter att koncentreras till allt färre gårdar, men med allt fler djur på varje gård. Tack vare rådgivningsprogrammet "Greppa näringen" lär sig jordbrukarna att med hjälp av växtnäringsbalanser mer effektivt ta vara på växtnäringskapitalet i stallgödseln. Men det räcker emellertid inte om man har för mycket djur. De växtnäringsbalanser som nu finns redovisade från ekologiska gårdar anslutna till Greppa näringen visar att även ekologiska gårdar med för många djur och därmed stora foderinköp också har alltför höga växtnäringsöverskott även om de är lägre jämfört med konventionella djurgårdar⁵⁰.

⁵⁰ Wivstad, M., Salomon, E., Spångberg, J & Jönsson, H. 2009. Möjligheter att minska övergödningen. Centrum för uthålligt lantbruk. CUL., SLU.



Spridning av gifter i miljön

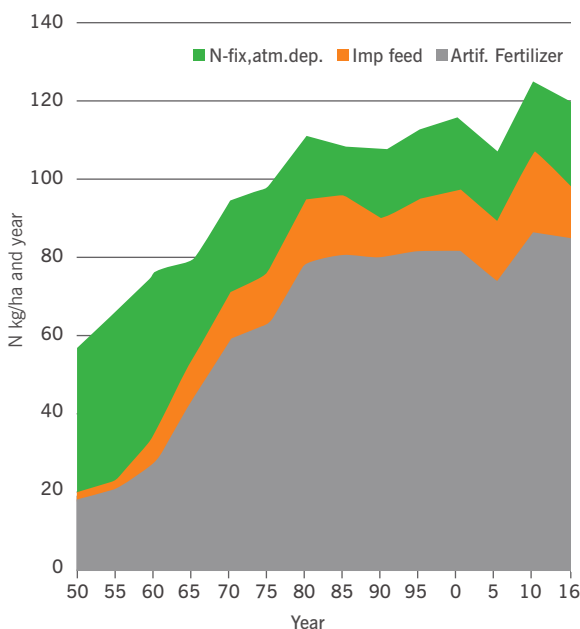
Nationella miljö kvalitetsmål: Jordbruksmarkens värde för biologisk produktion och livsmedelsproduktion skall skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden samt kulturmiljövärden bevaras och stärks.

Den tidigare mångsidiga odlingen på alla gårdar med ettåriga och fleråriga vallgrödor, som avlöste varandra, förhindrade att insektsangrepp och även ogräs anpassade till olika grödor förökades. Mineralgödseln möjliggjorde å andra sidan en storskalig spannmålsodling i slättbygderna med allt fler gårdar helt utan djurhållning och utan vallodling. Därmed uppstod också ökande problem med ogräs och skadeinsekter. Ökad tillförsel av kväve, ofta i höga doser i början av vegetationsperioden leder också till ökande angrepp av skadesvampar. Cellväggarna blir mjukare och växterna blir frodigare, vilket gynnar svamparnas spridning och svamphyfernas inträngande i växtvävnaderna. Även mottagligheten för insektsangrepp ökar. De tilltagande problemen med skador, sjukdomar och ogräs till följd av felaktiga odlingsmetoder ledde till en ökad användning av kemiska bekämpningsmedel jämsides med ökad användning av konstgödsel.

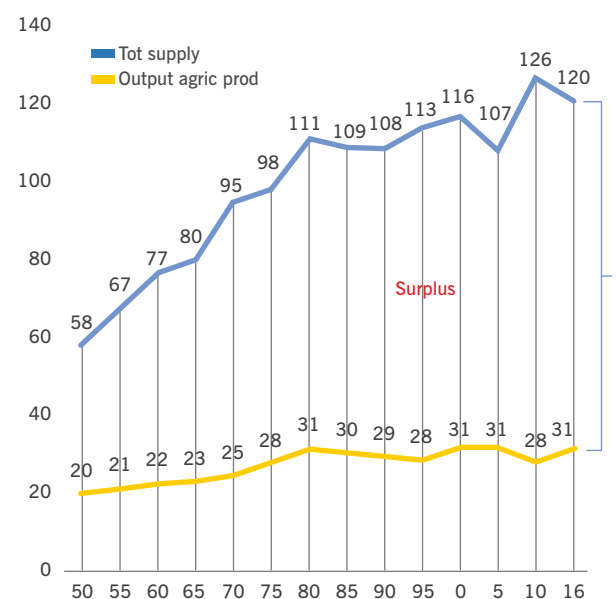
Med kemiska analyser eller biologiska tester kan rester av bekämpningsmedlen påvisas i våra livsmedel, men genom djurförsök anser man sig ha säkerställt gränsvärden under vilka dessa rester är ofarliga för människor. Man säger sig väga nyttan mot riskerna vid den tillståndsgiv-

Figur 38 a och b. Simulering av tillförseln av kväve till enbart det konventionella jordbruket med beaktande av högre tillförsel mineralkväve i kg per ha och år när den ekologiska odlingen ej inberäknas. Lägre biologisk kvävefixering samt större mängd importerade fodermedel vid enbart konventionell odling har här ej beaktats (a). I konventionellt jordbruk ökade tillförseln av kväve i form av mineralgödsel (artificial fertilizers) och importerat foder som sojaprotein (imported feed) att öka, i förhållande till bortförseln av kväve genom produktion av livsmedelsprodukter (vegetabilie- och animalieprodukter, grön kurva) fram till 2010 (b). Detta innebär att överskottet (surplus) fortsatt att öka – d.v.s. differensen mellan tillförsel (input) och bortförsel (output) (Sammanställning Granstedt, 2018).

N-supply kg/ha Swedish conventional agriculture



N-surplus kg/ha in Swedish conventional agriculture

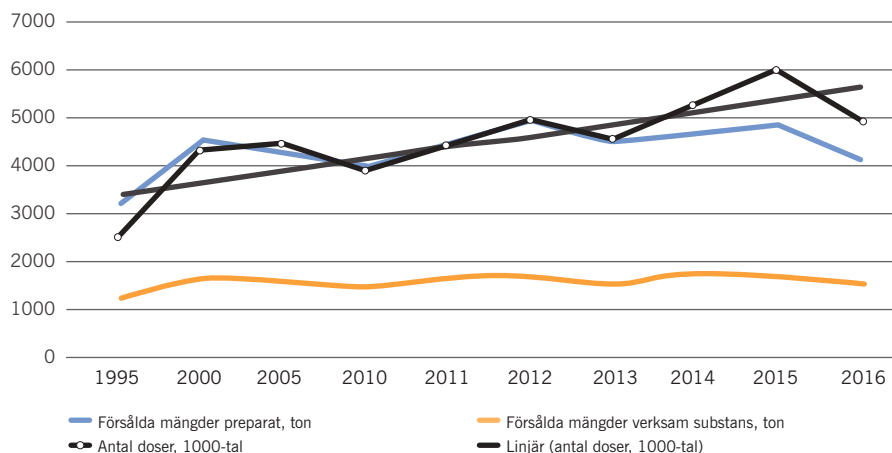


ning som ges för medlens användning av jordbrukarna. Många tidigare allmänt brukade medel är emellertid i dag förbjudna av miljö- och hälso-skäl. Misstron mot de kemiska medlens påstådda ofarlighet har i dessa fall visat sig berättigad. Om man ser till den direkta giftigheten är insekts-medel med starka effekter på nervsystemet särskilt allvarliga. Sådana används i stor utsträckning mot insekter vid odling av oljväxter. Övergång till s.k. lågdosmedel innebär i praktiken att man gått över till ännu starkare medel. Pyretroider för insektsbekämpning som deltamitrin är giftiga vid koncentrationer, som ligger flera tiopotenser under detektionsgränsen i vattenprov. Dessa lågdosmedel bryts ned långsamt och kan ackumuleras i de biologiska systemen⁵¹. Det kan enligt olika undersökningar inte uteslutas att insektsbekämpningsmedel, som dödar insekter genom att påverka deras nervsystem, kan skada även det mänskliga nervsystemet. Hjärnan och kombinationseffekter av olika medel är ett outforskat område. Först nu har man börjat ifrågasätta att gränsvärdena för enskilda bekämpningsmedels skadlighet för människan är satta separat för varje medel. I verkligheten belastas vi av summan av samtliga medel och förstärkande kombinationseffekter kan inte uteslutas.

Figur 39. Bekämpningsmedelsanvändningen i Sverige har ökat med över 60 % sedan 1990. Källa: Jordbrukstatistisk årsbok, 2010. SCB. Sveriges officiella Statistik.

⁵¹ Adolfsson, T. och Reslow, 2005. Underlag för uppdatering av kontrollprogram för bekämpningsmedel i vattendrag. Ekotoxikologi II, Lunds Universitet.

Sålda växtskyddsmedel, antal hektardoser och genomsnittlig dos 1995-2016¹



1) Inkl betningsmedel. Källa: SCB, Jordbruksstatistik sammanställning 2017

Under senare år har studier publicerats som visar stora negativa förändringar i florin och faunan efter det att bekämpningsmedel börjat spridas i odlingslandskapet. En halvering har skett av ett stort antal fågelarter i detta landskap. För fågellivet är det bland annat viktigt att det finns olika växtslag med fröbildning. I odlingar utan kemisk bekämpning har vi en större mångfald av olika växtslag (i åkern kallade ogräs om förekomsten blir för stor) och som utgör viktiga värdväxter för de nyttiga insekterna. Vissa ogräs har även visat sig ha en gynnsam effekt på våra kulturväxter i form av tillväxt, skördeutbyte och kvalitetsegenskaper. Än större rubbningar är att förvänta om vi släpper ut genetiskt förändrade organismer.

Bedräglig minskning

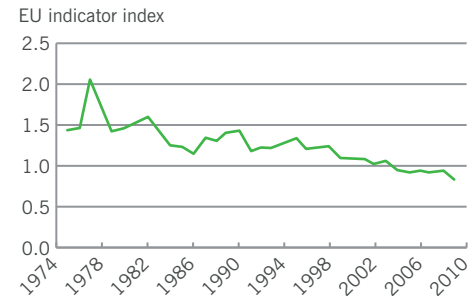
Lågdosmedlens verkningsgrad är så hög att det räcker med några gram per hektar för att få eftersträvad giftverkan på de ogräs man vill bekämpa. Detta kan jämföras med t ex fenoxisyror där 1–2 kg kilo verksamt substans används per hektar.

Att påstå att kemikalieanvändningen minskas genom ökad insats av dessa "lågdosmedel", är missvisande. Mängden sprutad substans har däremot minskat både genom användande av lägre doser och övergången till dessa lågdosmedel. Om man däremot ser till arealen som behandlats med kemisk bekämpning (hektardoser) så skedde det i Sverige en liten minskning mellan 1982 och 1992 varefter användningen av bekämpningsmedel fortsatt att öka. Den totala användningen har ökat med över 60 % sedan 1990 trots att den ekologiska odlingsarealen utan användning av bekämpningsmedel samtidigt har ökat från ca 80 000 ha till närmare 500 000 ha (från 3 % av åkerarealen till 19 %) (Figur 39a). Bekämpningsmedelsanvändningen i det konventionella jordbruket har i praktiken mer än fördubblats om man enbart beaktar den areal som i dag odlas enligt konventionella brukningsmetoder.

Även i Finland har bekämpningsmedelsanvändningen fortsatt att öka och likaså i Estland, Lettland, Litauen och Polen.

Uppfattningar om en minskad användning till följd av ökade kunskaper om risker och mer effektiv teknik visar sig vara felaktiga. I dag finns ett omfattande erfarenhetsmaterial som i praktiken visar hur det är möjligt att helt undvara bekämpningsmedlen. Ökande arealer ekologisk odling i samtliga Östersjöländer visar detta. Spridningen av pesticider i miljön kan undvikas genom ett systembyte i jordbruket, med en odlings-teknik som bygger på att gynna den biologiska mångfalden (en varierad

EU indicator index common agriculture birds



Figur 40. Den långsiktiga utvecklingen har varit sämst för jordbruksfåglarna. Ovan visas den svenska versionen av EU-indikatorn för jordbruksfåglar med basår 2002. Värdena sträcker sig ända tillbaka till 1975. Källa: Åke Lindström och Martin Green, Lunds universitet Skog och mark.

”

Cirka 70 procent av slaktsvinsproduktionen sker i besättningar med fler än 750 djur, som saknar möjlighet att vistas ute och röra sig naturligt.

växtföljd och samodling), mekanisk bekämpning, jordbearbetningsteknik och en välanpassad organisk gödsling. Tillförsel av alltför mycket kväve kan visserligen ge en högre skörd, men innebär samtidigt en nedsättning av växternas egna förmågor att förhindra skadeangrepp genom bildande av avvärjningssubstanter.

Kadmiumfaran inte över

Ett speciellt problem är den upplagring av kadmium som under lång tid skett i odlingsmarken, genom att man använt fosforgödselmedel med kadmium. Halterna i spannmål är särskilt höga inom våra intensivodlade spannmålsområden. Trots en övergång till fosforgödselmedel med mindre kadmium sker här en fortsatt ackumulering utöver de redan för höga halterna i marken. Användning av avloppsslam som gödsel och jordförbättringsmedel belastar marken ytterligare med kadmium, samtidigt som den också belastas med andra miljögifter, läkemedelsrester, hormoner etc som finns i avloppsslam. Livsprocesserna i marken skadas och kadmium i maten kan orsaka skador på bentätheten och på njurarnas funktion. Ny forskning väcker också välgrundade misstan- kar om att kadmium kan orsaka livmoder- och prostatacancer. EFSA (European Food Safety Authority), EU:s livsmedelsorgan, beslöt därför den 20 mars 2009 att sänka det godtagbara intaget per vecka, "tolerable weekly intake" (TWI) för kadmium med nära två tredjedelar, från 7 till 2.5 mikrogram/kg kroppsvikt. Hälften av Europas befolkning antas redan ha ett dagligt intag som överskrider detta intag⁵². Det finns också farhågor att halten kadmium i fosforgödselmedel ökar.

Djurens lidande

Specialiseringen har lett till att jordbruket satsat på allt större och mer koncentrerade anläggningar för att föda upp höns och slaktsvin.

Cirka 70 procent av slaktsvinsproduktionen sker i besättningar med fler än 750 djur, som saknar möjlighet att vistas ute och röra sig naturligt: att böka med sitt tryne i marken, bada i gytta osv, ingår i grisars naturliga beteenden. Skötarna i många djurstallar tvingas gå med mun- och hörsel- skydd under sina skötselpass medan djuren under sitt hela liv får utsättas för den stress som de höga ljudnivåerna och de skador i andningsvägarna som foderdammet ofta leder till. Många av svinen har lunginflammation.

⁵² Pressmeddelande från Lunds universitet den 30 mars 2009 med anledning av forskar- konferens inom ramen för det EU-finansierade projektet PHIME (Public health impact of long-term, low-level mixed element exposure in susceptible population) EFSA, European Food Safety Authority

Den mediala uppmärksamheten på massproduktionen av djur och rutinmässig användning av antibiotika i foder har lett till vissa förbättringar. Numera är det förbjudet inom EU att använda foderantibiotika och all antibiotikabehandling måste ske på recept. Där var Sverige ett föregångsland redan vid inträdet i EU. Detta har lett till en minskning av antibiotikaresistensen hos bakterier, och Sverige har här betydligt mindre problem med resistens inom djurhållningen än många andra länder i Europa⁵³.

Att föda upp höns i burar med en extremt liten yta, lite större än ett A4 papper per höna, eller på begränsade golvytor inomhus innebär en betydande inskränkning av djurens möjlighet till naturligt beteende och bryter mot den gällande husdjurslagstiftningen. Den säger att djur skall hållas och skötas på ett sådant sätt att det främjar deras hälsa och ger dem möjlighet att bete sig naturligt. Hela 95 % av Sveriges 5,3 miljoner höns finns idag i besättningar med över 5 000 djur.

Huvuddelen av det foder som omvandlas till kycklingkött kan ur miljö- och resurssynpunkt bättre konsumeras direkt av oss människor. Ungefär 25 % av foderblandningen till kycklingproduktionen består av sojaprotein från Sydamerika, där odlingen av sojabönor bidrar till avskogning. I en värld med alltmer knappa resurser är det resursekonomiskt fel, att som idag låta en allt större del av spannmålsproduktionen gå till foder i stället för att direkt användas som människoföda.

Den svenska slaktkycklinguppfödaren föder i genomsnitt upp ca 85 000 kycklingar per omgång och hinner med ungefär sju omgångar under ett år. Kycklingarna slaktas vid 32–39 dagars ålder, vid en vikt på cirka 1,7 kilo (slaktad vikt 1,2 kilo) efter att ha ätit ca 3 kilo foder. Foderutbytet i form av färdigslaktad produkt är mycket effektivt och har framhållits som en fördel från klimatsynpunkt. Genom intensiv avel och effektivare foder växer kycklingarna snabbare, vilket leder till billigare kött, men kycklingindustrin har även en baksida. Cirka 15 procent av slaktkycklingarna uppvisar till följd av den snabba tillväxten någon form av ohälsa i benen. Skelettet hinner helt enkelt inte anpassa sig till den vikt kycklingen måste lägga på sig under sin drygt en månad långa levnad. Kycklingarna kan även drabbas av hjärtslag. Skulle kycklingarna leva längre än en månad skulle de dö av ohälsa. Den effektiva foderomvandlingen har ett högt pris i den mån man anser att även djur kan lida. Alla som har egna husdjur är väl medvetna om djurs förmåga till glädje, trivsel och lidande.

⁵³ SVA-Sveriges Veterinär medicinska Anstalt, Årsredovisning 2008

”

Enkelmagade djur som höns och svin äter produkter, som skulle kunna nyttjas direkt som föda för oss människor.

Mjölkkons korta liv

Förhållandena i mjölkproduktionen – även om den också sker allt mer storskaligt – är betydligt mer präglade av djuromsorg. Genomsnittskon har även den en avkortad livslängd i förhållande till de naturliga förutsättningarna. Den får idag bli i genomsnitt fem år gammal, innan den av olika skäl får gå till slakt, men en ko kan bli mer än tre gånger så gammal. Även mjölkkorna drivs hårt för högsta möjliga produktion under en förkortad livslängd och utfodras med mer spannmål och tillskott av soja än deras idisslarmage egentligen är anpassad för. Omkring hälften av all antibiotikabehandling i animalieproduktion sker för att bota juverinflammationer (ca 20 % av alla kor behandlas).

De kanske mest djurvänliga produktionsformerna är nötköttproduktion med naturbeten samt fårskötsel. Foderomvandlingen är här låg, men det foder dessa djur äter består huvudsakligen av gräs och andra vallgrödor, som vi människor inte kan livnära oss på. Annars oanvändbara gräsmarker kan här förädlas till mat, medan enkelmagade djur som höns och svin äter produkter, som skulle kunna nyttjas direkt som föda för oss människor.

Kött och mejeriprodukter bör produceras av idisslare, som kan äta det vi inte kan äta: vallfodergrödor bestående av gräs, klöver, etc. Vall är helt nödvändig i växtföljden för att bygga upp markens mullhalt.

Visst har de enkelmagade djuren som grisar och höns en uppgift i det agrara ekosystemet, men under helt andra, mer djurvänliga former och i begränsad omfattning. Deras roll är att ta tillvara allt det spill, som uppstår av skörderester (här är höns och andra fågelarter suveräna) och matavfall (svinen har här sin viktiga uppgift). Korna har en fundamental roll i det nordiska jordbruket, där förutsättningarna är goda för höga vallfoderskördar bestående av klöver och gräs. Att ge kor fodersäd kommer i framtiden att uppfattas som resursslöseri. Konsekvenserna för klimat och miljö av olika slags köttprodukter diskuteras längre fram i boken.

Energiproducent blev energislukare

Jordbrukets centrala roll, att med solljusets hjälp nyskapa resurser, har satts ur spel med dagens bruksmetoder. Ännu på 1950-talet var jordbruket nettoproducent av energi så som tidigare beskrivits. Genom odlingen av baljväxter svarade jordbruket självt för fixeringen av kväve ur luften och på åker och äng växte fodergrödorna till hästarna, dragkraften i jordbruket. Jordbruket var soldrivet genom fotosyntesen, vars solenergi när den var upplagrad i biomassa också drev en väsentlig del av det

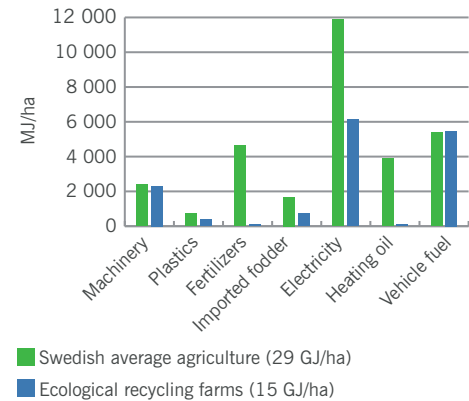
övriga samhället, innan först kol och sedan alltmer olja och gas gjorde den industriella tillväxten möjlig. Redan på 1970-talet hade jordbruket blivit nettokonsument av energi⁵⁴. Detta gäller av allt att döma också för det industrialiserade jordbruket i övriga Europa, även om insatserna av industriellt framställda produktionsmedel varierar mellan enskilda länder. Förbrukningen av energi i drivmedel till traktorer, till uppvärmning, energi för tillverkning av maskiner, gödselmedel och importerade fodermedel m.m. är i dag högre än energivärdet i de livsmedelsresurser som det konventionella jordbruket producerar (Figur 40).

Belastningen från jordbruket i form av växthusgaser räknat i koldioxid-ekvivalenter framgår av figur 41. Utöver dessa här redovisade utsläpp av växthusgaser har vi nötkreaturens metangasutsläpp. Dessa utsläpp balanseras emellertid av den humusupbyggnad, som sker i gräsmarker med blandvallar (blandningar med kvävefixerande klöverarter och/eller lusern samt gräs) på grovfoderbaserade ekologiska kretsloppsgårdar.

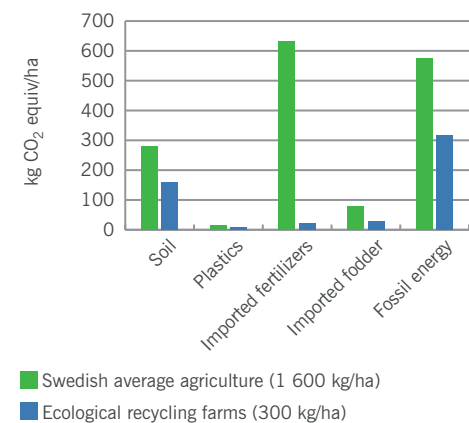
Framtidens energiförsörjning måste bygga på resurshushållande odlingsmetoder och en ekologisk teknik. Detta beskrivs längre fram där det ekologiska kretsloppsjordbruket kommer att tas upp.

Figur 41. Den globala växthuseffekten (koldioxid-ekvivalenter per ha) beräknad för svenska jordbruket (Swedish average), samt i ekologiskt kretsloppsjordbruk (Ecological recycling) som följd av emissioner av växthusgaser från marken (dikväveoxid), plastanvändning (fossil energi), handelsgödsel (fossil energi och emissioner av dikväveoxid), importerade fodermedel (hela kedjan inkluderande odling, industriell beredning och transporter) samt förbrukning av olja som drivmedel och uppvärmning (Granstedt, Thomsson, m.fl. 2005). Metangasemissionerna från idisslare är här ej beaktade (beräknades till 997 kg/ha i konventionellt jordbruk och beräknade 1 380 kg/ha i ERA jordbruket) då dessa emissioner kompenseras av den bindning som sker av kol vid humusupbyggnaden i vallodling och betesdrift och som i det ekologiska kretsloppsjordbruket med en mera vallfoderbaserad djurhållning visar sig vara ca 40 % högre än i det konventionella jordbruket.

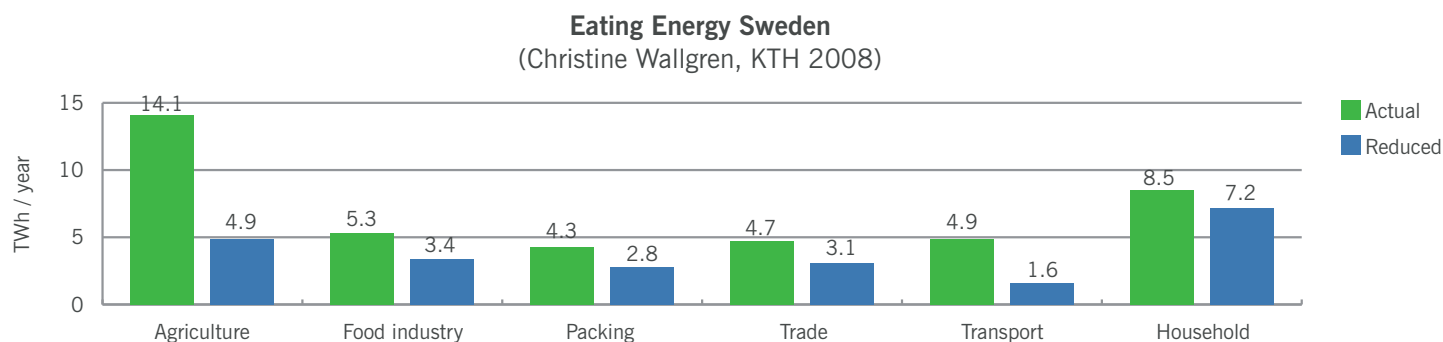
⁵⁴ Renborg & Uhlin, 1975; Resursflöden i svenskt jord- och skogsbruk 1956 och 1972. Rapport 64. Institutionen för Ekonomi, SLU Rapport 64, 1975 från inst. för ekonomi och statistik. Resursflöden i svenskt jord- och skogsbruk 1956 och 1972 med tonvikt på energiströmmar. Rapport från en arbetsgrupp tillsatt av Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien. Lantbrukshögskolan. Uppsala.



Figur 40. Förbrukning av energiresurser (MJ/ha) i det svenska jordbruket (Swedish average) samt i ekologiskt kretsloppsjordbruk (Ecological recycling) för maskinanvändning, plastmaterial, handelsgödsel, importerade fodermedel, elektricitet, uppvärmning och drivmedel för traktorer (Thomsson, 2005).



Figur 42. Analys av energianvändningen i livsmedelskedjans olika led: jordbruk (34 % av den totala energianvändningen), livsmedelsindustri (13 %), förpackningar (10 %), transporter och hushållen, samt en önskvärd minskning med ca 60 % (Wallgen, 2008)⁵⁵

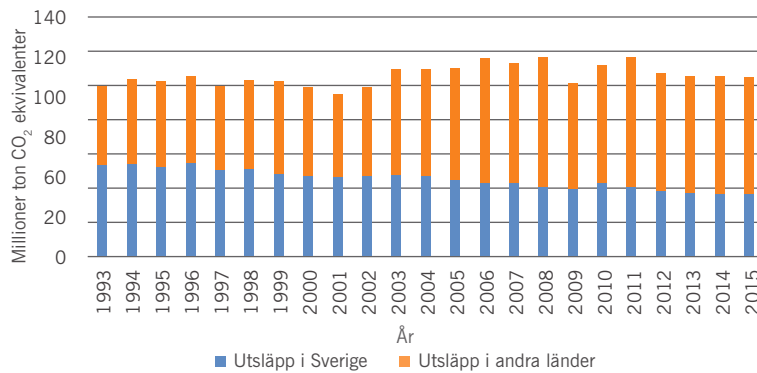


⁵⁵ Naturvårdsverket, 2008. Konsumtionens klimatpåverkan.

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut, 2008. Litteraturstudie om klimatpåverkan från svensk Konsumtion.

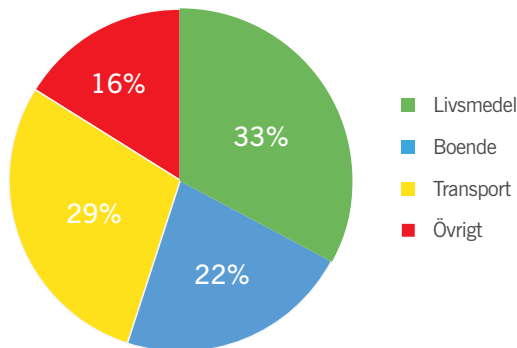
⁵⁶ Mat-klimat-listan, version 1.1. Elin Röös, Sveriges Lantbruksuniversitet, nov 2014. Det som anges är ett medelvärde för en hel kategori livsmedel. Dessa är grova skattningar och det finns ofta en stor variation inom gruppen, men medelvärdet gäller generellt som en representativ siffra för de flesta varor i gruppen. Det är alla utsläpp genererade från jord till bord som inkluderas i siffrorna, produktion förädling, förpackning och transport till Sverige. Transport från butik till hemmet och tillagning av maten hemma räknas inte med. Siffrorna beaktar inte andra miljöområden såsom biologisk mångfald, användning av bekämpningsmedel, djurvälstånd eller dylikt.

Konsumtionsbaserade utsläpp



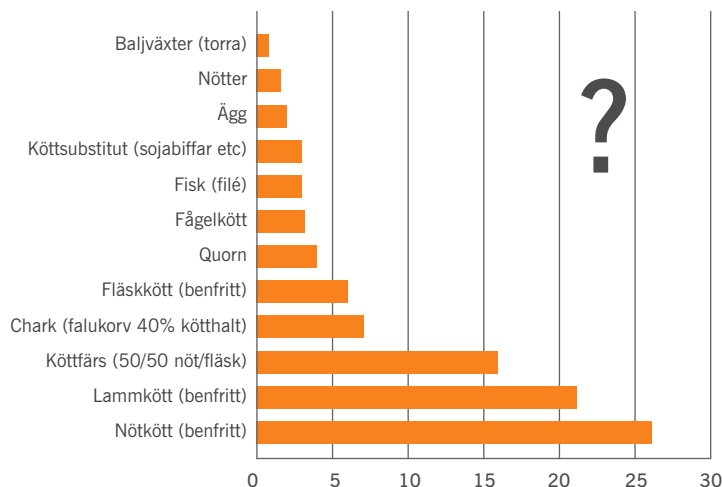
Figur 43. Växthusgasutsläpp i Sverige är ca 10 ton per capita med beaktande av att importen av produkter som skapat växthusgasutsläpp är större än exporten. Ingen minskning av konsumtionens klimatbelastning har skett sedan mätningarna började för 25 år sedan. Minskningen inom Sveriges gränser har ersatts av en ökande import av klimatbelastande produkter: Naturvårdsverket 2018. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-Sverige-och-andra-lander/>

Hushållens klimatbelastning



Figur 44. I denna sammanställning av Svenska Naturvårdsverket beräknas maten stå för 33 % av klimatbelastningen räknat per person. Men då har man inte medräknat matens bidrag till avskogningen. Transportkostnader från butiken till bostaden, förvaring och matlagning som ligger i de andra sektorerna är inte heller medräknade.

Klimatpåverkan från proteinkällor (kg växthusgaser per kg produkt)



Figur 45 Fördelning av klimatbelastningen från olika livsmedelsprodukter baserade på studier av klimatbelastning för odling, förädling och transporter fram till butik för enskilda produktgrupper och som rekommenderas av livsmedelsverket som riktmärken⁵⁶. En till odlingssystemets produktion anpassad konsumtion med växtföljd, närande och tärande grödor och kretslopp ger en annan bild och visar än mer uthållig väg till en klimatanpassad konsumtion där hela odlingssystemets och gårdens påverkan på klimatet beaktas.

ALTERNATIVEN – BIODYNAMISK OCH EKOLOGISK ODLING

Ekologiskt lantbruk handlar inte bara om att lösa de rent tekniska och praktiska frågorna. Det handlar också om att införa ett nytt tänkesätt, när det gäller vårt förhållande till naturen och det levande.

Jämsides med det konventionella jordbruket växte under 1950-talet alternativrörelsen inom jordbruket fram. Den äldsta av dessa alternativa odlingsinriktningar, biodynamisk odling, utarbetades redan under 1920-talet av österrikaren Rudolf Steiner. De äldsta biodynamiska gårdarna i Sverige har drivits sedan slutet av 1940-talet.

En annan alternativ odlingsinriktning kallar sig organisk-biologisk odling och bygger på de odlingsimpulser som redan under 1940-talet introducerades i Schweiz av läkaren H. Müller och mikrobiologen H.P. Rusch. Den intresserade sig särskilt för markens mikroflora och dess betydelse för produktion och näringskvalitet.

I England var det läkaren Sir A. Howard som lade grunden till vad som kallas organic farming och utvecklade en komposteringsteknik (Indore-metoden), som byggde på kunskaper han fått från Indien.

Dagens ekologiska odling bygger i allt större utsträckning på de resultat, som nu också börjar komma från den av samhället finansierade forskningen. Men till en betydande del bygger rådgivningen också på den praxis och erfarenhet som utvecklats hos de ekologiska odlarna själva. Målsättningen för ekologiskt lantbruk är densamma runt om i världen och samverkan sker inom världsorganisationen IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). Organisationen består idag av 750 medlemsorganisationer i 108 länder (år 2009). Den gemensamma värdegrunden är formulerad i följande principiella målsättningar⁵⁷:

Principle of health

Organic Agriculture should sustain and enhance the health of soil, plant, animal, human and planet as one and indivisible.

Principle of ecology

Organic Agriculture should be based on living ecological systems and cycles, work with them, emulate them and help sustain them.

⁵⁷ IFOAM Principles of organic agriculture:
www.ifoam.org/about_ifoam/inside_ifoam/organization.html.

Principle of fairness

Organic Agriculture should build on relationships that ensure fairness with regard to the common environment and life opportunities.

Med utgångspunkt i de internationella normerna för ekologisk odling formulerade Nordiska IFOAM redan 1986 följande definition, idébakgrund och målsättning för ekologiskt lantbruk vilka sedan dess utgjort en bas för arbetet:

Nordisk eko-plattform

Definition: Med ekologiskt lantbruk avses ett självbärande, uthålligt, agro-ekosystem i balans. Systemet baseras så långt det är möjligt på lokala och förnyelsebara resurser.

Ekologiskt lantbruk bygger på en helhetssyn, som omfattar de ekologiska, ekonomiska och sociala sidorna av lantbruksproduktionen, både i ett lokalt och globalt perspektiv. I det ekologiska lantbruket betraktas naturen som en helhet med sitt eget värde, och människan har ett moraliskt ansvar att driva lantbruket på ett sådant sätt att kulturlandskapet utgör en positiv del av naturen.

Som mål formulerades att ett ekologiskt lantbruk ska:

- producera livsmedel av hög kvalitet, i tillräcklig mängd och rättvist fördelade
- hushålla med naturresurser och minimera negativa skador på miljön
- skapa största möjliga recirkulering av näringsämnen
- vårda ett kulturlandskap med artrikedom och genetisk mångfald
- bevara jordarnas långsiktiga bördighet
- bedriva djurskötsel som tillfredsställer husdjurens naturliga beteenden och behov
- ge lantbrukaren en rimlig inkomst, tillfredsställelse i arbetet och säker arbetsmiljö

Som en konsekvens av de ovan beskrivna målen, som innebär att man bör skydda den biologiska mångfalden, hushålla med ändliga resurser och undvika negativa skador på miljön, så används varken kemiska bekämpningsmedel eller industriellt framställda mineralgödselmedel (konstgödsel) i ekologisk odling.



Med ekologiskt lantbruk avses ett självbärande, uthålligt, agro-ekosystem i balans.

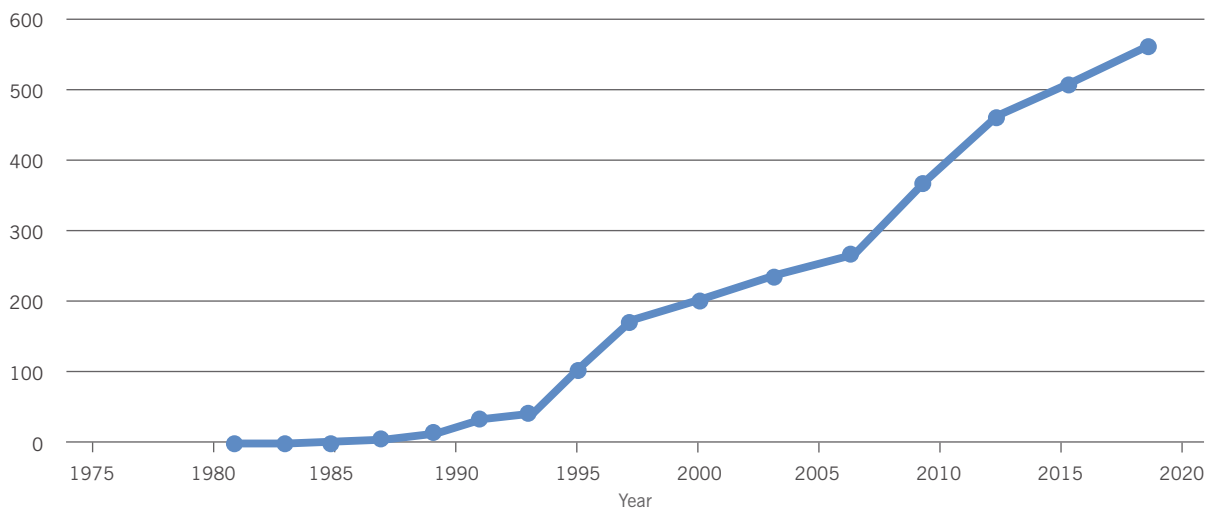
Genombrott

1980-talet innebar ett genombrott för den ekologiska odlingen i de nordiska länderna. Utvecklingen har hittills gått snabbast i Sverige. Arealen ökade från cirka 1 500 ha (0,05 procent av landets totala åkerareal) år 1980 till 33 000 ha år 1990 (en procent), till 120 000 hektar år 1997. Figur 46. År 2017 uppgick den ekologiska odlingsarealen enligt jordbruksverket till 577 200 ha varav 450 000 ha var åkermark och 126 000 ha betesmark. Det innebär att den ekologiska odlingsarealen nu uppgår till totalt 19 % av odlingsmarken. Statligt stöd till forskning om alternativ odling infördes år 1986, och statliga rådgivartjänster inrättades. I dag marknadsförs ekologiskt odlade produkter av samtliga de tre stora dagligvarublocken och efterfrågan är i allmänhet större än tillgången.

Vad som släpar efter är forskning och rådgivning, som inte haft den andel av de samlade resurserna för utvecklingsarbete och information som den fortsatta ökningen av odlingen kräver. Sveriges Lantbruksuniversitet har hittills inte inrättat någon institution för ekologisk produktion och har numera inte heller några särskilda kurser för agronomistuderande i sådan produktion. Synsättet är att ekologisk odling skall ingå som moment inom respektive fackområden och institutioner. Initiativ pågår nu vid andra universitet för att fylla det behov som här finns för en samlad högre utbildning i ekologisk odling och en samverkan för detta är nu under utveckling inom hela Östersjöområdet, inom ramen för Östersjöprojektet BERAS.

Figur 46. Den ekologiska odlingens i Sverige under de senaste 40 åren. Arealen ekologisk odling som berättigar till miljöstöd utgör nu knappt 18 % av den totala arealen åkermark. En del av den ekologiskt godkända arealen bör betraktas som lågproduktiv extensiv odling utan användning av konstgödsel och bekämpningsmedel vilket bidrar till de genomsnittligt låga skördenivåer som finns angivna i officiell statistik.

Growth of the organic agricultural land in Sweden 1981-2017



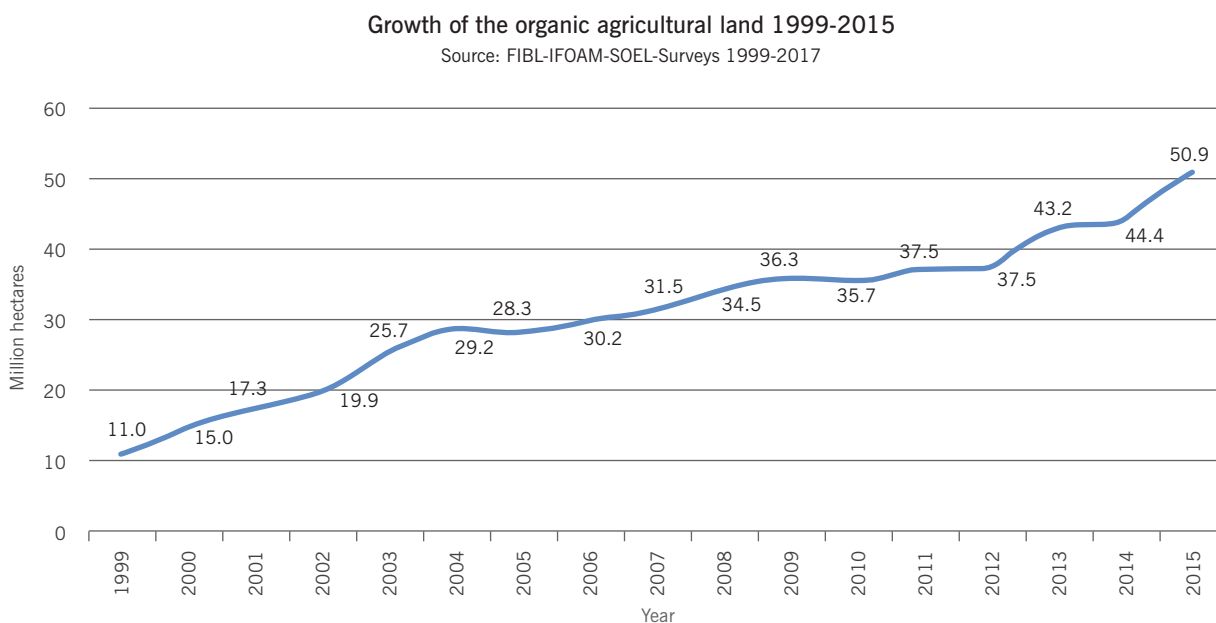
Motsvarande utveckling som i Sverige har skett runt om i Europa med länder som Tyskland, Österrike, Schweiz och Finland som trendledare. Och expansionen fortsätter. I Sverige beslutade under 2017 regering och riksdag om en ny livsmedelsstrategi. Enligt beslutet⁵⁸ skall den ekologiska odlingsarealen uppgå till minst 30 av odlingsarealen samt att 60 % av all offentlig mat (skolor, åldringsvård, sjukvård) skall vara ekologisk fram till år 2030. Huvudargumentet för detta är att ökad ekologisk odling är ett av medlen för att uppnå de nationella miljökvalitetsmålen.

Redan under 1950-, 1960- och 1970-talen pågick ett forskningsarbete vid några ideellt finansierade forskningsinstitut. Så småningom genomfördes också projekt vid några universitet. I Sverige bedrevs under knappa materiella förhållanden ett pionjärbete vid Nordisk Forskningsring i Järna av agronom Bo Pettersson samt Magda Engqvist. Detta forskningsarbete lade en grund för det biodynamiska och ekologiska jordbruket i Norden. Den första doktorsavhandlingen i Norden med jämförelser mellan vad som då kallades alternativ odling och konventionell odling

⁵⁸ Prop. 2016/17:104 En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet <https://www.regeringen.se/informationsmaterial/2017/01/kortversion-en-livsmedelsstrategi-for-sverige/>

Författaren har starkt kritiserat Regeringens livsmedelsstrategi som ej tillräckligt långtgående och motsägande: Vi förlorar miljökampen – nya livsmedelsstrategin duger inte. GP den 27 dec. 2017.

Figur 47. Den ekologiska odlings omfattning ökade globalt från 11 miljoner ha 1999 till 50 miljoner ha 2015 då den uppgår till drygt 3 % av världens totala uppodlade areal på 2 400 miljoner ha (FIBL, 2018).



”

Ekologiskt lantbruk är ett utvecklingsprojekt med målsättningen att åstadkomma ett uthålligt jordbruk och att producera högvärdiga livsmedel.

vid Sveriges Lantbruksuniversitet godkändes 1981. Den byggde på fältförsök, som genomfördes parallellt i Järna och Sveriges Lantbruksuniversitet med finansiering från Ekhagastiftelsen, som kommit till tack vare en donator med intresse speciellt för biodynamisk odling. De forskningsresultat som där framkom, visade måttliga skördeskillnader mellan konventionella och ekologiska odlingsmetoder (5-20 procent lägre skördar i ekologisk odling i jämförelse med konventionell odling). Skillnaderna kan vara större på gårdsnivå. Den största skördeskillnaden i försöken var för potatis där potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*) gav ca 20 % lägre skörd i den obesprutade odlingen.

Väsentliga skillnader till förmån för biodynamiska odling kunde konstateras vad gäller näringskvalitet, lagringsduglighet och markens bördighets-egenskaper. Fortsatt forskning med försök på biodynamiska gårdar pågår vid Biodynamiska Forskningsinstitutet i Järna för att vidareutveckla ekologisk biodynamisk odling (www.sbf.se)⁵⁹

Benämningen ekologiskt lantbruk avser inte någon färdig odlingsmetod. Ekologiskt lantbruk är ett utvecklingsprojekt med målsättningen att åstadkomma ett uthålligt jordbruk och att producera högvärdiga livsmedel. De inledningsvis nämnda principerna för biologiska kretslopp, samverkan mellan mångfalden levande organismer och förnyelsebar energi står här i förgrunden. Ekologiskt lantbruk handlar inte bara om att lösa de rent tekniska och praktiska frågorna. Det handlar också om att införa ett nytt tänkesätt när det gäller vårt förhållande till naturen och det levande.

Regler

De certifierade produkter som säljs på marknaden är i Sverige certifierade av kontrollföreningen Krav. Produkter som dessutom följer kriterierna för biodynamisk odling har Demetermärket som tillägg. Utöver den ovan beskrivna internationella gemensamma målsättningen, som gäller för alla certifierade ekologiska produkter, finns det detaljregler för olika områden som odlaren förbinder sig att uppfylla i ett särskilt kontrakt, som sedan kontrolleras genom gårdsbesök av en kontrollant. KRAV utför inte kontrollen själv. Den genomförs i dag av fyra certifieringsorgan: Kiwa Aranea certifiering, SMAK, HS certifiering, Valiguard. Under den gemensamma benämningen ekologisk produktion ryms flera odlingsriktningar varav biodynamisk odling är den mest särpräglade. Där gäller kravet att det alltid skall finnas både växtodling och djur på gårdarna samt att man skall använda biodynamiska preparat för att stärka livsprocesserna i marken och växten.

⁵⁹ Biodynamisk Odling i Forskning och Försök., Telleby Bokförlag. av Artur Granstedt 1993 utkommer i en ny aktualiserad upplaga under 2018 och finns delvis publicerad i Biodynamisk Tidskrift.

MÅLEN KAN FÖRVERKLIGAS – BERAS-PROJEKTET

Om de baltiska länderna och Polen skulle införa konventionellt jordbruk enligt svensk modell skulle kvävebelastningen på Östersjön öka med över 50 procent. Om alla länder i stället lägger om till ekologiskt kretsloppsjordbruk minskar belastningen med 50 procent.

År 2003 startade det av EU delfinansierade projektet BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society) som omfattade samtliga åtta EU-länder runt Östersjön. I denna studie gjordes jämförelser mellan dagens konventionella jordbruk och vad som definierades som ekologiskt kretsloppsjordbruk med en djurhållning anpassad till gårdens egen foderproduktion. Totalt ingick 48 typgårdar fördelade mellan de åtta EU-länderna runt Östersjön, utvalda så att de representerade de olika odlingsförhållanden som gäller inom området (Fig 48). Projektet pågick under tre år (2003–2006) och var koordinerat från Biodynamiska forskningsinstitutet i Järna. Totalt 50 forskare medverkade från universitet och forskningsinstitutioner i de olika länderna. I studierna ingick utvärdering



Figur 48. Karta utvisande lokaliseringen av de 48 typgårdarna i EU-projektet BERAS 2003–2006 i Sverige, Finland, Estland, Lettland, Litauen och Polen, en mindre del av Tyskland som ingår i avvattningsområdet, samt Danmark. Även en del av Ryssland med enklaven Kaliningrad ingår i avvattningsområdet, men ingick ej i studien.

BERAS-project 2003–2006

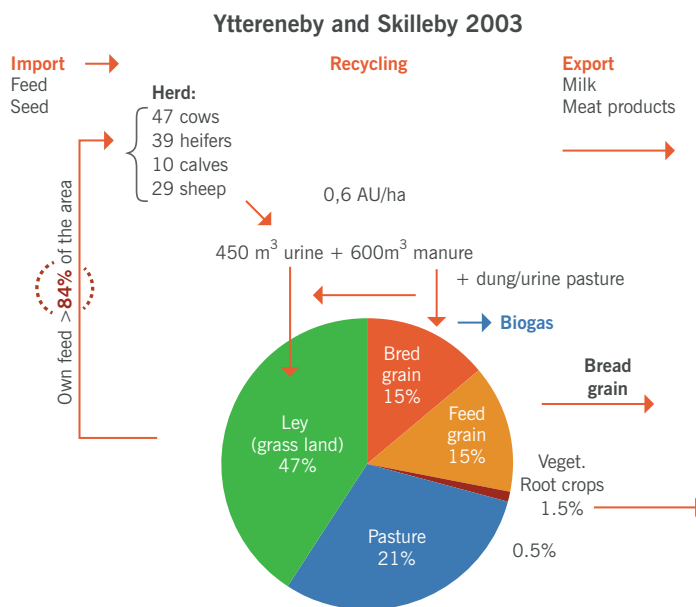
- 20 partners from 8 countries
- Pilot studies on 48 farms
- Nutrient balances
- Leakage measurement
- Energy and global warming potential
- Consumer surveys

av klimatpåverkan, läckaget av växtnäring, inverkan på den biologiska mångfalden samt också ekonomiska och sociologiska studier. Metoder och resultat finns redovisade i sju rapporter, utgivna vid Sveriges Lantbruksuniversitet samt i ett antal vetenskapliga internationella tidskriftsartiklar varav några redan är publicerade och andra förbereds för publicering. Som grund för projektet ligger de ekologiska grundprinciper som beskrivits i inledningen: flödande energi från solen, kretslopp och den biologiska mångfalden. Mat och andra nyttigheter produceras i tillräcklig mängd och av hög kvalitet och på ett sådant sätt att grundläggande ekologiska principer inte sätts ur spel.

I ett jordbruk enligt ekologiska grundprinciper är man självförsörjande med såväl eget foder som egen gödsel. Det möjliggörs genom att varje gård (eller gårdar i samverkan) inte har mer djur än vad som kan försörjas med egenproducerat foder. Mellan 60 och 90 procent av all växtnäring som grödorna tar upp, kommer här tillbaka till marken genom djurens gödsel. Det kväve som behövs tillförs genom odling av kväve fixerande baljväxter. (Figur 49).

Figur 49. Ekologisk kretsloppsgård med en djurhållning motsvarande den egna foderproduktionen. Gödseln går genom en unik biogasanläggning för fastgödsel innan den också komposteras före utspridning.

Exempel på en ekologisk kretsloppsgård
(Ecological Recycling Agriculture/ERA)
Försöksgården Yttereneby – Skilleby i Järna
Djurantalet är anpassat till foderproduktionen: 84% för foderodling och 16 % för avsalu av odlingsarealen med en djurintensitet på (0,6 AU/ha) vilket motsvarar genomsnittet för Sverige och Europa vid dagens animaliekonsumtion.



Arable land	ha		Crop rotation	
Crop rotation	106	Year	1	Spring cereals + insowing
Pasture	29		2	Ley I
Vegetable -			3	Ley II
root crops	2		4	Ley III
Total	137		5	Winter cereals
Natural pasture	25			

För BERAS-projektet och dess typgårdar gällde följande:

1. En mångsidig växtföljd med en tillräckligt stor andel vall med baljväxter för att säkerställa odlingssystemets behov av kvävetillförsel genom biologisk kvävefixering och utan användning av syntetiskt framställt mineralkväve och kemiska bekämpningsmedel. Det innebar för BERAS-gårdarna minst en tredjedel vall i växtföljden och inklusive beten en vallandel på omkring 50 % av odlingsarealen samt en djurhållning till en större andel baserad på grovfoder (gräs och baljväxter i stället för spannmål och importerad soja).
2. En blandad produktion med både livsmedelsgrödor för avsalu och en djurhållning anpassad till den egna foderproduktionen, för att säkerställa största möjliga återcirkulation av växtnäring och samtidigt förhindra växtnäringsöverskott. Det innebär på BERAS-gårdarna att djurhållningen i praktiken begränsas till 85 % av vad den aktuella gården kan producera i form av fodergrödor. Detta motsvarar i genomsnitt 0,6 djurenheter per ha, en gödselproduktion som begränsades till maximalt motsvarande 50 kg kväve per ha (mindre än en tredjedel av vad som tillåts i det enligt HELCOM och det i EU gällande nitratdirektivet).

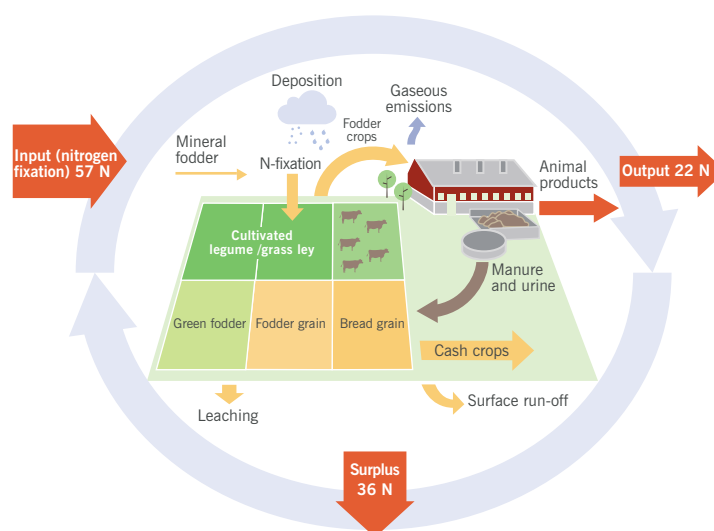
Inte tillbaka till det gamla

Gårdsexemplet i figur 49 visar fördelningen av grödor på den biodynamiska försöksgården Skilleby som är representativ för genomsnittet av de 48 ekologiska kretsloppsgårdarna. Som synes åtgår så mycket som 84 % av odlingsarealen för odling av foder till det antal djur som anpassats till gårdens produktion (47 mjölkkor, 39 ungdjur, 10 kalvar och 29 får år 2003). Den återstående arealen är avsalugrödor som brödsäd, potatis och en mindre del grönsaker som motsvarar genomsnittet i jordbruket. Arealfördelningen motsvarar dagens konsumtion, där animalieprodukter står för den största delen av proteinförsörjningen. En fullständig växtnäringsbalans för denna typgård finns som en bilaga till boken (bilaga 2). Dagens kretsloppsbase ekologiska jordbruk innebär inte att man går tillbaka till ett föråldrat jordbruk, däremot att man med dagens teknik och kunnande åter driver jordbruket enligt grundläggande ekologiska principer⁶⁰.

⁶⁰ Granstedt, A., Schneider, T., Seuri, P & Thomsson, O. 2008. Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea. Journal Biological Agriculture and Horticulture. 26(3) 279-307

Ekologiskt kretslopps jordbruk

- Hushållning med ändliga resurser och minskade näringsförluster genom en till den egna foderproduktionen anpassad djurhållning så att mesta möjliga näring kan återcirkulera (0.6–0.8 djurenheter/ha)
- Självförsörjning med kväve genom biologisk kvävefixering (växtföljd med baljväxt-delar som kvävekälla).
- Vård av den biologiska mångfalden och marken som resurs genom mångsidig växtföljd, vallodling och ingen kemisk bekämpning.



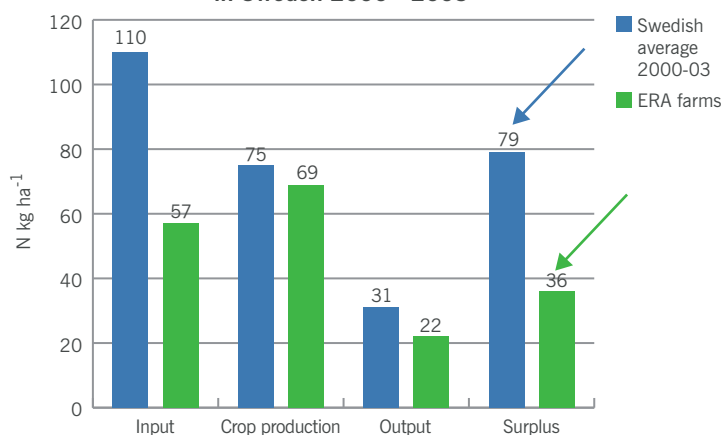
Figur 50. Förenklad principbild av den ekologiska kretsloppsgården: Liten tillförsel och maximal återanvändning av växtnäringen (recirkulering) ger minsta möjliga förluster. Det förverkligas genom en anpassning av djurhållningen till den egna foderproduktionen och en baljväxtbaserad vallodling i växtföljden. Det resulterar i ett 50 % lägre kväveöverskott och 70–75 % lägre kväveläckage än i det genomsnittliga konventionella jordbruket. För fosfor finns inget överskott, värdet är negativt vilket långsiktigt synes kompenseras av vittringsprocesser i marken. Den högre andelen vall bidrar ytterligare till minskning av läckageförlusterna samt uppbyggnad av markens humusförråd.

Det genomsnittliga kväveöverskottet i det svenska jordbruket beräknades till 79 kg per ha och år och till 36 kg per ha och år på de 12 svenska BERAS-gårdarna (Figur 51). Den totala animalieproduktionens storlek är i denna jämförelse densamma i konventionell och ekologisk odling (0,6 djurenheter per ha) men med den väsentliga skillnaden att djuren är arealmässigt fördelade i förhållande till varje gårds egen foderproduktion på BERAS-gårdarna. Detta förhindrar att stora outnyttjade gödsel- och näringsöverskott uppstår. Ammoniakförlusterna från djurhållningen blir desamma vid samma totalmängd djur, men överskottet som belastar marken och som slutligen leder till läckage till Östersjön är 70–75 % lägre på BERAS-gårdarna⁶¹, jämfört med det genomsnittliga svenska jordbruket. (Figur 52).

Denna jämförelse räknat per ha åker gäller för Sverige och är principiellt likartad för Finland. För de baltiska länderna är situationen en annan till följd av den låga produktionen och de ännu låga insatserna och därav följande förluster. Ett ekologiskt jordbruk såsom här beskrivits skulle innebära en ökad produktion med små förluster. Vägvalet för det framtida Östersjöjordbruket framgår av figur 53.

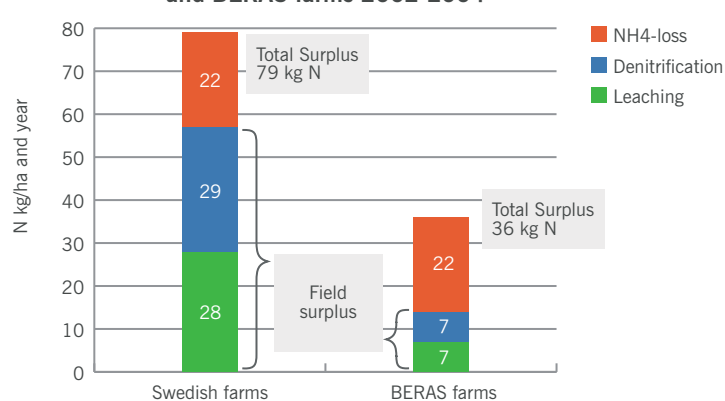
⁶¹ Larsson, M. & Granstedt, A. 2010. Sustainable governance of the agriculture and the Baltic Sea – agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. Ecological Economics(ISEE). Accepted May 2010.

Reduced nitrogen surpluses on the ERA farms in Sweden 2000 - 2003



Figur 51. Ekologiska kretsloppsgårdar har mer än 50 % lägre kväveöverskott per ha än det genomsnittliga jordbruk som bedrivs i Sverige. Produktionen av vegetabilieprodukter var ca 8 % lägre än inom det genomsnittliga svenska jordbruket (här uttryckt i kg kväve per ha). Totalt beräknat i form av animalie- och vegetabilieprodukter är dock produktionen 30 % lägre beroende på den betydligt högre andelen grovfoderbaserat kött i det ekologiska alternativet.

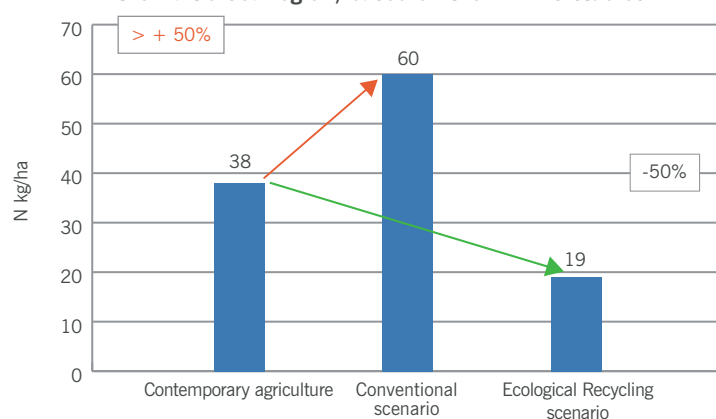
Nitrogen surpluses in Swedish agriculture and BERAS-farms 2002-2004



The results indicate 70-75% lower leakage of nitrogen from BERAS-farms compared to the conventional agriculture.

Figur 52. Om man räknar bort ammoniakförlusterna som är av samma storleksordning i konventionell och ekologisk odling får man värdet på markförlusterna. De lägre markförlusterna i ekologiskt kretsloppsjordbruk innebär att kväveläckaget är 70-75 % lägre än inom dagens konventionella jordbruk vid samma genomsnittliga djurintensitet (EU-projektet BERAS 2003-2006).

Three scenarios for average field surplus of nitrogen from agriculture in the Baltic Sea region, based on the BERAS studies



Figur 53. Tre scenarier presenterades som resultat från BERAS-projektet: 1) Dagens belastning som kräver omedelbara åtgärder för att rädda Östersjöns miljö. 2) Införandet av ett konventionellt jordbruk enligt svensk modell i de baltiska länderna och Polen skulle innebära en ökning av den totala belastningen med över 50 %. 3) Omläggning till ekologiskt kretsloppsjordbruk skulle i enlighet med resultaten från de 48 typgårdarna innebära en minskad kvävebelastning med 50 % och inget fosforöverskott(Granstedt m. fl. 2008).



Figur 54a och b. Långliggande försök finns på samtliga skiften i den femåriga växtföljden på Skilleby försöksgård. Havre med insådd, Vall I, Vall II, Vall III och Höstvet (åren 1991–2011). Här jämförs verkan av komposterad och okomposterad gödsel i tre gödslingsnivåer samt även verkan av de i biodynamisk odling speciella biodynamiska preparaten. Den långsiktiga påverkan på bördigheten i marken, mullhalten, skörden och produkternas kvalitet studeras. Kartan ritades av Gottfried Geiger 1996, mångårig prisbelönt biodynamisk jordbrukare och rådgivare (Figur 54c). På kartan framgår de fem grundelementen i jordbruket: Gårdsbyggnader med bostäder och stallar för djuren, trädgård närmast gårdscentrum, åkerarealer där en ordnad växtföljd tillämpas med närande och tärande grödor samt kulturbeten, ängsmark som utgör beten för köttdjur, får och ungdjur och skogsmarken som kultiveras för ved och virke. På kartan är också den vandringsslinga för demonstration av odling, försök och landskap som finns på gården.

Bördighet kan återskapas

Grundmaterialet för de humusuppbyggande processerna i marken är organiska rester av mångtusenårig vegetation. Vid odling bryter man dessa processer och en nedbrytning sker av humusförrådet. Den uppodling, som skett runt om i världen antas ha minskat de berörda markernas ursprungliga organiska kolförråd i form av humus med i storleksordningen 60 % inom tempererade områden och över 75 % i tropiska områden. Det går att förhindra fortsatt nedbrytning genom att använda organisk gödsel och genom att odla humusuppbyggande vallbaljväxter så som tidigare beskrivits. Så sker emellertid inte – särskilt inte i de områden där man ensidigt odlar spannmål och andra avsalugrödor som enbart gödslas med mineraliska gödselmedel. Stora områden i världen fortsätter att gå förlorade som odlingsmark genom felaktiga brukningsmetoder, och för att kompensera den förlorade marken har människor fortsatt att avverka skog.

Vårt kallare klimat bidrar till att degraderingen av markens humusförråd går långsammare än i sydligare länder. Vallodlingens införande i början av 1800-talet innebar att odlingsmarkerna återuppbyggdes och en skonsamhet mot de nya marker som odlades upp. Markvård genom vallodling och återförd stallgödsel pågick ännu fram till 1950-talets början som en grundförutsättning för allt jordbruk, men avbröts här i Norden i de områden där ensidig spannmålsodling infördes. Det gällde särskilt i de nu djurfattiga områdena i Mellansverige och i södra Finland. Med avtagande mullhalter försämrades markernas vatten- och näringshållande förmåga och det markbiologiska livet avtar. Beroendet av lättlöslig växtnäring (konstgödsel) ökar därmed liksom behovet av större dragkraft för plöjning och jordbearbetning. Detta får till följd att marken packas hårdare och en ond cirkel uppstår.

Redan 1958 startade ett långliggande försök i Järna i Sörmland, som sedan fick pågå i 32 år med jämförelser mellan mineralisk och organisk gödsling⁶². Försöket visade hur ett biodynamiskt jordbruk genomfört enligt principerna för ekologiskt kretsloppsjordbruk, under årtionden kan återuppbygga markens humusförråd. Parallellt startade också flera kortare försök som bekräftade dessa resultat. Motsvarande långliggande försök med liknande resultat finns redovisade från några fler platser i världen.

⁶² Granstedt, A. & Kjellenberg, L. 2008. Organic and biodynamic cultivation – a possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and be a significant carbon sink in Nordic conditions. Second Scientific ISOFAR Conference in Modena 18-20 June 2008.

Sedan 1991 pågår fortsatt långliggande jämförande gödslingsförsök men på en hel gård, Skilleby försöksgård i Järna, under ledning av författaren (Figur 54). Dessa uppvisar nu efter tre växtföljdsomlopp en humusupbyggnad i matjordsskiktet (0-20 cm) motsvarande 400 kg kol (= 1,5 ton koldioxidequivalenter) per ha och år (Figur 55). Den visar sig vara signifikant högre när biodynamisk odling med kompostering användes. Alvprov tyder på att det sker en humusupbyggnad även djupare ner i marken som nu studeras vidare i fortsatta försök i mån av resurser för detta. Här tillämpas en grovfoderbaserad djurhållning (kor som äter foder från gräs och klöverbullar) och återförsel av stallgödsel som dessförinnan komposterats. Vallgrödorna finns i tre av fem år i växtföljden och vallens humusupbyggande verkan är också dokumenterad i särskilda vallförsök på försöksgården⁶³.

”

Det går att förhindra fortsatt nedbrytning genom att använda organisk gödsel och genom att odla humusupbyggande vallbaljväxter.

Figur 54c.

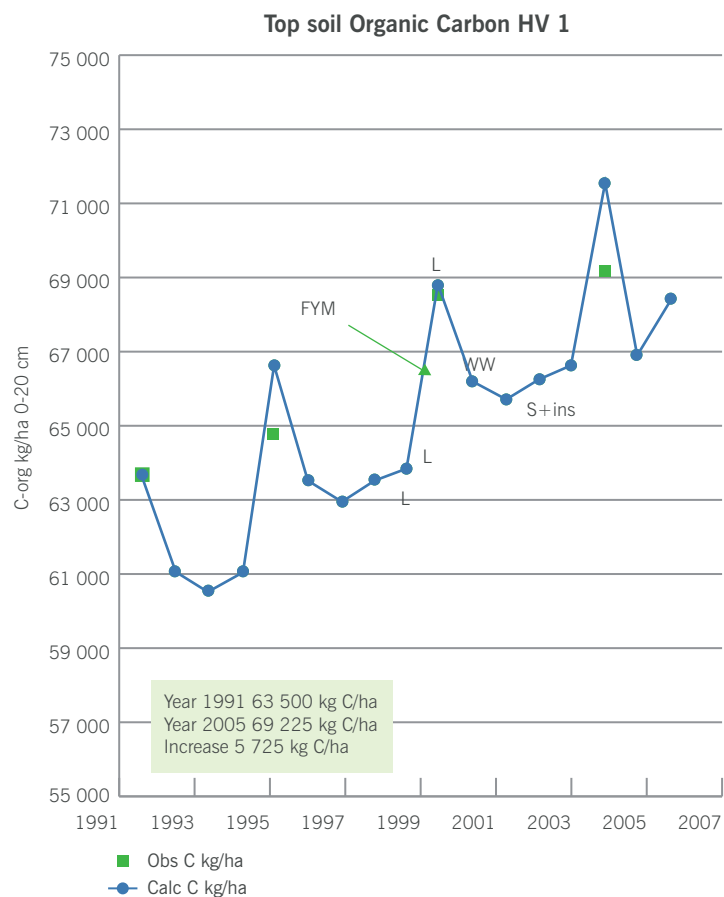


⁶³ Granstedt, A., and GL-Baekström, G. 2000. Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. American Journal of Alternative Agriculture, vol. 15, no. 2, pages 68–78. Washington University.

Baljväxtvallen – dubbelt nyttig

Framtida mat från ekologiskt kretsloppsjordbruk med vallodling innebär en minskad klimatbelastning jämfört med konventionell odling dels genom humusuppbbyggnad, dels genom avsaknad av konstgödsel. Baljväxtvallarnas dubbla egenskap att genom baljväxtsymbiosen binda kväve ur luften och samtidigt bygga upp markens humusförråd, direkt genom skörderester och rötter och indirekt genom återcirkulation via djurhållningen gör detta möjligt.

Figur 55. Resultat från de pågående bördighetsförsöket på Skilleby. Observerade och modell beräknade värden skifte HV1: Organiskt kol i marken (0-20 cm) ökade från 2,12 till 2,31 % 1991–2005. Det innebär en ökning med 5 700 kg C /ha (ca 400 kg/år). Växtföljd (crop rotation): Vall I (Ley I), Vall II (Ley II), Vall III (Ley III), Höstvete (W.Weat), Vårsäd med insädd (Spr.cr. +ins). Stallgödsel (FYM, Farm Yard Manure) till höstvete efter vallbrott. Källa: Granstedt 2011, www.jdb.se/sbfi.



MATKASSEN – KONSEKVENSER FÖR MILJÖ OCH KLIMAT

Ett vanligt argument mot ekologisk produktion är att de ekologiska skördarna blir lägre och att det därför krävs större åkerareal. Därför var det viktigt i BERAS-projektet att jämföra miljöbelastningen beräknat per konsument. Det visade sig att kväveläcket räknat per person blir drygt 60 procent lägre med mat från enbart ekologiska kretsloppsgårdar.

Mat från ekologiska kretsloppsgårdar

Omläggning av hela jordbruket med de 48 BERAS-gårdarna som förebild skulle få långtgående konsekvenser för både Östersjöns miljö och för klimatet. En rättvisande jämförelse kräver att vi jämför dagens jordbruk med det ekologiska kretsloppsjordbruket med utgångspunkt från vårt val av mat, d v s vilket system maten kommer ifrån. Det är hela odlings-systemet med dess olika produktionsgrenar och hur de samverkar som avgör konsekvenserna för miljön. Även livsmedelskedjans olika led från produktion, förädling och distribution har här beaktats och specialstuderades inom ramen för en licentiatavhandling⁶⁴.

Under år 2004 gjordes studier av 15 familjer i Järnaregionen, som konsumerade mer ekologiskt, jämfört med den svenska medelkonsumtionen. Resultaten från en liknande studie i Juva i Finland finns också utförligt beskrivna i rapport 5 från BERAS⁶⁵ och går att ladda ned från internet: www.beras.eu. Det visade sig att ekokonsumenterna i Järna i genomsnitt hade en mer s k laktovegetarisk kosthållning. Köttkonsumtionen var ca 80 % lägre och bestod huvudsakligen av kött från idisslare (dvs. kor och får), familjerna konsumerade något mer mejeriprodukter, mindre potatis men mer rotfrukter och mer grönsaker (Figur 56).

”

Det är hela odlingsystemet med dess olika produktionsgrenar och hur de samverkar som avgör konsekvenserna för miljön.

⁶⁴ Wallgren, C. 2008. Food in the Future. Licentiatavhandling. KTH, Stockholm

⁶⁵ Hannula and Thomsson, 2005. Consumer surveys in Juva, Finland and Järna, Sweden for identification of eco-local food baskets. In: Environmental impacts of ecological food systems –final report from BERAS WP2, (Editors: Granstedt, A., Thomsson, O. and Schneider, T.). BERAS report 5. Ekologiskt Lantbruk. 46. Centre for Sustainable Agriculture, CUL, SLU. Uppsala.

Med resultaten från denna studie och statistik från svensk medelkonsumtion per år, kunde i BERAS-projektet⁶⁶ fyra olika alternativa scenarier utarbetas för miljö- och klimatkonsekvenserna av människors val av kost.

1. Medelkonsumentens konventionella konsumtion.
2. Medelkonsumentens konsumtion men all mat från BERAS-gårdar.
3. Medelkonsumentens konsumtion men med närproducerade och förädlade BERAS-produkter som specialstuderades för Järna-regionen med dess lokala förädlings- och distributionsverksamheter.
4. Mer vegetarisk kost (80 % mindre kött) baserat på närproducerade och förädlade BERAS-produkter. Konsumtion hos ett antal Järna-familjer med en genomsnittlig låg konsumtion av spannmålsbaserade animalieprodukter som gris och fjäderfäkött.

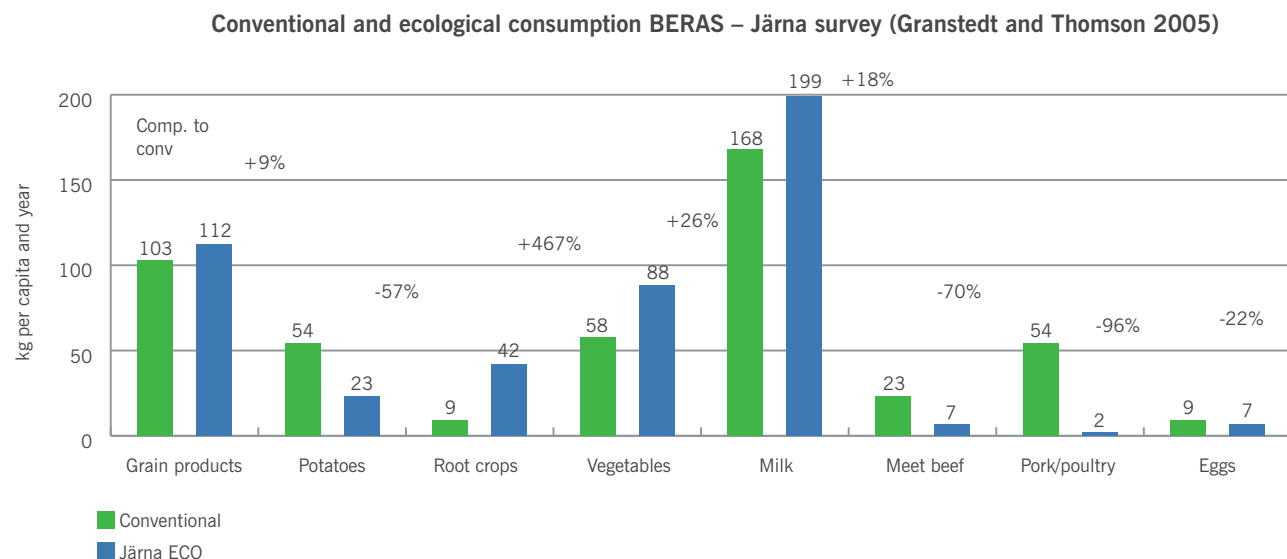
Resultaten framgår av figur 56, 57, 58a och 58b.

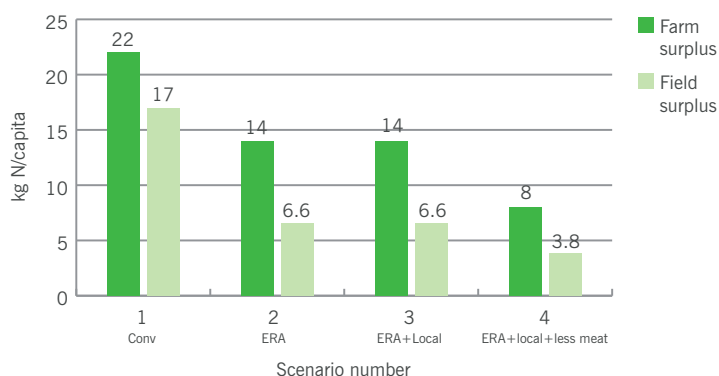
⁶⁶ Granstedt, Thomsson, Seuri and Kuisma, 2005. Food Basket Scenarios In: Environmental impacts of ecological food systems –final report from BERAS WP2, (Editors: Granstedt, A., Thomsson, O. and Schneider, T.). BERAS report 5. Ekologiskt Lantbruk. 46. Centre for Sustainable Agriculture, CUL, SLU. Uppsala.

Larsson, M. & Granstedt, A. 2010. Sustainable governance of the agriculture and the Baltic Sea – agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. Ecological Economics 69 (2010) 1943-1951

Larsson, M., Granstedt, A. and Thomsson, O. 2011. Sustainable Food System –Targeting Production Methods, Distribution or Food Basket Content? . InTech - Organic Food and Agriculture / Book 1

Figur 56. Konventionell medelkonsumtion av baslivsmedel per år jämfört med en alternativ huvudsakligen laktovegetarisk ekologisk konsumtion (80% mindre kött), medelvärden dokumenterade för 15 familjer i Järna under 2004 i Östersjöprojektet BERAS.





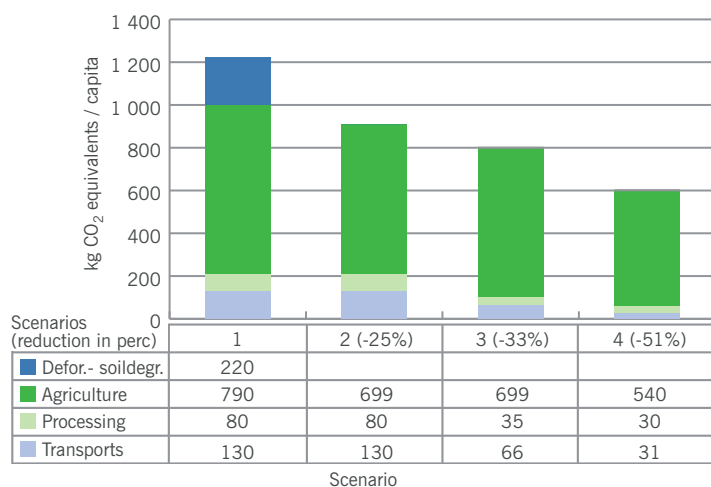
Inverkan på havet

Tidigare har vi sett hur ett ekologiskt kretsloppsjordbruk under svenska förhållanden kan leda till en minskning av kväveläcket från åkermarken med 70–75 %, jämfört med det genomsnittliga konventionella jordbruket med dess specialisering på växtodlingsgårdar eller intensiva djurgårdar. Även fosforförluster minskar. Inget överskott av fosfor uppstår i marken, så som på djurgårdar med för mycket stallgödsel.

Ett vanligt motargument är att skördarna blir lägre vid ekologisk produktion och att det följaktligen krävs större åkerareal. Därför var det viktigt att jämföra miljöbelastningen i dagens konventionella jordbruk med ett ekologiskt kretsloppsjordbruk beräknat per konsument. Av figur 57 framgår att kväveläcket räknat per person blir drygt 60 % lägre med mat från enbart ekologiska kretsloppsgårdar jämfört med mat från dagens genomsnittliga jordbruk. Resultaten bygger på utvärderingen av verkliga gårdar under tre år, där skördarna blir något lägre än i det konventionella jordbruket och med en köttproduktion som kräver

Figur 57. Kväveöverskott per capita på gårdsnivå och fältnivå vid dagens konventionella konsumtion (scenario 1), vid konsumtion av produkter från BERAS-projektets typgårdar (ERA) (scenario 2), vid konsumtion av huvudsakligen lokalproducerad mat från BERAS-gårdar (scenario 3) och vid huvudsakligen laktovegetarisk konsumtion från BERAS-gårdar (scenario 4).

Figur 58a. Emissioner av växthusgaser (koldioxid-ekvivalenter) per år från svenskt jordbruk, förädling och från transporter beräknat per capita vid dagens genomsnittliga konsumtion av jordbrukets basprodukter (scenario 1), vid konsumtion av produkter från BERAS-projektets typgårdar (scenario 2), vid konsumtion av huvudsakligen lokalproducerad mat från BERAS-gårdar (scenario 3) och vid huvudsakligen laktovegetarisk konsumtion från BERAS-gårdar (scenario 4). (Källa: Bearbetning av resultat från Granstedt och Thomsson, 2005)



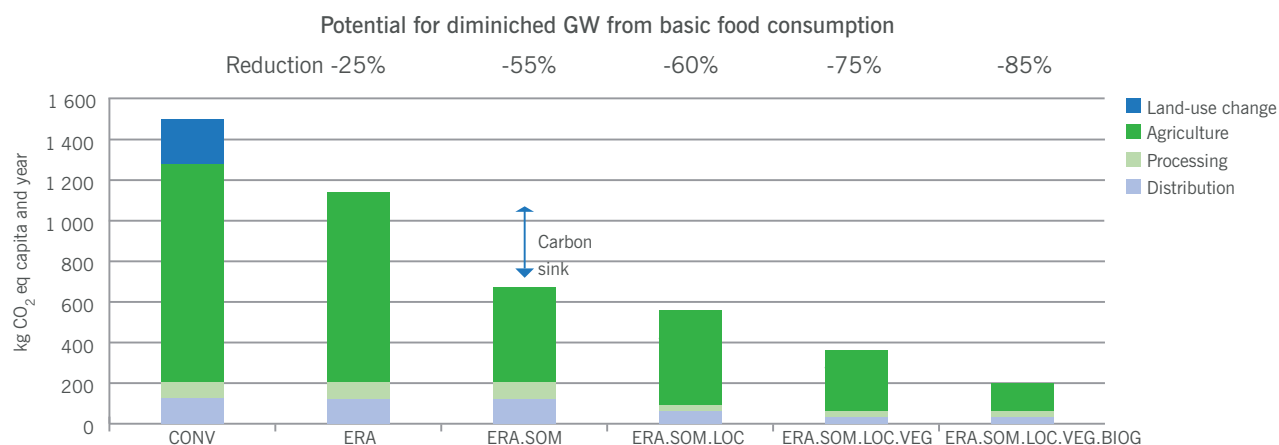
Förklaringar

Defor. soildegr. Emissioner från avskogning och markförstöring för produktion av palmolja (Malaysia) och nötkött (Brasilien) för svensk livsmedelsproduktion och konsumtion (NVV 2010, rapport 5903). Till det kommer den här ej beaktade indirekta emissionen av växthusgaser som produktionen av soja leder till och som också ingår i den konventionella foderförsörjningen.

Agriculture: Övriga delar av jordbruksproduktionens klimatpåverkan inklusive emissioner av växthusgaser från djurhållningen.

Processing: Emissioner av växthusgaser vid förädling (slakt, kvarn, bageri, mejeri).

Transports: Transporter olika led fram till butik.



Figur 58b. Framtidsscenarier baserat på resultat från BERAS-projektet med hänsyn till möjliga förändringar vad gäller markanvändning, jordbruk, förädling och distribution: Mat från ekologiska kretsloppsgårdar (ERA) skulle med hela produktionskedjan kunna minska klimatbelastningen med cirka -25 %. Beaktas också uppbyggnaden av markens organiska substans (ERA.SOM) påvisbar efter minst ett växtföljdsomlopp så minskar klimatbelastning med -55 %. Lokal förädling och distribution (ERA.SOM.LOC) minskar klimatbelastningen ytterligare till -60 %-. Med också mer vegetarisk och nästan enbart grovfoderbaserad kött- och mjölkproduktkonsumtion (ERA.SOM.LOC.VEG.) minskar belastningen med -75 % och med produktion av gårdsbaserad biogas som drivmedel av gårdens egen gödsel (ERA.SOM.LOC.VEG. BIOG), så minskar klimatbelastningen med -85 % (Granstedt, 2012). I det sista två stegen så halveras också den erforderliga åkerarealen för vår försörjning med basmaten i Sverige, till mindre än 2000 kvm per capita.

en större areal, eftersom den till stor del baseras på grovfoder (gräs och klöver i stället för spannmål och importerad soja).

Minskad köttkonsumtion och motsvarande minskad köttproduktion skulle i enlighet med scenario 4 leda till ytterligare minskade närsaltförluster. I enlighet med beräkningarna för scenario 4 med 80 % mindre köttkonsumtion och motsvarande högre konsumtion av grönsaker skulle kväveläckaget per konsument minska med 80 %.

Kalkylerna i scenario 1, 2 och 3 bygger på den aktuella medelkonsumtionen av kött, mejeriprodukter och vegetabilier. I Scenario 2 förutsätts att alla jordbruksprodukter kommer från enbart ekologiska kretsloppsgårdar. Det ekologiska köttet i BERAS – matkassen består av mera nötkött och motsvarande mindre mängd kött från enkelmagade djur som grisar och höns jämfört med dagens konventionella konsumtion, som dessutom baseras på en viss del import av både livsmedelsprodukter och fodermedel. En ökad andel lokalt förädlad och distribuerad mat påverkar inte läckaget från själva jordbruket men möjliggör en mera lokal återcirkulation av livsmedelsavfall.

Genomförandet av scenario 2 och 3 för hela landets livsmedelsförsörjning skulle förutsätta en betydande ökning av den odlade arealen i landet från nuvarande 3,2 miljoner ha (inklusive en importareal motsvarande ca 0,6 miljoner ha) till 4,7 miljoner ha, varav en del skulle kunna bestå av mer eller mindre permanenta beten. Den uppodlade arealen skulle i detta scenario överstiga vad som var uppodlat i början på 1900-talet. Inom vårt närområde i Östersjöregionen finns emellertid också betydande outnyttjade överskottsarealer som i Lettland och Litauen.

I ett globalt försörjningsperspektiv är Scenario 4 mer önskvärt och för vår framtida överlevnad inom ramen för tillgängliga resurser och bevarad miljö nödvändig. En minskning av köttkonsumtionen med 80 % minskar arealbehovet med 40 % jämfört med dagens behov (från dagens konventionella 0,4 ha per person till 0,24 ha per person). En ytterligare minskning av animaliekonsumtionen skulle halvera arealbehovet. Samtidigt skulle jordbruket kunna baseras helt på lokala och förnyelsebara resurser, med små negativa inverknings på den omgivande miljön. Den som vill veta mer om dessa beräkningar kan läsa i själva rapporten. (Rapport 5, bilaga 1)

Inverkan på klimatet

Ett ekologiskt kretsloppsjordbruk sparar betydande mängder fossil energi för framställning av konstgödsel. En klövervall under mellansvenska förhållanden med en skörd på 7 ton torrsubstans och en klöverandel på 90% fixerar tvåhundra kg kväve per ha (Granstedt 1992). För att få samma skörd i en konventionell gräsvall krävs 200 kg konstgödselkväve som det kostar 200 liter olja att industriellt fixera ur luften. Till detta kommer att växthusgasen dikväveoxid avgas i samband med själva processen vid flertalet av de anläggningar som användes i dag. Emissioner av växthusgaser räknat per capita blir i scenario 2 ca 25 % lägre (Figur 58a) vid konsumtion av odlingsprodukter från BERAS typgårdar som också är självförsörjande på foder och därmed utan den klimatbelastning som importerade fodermedel innebär. Klimatbelastning till följd av avskogning för odling av bland annat fodersoja har här beaktats. Emissioner

Gårdsbaserad biogasanläggning



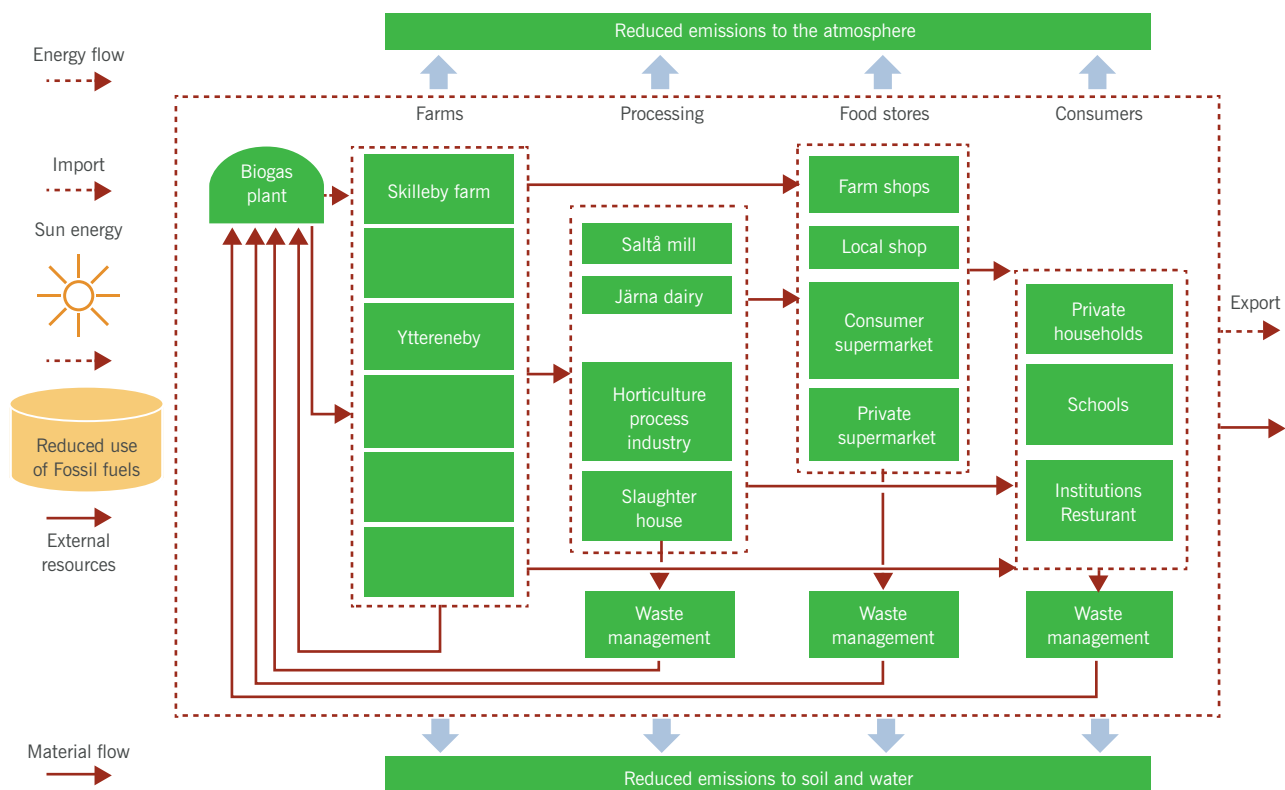
Figur 59a. På Skilleby –Yttereneby gård byggdes en unik tvåstegs gårdsbaserad biogasanläggning av Biodynamiska forskningsinstitutet. Den fungerade ett antal år (2004-2010) som försöksanläggning men är nu avvecklad. En fullständig dokumentation finns både vad gäller den tekniska utformningen och teknikens betydelse för mer effektivt näringsutnyttjande, mindre förluster samt minskade emissioner av klimatgaser. (Granstedt, 2012. On Farm Biogas Production, www.sbf.se). Anläggningen byggde i första hand på biogasproduktion baserad på gårdens egen gödsel och var unik därigenom att den arbetade med fastgödsel och som möjliggjorde efterkompostering enligt biodynamisk metodik som visade sig befrämja markens bördighetsegenskaper.

Figur 59b. Med komplettering av lokalt kvalitets-säkrat livsmedelsavfall från olika led kan här produceras så mycket förnyelsebar energi som motsvarar gårdsdriftens förbrukning av drivmedel och jämte övriga här beskrivna åtgärder kan jordbruket bli klimatneutralt. I framtiden bör fler gårdar samverka. Här möjliggörs hög andel återcirkulation av växtnäringskapitalet i det lokala jordbrukssamhället, produktion av förnyelsebar energi och kraftigt reducerade förluster av miljösäkra restprodukter till både luft och vatten. Utvärderingen visade att kvävgasförlusterna i form av ammoniak reducerades med ca 50 %, och kväveeffektiviteten ökade påvisbart i form av ökad skörd. Till detta kommer minskande emissioner av metangas från djurhållningens gödsellagring som här nyttiggöres som förnyelsebar energi istället för att belasta klimatet (Granstedt, 2012. www.sbf.se)

av klimatgaser blir 33 % lägre om konsumtionen baseras på enbart lokalproducerat (scenario 3) och 55 % om också kött från enkeltmagade djur utesluts (scenario 4).

I ett odlingssystem som bygger på biologisk kvävefixering, sker dessutom en uppbyggnad av humus i marken i motsats till konventionellt jordbruk med betydande arealer som helt saknar vallodling. (Figur 58b) Marken fungerar här som kolsänka, vilket innebär att koldioxidhalten i luften sänks, genom att den binder mer koldioxid än som avges. Den årligen bundna mängden koldioxid beräknas här till i genomsnitt 400 kg kol (= 1500 kg CO₂) per ha och år. Jordbruket kan också kompensera för den energi som förbrukas av maskiner och traktorer genom produktion av biogas från den egna gödseln. Exempel på detta finns på försöksgården Skilleby i sambruk med Yttereneby i Järna. De olika stegen där också marken beaktas som kolsänka samt införande av biogasproduktion på gårdsnivå framgår av figur 58b.

I det sistnämnda alternativet avstår man nästan från kött från gris och fjäderfä, djur som äter det vi människor kan äta direkt. Inom den



självförsörjande gårdens ramar kan man tänka sig ännu mindre mängder. Såväl grisen som hönsen under mer småskaliga former har den viktiga rollen att kunna ta tillvara och förädla allt spill och alla biprodukter som blir på en gård.

Inverkan på biologisk mångfald

Jämförande studier visar att den biologiska mångfalden är högre på ekologiska gårdar⁶⁷. I storleksordningen 1 ton daggmaskar per ha uppmättes i försöken på Skilleby försöksgård. Jämförande studier visar att daggmängden är betydligt lägre i konventionell odling. Dessa för markens bördighet viktiga organismer skadas av de kemiska bekämpningsmedlen och missgynnas i system utan organisk gödsling. De för bland annat den naturliga fosforförsörjningen viktiga symbiotiska mykorrhizasvamparna skadas av de svampbekämpningsmedel som användes. Även nyttiga insekter som bladlusbekämpande nyckelpigor och deras larver dör av insektsbekämpningsmedlen. Man står här inför ett vägval, där användningen av kemiska medel i jordbruket slår ut centrala ekologiska funktioner i den levande jorden och markväxtsystemet. Beroendet av fortsatta kemiska medel i odlingen ökar, med negativa konsekvenser även för de omgivande ekosystemen i naturen.



⁶⁷ Ahnström J. 2002. Ekologiskt lantbruk och biologisk mångfald – en litteraturgenomgång, CUL, SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) 2002

Figur 60. Anläggning av våtmarker som här på Skilleby försöksgård har det dubbla syftet att dels ytterligare minska förlusterna av kväve och fosfor, dels öka den biologiska mångfalden. Till höger klimatstationen I mätstationen samlas vattenprover för analys och data samlas och skickas vidare rörande avrinning och klimat. Just nu (Juni 2018) pågår ett nytt projekt vid Biodynamiska Forskningsinstitutet finansierat av Länsstyrelsen där vi prövar och utvärderar hur det näringsrika slammet som uppsamlats i dammen kan komposteras och återföras till åkermarken. Projektet och de slutliga resultaten kan följas på institutets hemsida www.sbf.se.





De dokumenterade ekologiska kretsloppsgårdarna utgör goda förebilder för hur jordbruk i olika delar i regionen kan bedrivas utan kemiska insatsmedel och låg negativ belastning på hav och klimat.

OMLÄGGNING – HINDER OCH MÖJLIGHETER

Kanske har gården redan investerat i ett stort svinstall eller en ladugård för 200 djur. Lycklig kan då den lantbrukare vara som kan hitta en näraliggande spannmålgård att samarbeta med. Spannmålsbonden får köpa gödsel och djurbonden foder. Tillsammans kan man bilda ett fungerande ekologiskt kretslopp.

Överallt där odling kan bedrivas

BERAS-projektets 48 ekologiska typgårdar i de åtta Östersjöländerna visar hur det är möjligt att driva ett ekologiskt kretsloppsbaseerat jordbruk under de mest varierande odlingsförhållanden i regionen, från karga Norrland och näringsfattiga sandjordar i Polen till högproduktiva bördiga åkrar i Skåne eller i Danmark. Hur inriktningen skiljer sig från plats till plats, beror på skilda naturgivna förhållanden, fysiska förutsättningar i form av gårdens storlek, tillgängliga byggnader, utrustning, marknad och ekonomi, men också i hög grad på odlarens egna intentioner och målsättning. Det som är gemensamt är anpassningen till de grundläggande ekologiska villkoren och den hänsyn till miljö och långsiktig resurshushållning som här beskrivits.

De dokumenterade ekologiska kretsloppsgårdarna utgör goda förebilder för hur jordbruk i olika delar i regionen kan bedrivas utan kemiska insatsmedel och låg negativ belastning på hav och klimat. Avgörande för långsiktigheten är att jordbruket också är bärkraftigt ekonomiskt⁶⁸.

Ekonomiska möjligheter

Gårdar som ännu inte gått in för en stark specialisering och därtill bundna investeringar klarar ganska väl och utan större ekonomiska uppoffringar en omläggning. Merpriset på marknaden samt EUs omläggningsstöd gör att många ekologiska gårdar kan redovisa minst lika goda ekonomiska resultat som ett konventionellt jordbruk. De ekonomiska analyserna i BERAS-projektet visar detta. Samhällsekoniskt ger ekologisk produktion i kombination med ökad försäljning till den lokala marknaden samt lokal förädlingsverksamhet en gynnsam effekt för den lokala ekonomin. Arbetstillfällen skapas och livskvalitén höjs⁶⁹.

⁶⁸ Reder, H. 2004. Possibilities for and economic consequences of Switching to Local Ecological Recycling Agriculture. Sumelius, J. Editor. Ekologiskt Lantbruk, Rapport 43 CUL, SLU

⁶⁹ Nousinen, M., Pylkkinen, P. Sanders, F., Sääpönen, L., Vesala, K.M 2009. Are alternative Food Systems Socially Sustainable. A case study from Finland. BERAS-project. Journal of Sustainable Agriculture, Volyme 33; Issue July 2009, pages 566 – 594...

Ekonomiska hinder

Det som kan försvåra en omläggning även om viljan finns – är att gården gjort stora investeringar i verksamhetsgrenar som ej är förenliga med grundvillkoren för ekologisk odling baserat på kretslopp och balans.

Stora investeringar i djurstallar, t ex ett slaktsvinstall för 2000 slaktsvin eller en ladugård för 200 kor, kan innebära lån på i storleksordningen 10 miljoner som kan ta en mansålder att betala tillbaka. Medel för detta måste tas ur de intäkter, som erhålles genom en tillräckligt hög produktion.

Sådana felinvesteringar kan leda till att man blir fortsatt beroende av en animalieproduktion baserad på en stor andel inköpt foder, som leder till stora näringsläckage. Hur man har löst detta problem skiljer sig från fall till fall. Lycklig kan den lantbrukare vara som kan hitta en näraliggande spannmålsgård och kan etablera vad som kallas för ett ekologiskt sambruk. Spannmålsbonden får köpa gödsel och den intensiva djurbonden foder. Tillsammans kan man bilda ett fungerande ekologiskt gårdssystem, även om en del anpassningar kan behöva göras. Flera gårdar kan på detta sätt hitta lösningar. Goda exempel finns.

Problemet är mer svårlöst där avstånden är för stora för ömsesidigt gödsel- och foderutbyte. Vi har tidigare beskrivit hur hela regioner i ett land är dominerade av kreaturslösa växtodlingsgårdar, medan andra regioner har för mycket djur. För de specialiserade växtodlingsgårdarna innebär det oftast inga oöverstigliga problem att återinföra djurhållning baserad på egenproducerat grovfoder och bete, även om det kräver investeringar i byggnader. Goda exempel finns på detta i slättbygdsområden, där man avskaffade djurhållningen under 1960- och 1970-talen. Betydligt svårare är det för djurgårdar inom de områden, där flertalet gårdar i omgivningen också har för mycket djur.

Enligt de konventionella normerna räcker det med att ha spridningsavtal för sin stallgödsel motsvarande upp till 1,5 djurenhet per ha. En omläggning till ett välfungerande ekologiskt kretsloppsjordbruk baserat på enbart eget foder kräver en betydande minskning av antalet djur. Även här finns exempel på hur jordbruket av egen kraft, trots befintliga investeringar i byggnader m m, lyckats lägga om verksamheten. På Solmarka gård i Småland byggde man om slaktsvinstallet till bageri och lokal för mjölksyrning. Gårdar med därför lämpliga förutsättningar har lagt om till fältmässig ekologisk grönsaksodling och kunnat utnyttja befintliga byggnader för anläggning av rotfruktslager samt lokaler för sortering och paketering.



Det som kan försvåra en omläggning- även om viljan finns – är att gården gjort stora investeringar i verksamhetsgrenar som ej är förenliga med grundvillkoren för ekologisk odling baserat på kretslopp och balans.

Figur 61a och b. Bilder visande mark. Konventionellt (K – övre bilden) och Biodynamiskt odlad mark (D – undre bilden) i Höstvete från det långliggande s.k. DOK-försöket i Schweiz. (Mäder, et al, 2002[66]). Skillnaden mellan biodynamisk (mullhalt 3,65 %) och konventionell odling med enbart mineralgödsel (mullhalt 2,8 %) framgår redan vid en ytlig betraktelse av marken efter 20 års jämförande försök (mer liv i marken med mer daggmask exkrementer, aggregat, markporer och strukturbildning).

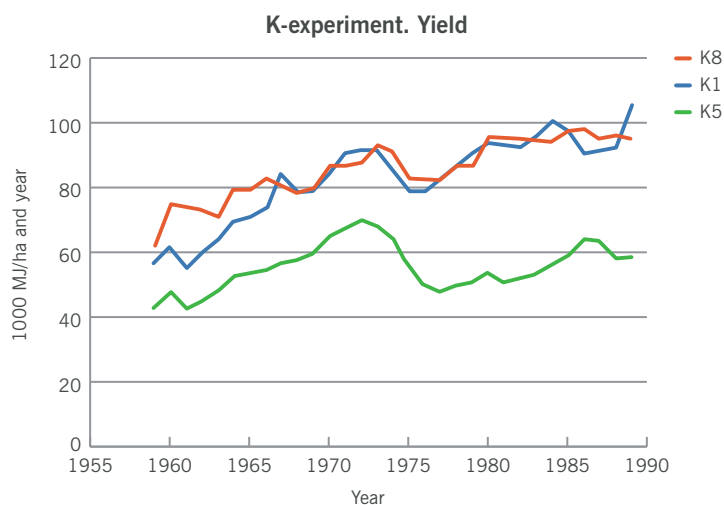


Figur 61c. Skördeutvecklingen omräknad till energienheter (MJ/ha) under 30 år från 1959 fram till 1989 för det biodynamiskt gödslade försöksledet K1 och det mineraliskt gödslade försöksledet K8 samt det ogödslade ledet K5. Näringsförsörjningen i K5 är baserad på enbart den gödslingsseffekt som uppnås genom vall i den fyraåriga växtföljden och den kvävefixering som sker i denna.⁷⁰

Skörd och ekonomi

Tidigare har här visats att den flerdubbling av livsmedelsproduktionen som skedde under perioden 1800-1950 i Sverige (något tidigare i Danmark, ännu tidigare i övriga Europa och något senare i Finland) var på ekologins villkor. Att det var kemikalieanvändningen i jordbruket som klarade befolkningsökningen är alltså en myt. Den stora industrialiseringen av jordbruket med specialisering och separering av växtodling och djurhållning slog igenom efter andra världskrigets slut. Samtidigt med det tidigare beskrivna ökande beroendet av mineralgödselmedel och kemiska bekämpningsmedel som följd av att djurhållning och växtodling separerades, så fanns det en liten grupp odlare som gick en annan väg och byggde grunden för det som i dag är ekologiskt lantbruk. Den produktionsökning som var i jordbruket efter 1950 skedde i såväl konventionellt som ekologiskt jordbruk och var oberoende av de kemiska insatsmedlen. Den nya teknik som möjliggjorde ökande skördar i det konventionella jordbruket användes också i det ekologiska jordbruket.

Detta visas i det tidigare nämnda långliggande, jämförande försök som startade 1958 i Järna och pågick till 1990. Försöket var till sitt ursprung ett gödslingsförsök med syfte att leverera material för jämförande kvalitetsundersökningar. Här blev det möjligt att också följa såväl bördigheten i marken som skördeutvecklingen. Skördarna under denna tid ökade både i konventionell och biodynamisk ekologisk odling (Figur 61). Den fyraåriga växtföljden bestod av vall, potatis, betor och vårvete med insådd. Försöket bestod av åtta gödslingsbehandlingar varav K8 motsvarade dagens konventionella gödslingsnivå med 100 kg kväve per ha. Ledet K5 var ogödslat.



⁷⁰ Kjellenberg, L. & Granstedt, A. 2005. The K-trial. A 33-years study of the connections between manuring, soils and crops. Biodynamic Research Institute, Järna, Sweden. (<http://www.jdb.se/sbfi/publ/k-trial.pdf>)

I det biodynamiska försöksledet K1 uppnåddes efter 10 år samma produktionsnivå (här räknat i energienheten MJ per ha och år), som i det konventionellt gödslade försöksledet K8 och skördenivåerna visade sedan dess en stigande trend, motsvarande vad som skedde i det konventionella jordbruket. De uppmätta kvalitetsegenskaperna som hållbarhet, proteinsammansättning, vitaminhalt i potatis mm var högre i de organiskt gödslade leden. Orsaken till att skördarna steg utan användning av lättlösliga mineralgödselmedel kan sökas i de uppmätta högre markbördighetsegenskaperna i form av högre markbiologisk aktivitet, aggregatbildning och den tidigare nämnda fördjupningen av matjordens humusinhåll som kunnat dokumenteras i de organiska behandlingsleden och jämföras med de konventionellt gödslade behandlingsleden⁷¹. Resultaten från detta K-försök verifierades av det senare startade försök, som genomfördes samtidigt vid dåvarande lantbrukshögskolan i Ultuna och vid Nordisk Forskningsring i Järna under sex respektive nio år och med fyra upprepningar på vardera platsen⁷². Resultaten finns redovisade i den första doktorsavhandlingen inom ekologiskt lantbruk⁷³ (Pettersson, 1982, Dlouhy, 1981). Vårveteskördarna var som genomsnitt 12 % respektive 8 % lägre, medan vallskördarna var desamma i respektive system. Forskningsresultat som visar att man uppnår högre markbördighetsegenskaper i ekologisk odling och då särskilt i fullt genomförd biodynamisk odling jämfört med konventionell odling är numera väl dokumenterade också i andra långliggande försök i Europa samt publicerade i Science⁷⁴. Våra fortsatta svenska bördighetsförsök visar detsamma⁷⁵.

Det långliggande DOK-försöket i Schweiz uppvisade 11–14% lägre skördar i biodynamisk och biologisk (ekologisk) odling i jämförelse med konventionell odling. Generellt tar det vid en omläggning viss tid att bygga upp den högre bördighet i form av humushalt i matjord och



Forskningsresultat som visar att man uppnår betydligt högre markbördighetsegenskaper i ekologisk odling och då särskilt i fullt genomförd biodynamisk odling jämfört med konventionell odling är numera väl dokumenterade också i andra långliggande försök i Europa samt publicerade i Science.

⁷¹ Pettersson, B. D., Reents H. J. & Wistinghausen E. v., 1992. Düngung und Bodeneigenschaften. Ergebnisse eines 32-jährigen Feldversuches in Järna, Schweden. Nordisk Forskningsring, Meddelande nr. 34.

⁷² Pettersson, B. 1982. Konventionell och Biodynamisk odling. Jämförande försök mellan två odlingssystem. Nordisk Forskningsring. Meddelande 32. Järna

⁷³ Dlouhy, J. 1981. Alternativa odlingsformer – växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling (Alternative forms of agriculture – quality of products from conventional and biodynamic growing. With English summary). Swedish University of Agricultural Sciences. Dep. of Plant Husbandry. Report 91. Uppsala.

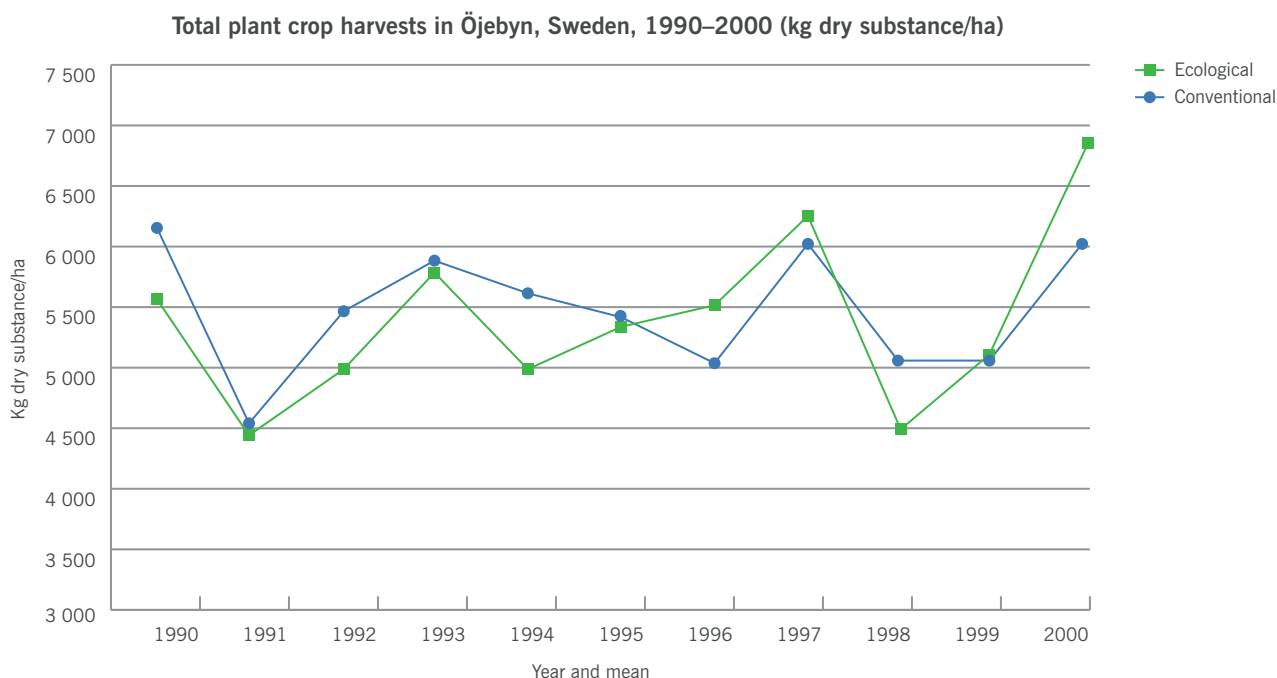
⁷⁴ Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois D., Gunst L., Fried P. & Niggli, U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. Science VOL 296 pp 1592-1597.

⁷⁵ Granstedt, A. & Kjellenberg, L. 2008. Organic and biodynamic cultivation – a possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and be a significant carbon sink in Nordic conditions. Accepted for oral presentation at the Second Scientific ISOFAR Conference in Modena 18-20 June 2008.



På goda odlingsjor­dar kan skördarna i konventionella odlingar genom massiv insats av kemiska medel kortsiktigt bli betydligt större än i ekologisk.

Figur 62. Skördar samtliga grödor i Öjebyn vid jämförande gårdsförsök, Sveriges Lantbruksuniversitet ⁷⁶.



alv, större dagmaskförekomst och högre markbiologisk aktivitet som dokumenterats för ekologisk odling. Omläggningstiden är beroende av odlingsbetingelser och tidigare odlingshistoria.

På goda odlingsjor­dar kan skördarna i konventionella odlingar genom massiv insats av kemiska medel kortsiktigt bli betydligt större än i ekologisk och miljöanpassad konventionell odling. Med det avses den kombination av reglerad tillförsel av handelsgödsel (ofta tillförsel vid flera tillfällen under odlingssäsongen) och kemiska bekämpningsmedel som kallas för programmerad odling. De skördenivåer som här kan uppnås (i Skåne över 10 ton vete per ha och i delar av Europa upp emot 15 ton per ha), överskrider betydligt (med 50-100%) de nivåer som är möjliga att uppnå med naturligt växtskydd. Under de odlingsbetingelser som gäller i norra Sverige finns däremot ingen egentlig skillnad mellan ekologisk och konventionell odling beträffande skördeutfall. Det ekonomiska utfallet kan till och med bli högre inom ekologisk produktion till följd av insparade kostnader för handelsgödsel och bekämpningsmedel. Här är det naturgivna odlingsbetingelser som sätter gränser även i det kortsiktiga perspektivet.

På Sveriges Lantbruksuniversitets försöks­gård i Öjebyn utanför Piteå jämförde man under en tioårsperiod fullskalig konventionell respektive ekologisk odling genom att dela upp gården (både växtodling och djurhållning) i två delar, en ekologisk och en konventionell. Skördarna i den ekologiska delen blev något högre än i den konventionella odlingen,

animalieproduktionen låg på samma nivå (mjölk och kött) och det ekonomiska utbytet (utan hänsyn till möjligt merpris för ekologisk produktion och arealstöd) blev högre i den ekologiska odlingen till följd av insparade kostnader (Figur 62).

I världens marginalområden för jordbruk är ekologiskt jordbruk en möjlig väg att trots dåliga odlingsförutsättningar kunna förbättra produktivitet och ge invånarna möjlighet till överlevnad.

I de högproduktiva områden där den gröna revolutionen genomfördes, sker för närvarande en kortsiktig förbrukning av ändliga resurser. För långsiktig överlevnad krävs även här snar omställning till ekologiska odlingsmetoder.

Enligt Bunch (2002), som arbetat i decennier med bönder i Afrika, Latinamerika och Asien är ekologiska faktorer som jordens bördighet och tillgången till vatten de främsta hindren för en fullgod folkförsörjning⁷⁶. För att hjälpa dessa bönder behövs innovationer, som till låg kostnad minskar de ekologiska hindren och samtidigt bygger upp förmågan att öka och få stabilitet i produktionen. Dessutom skall metoderna vara tillräckligt flexibla för att kunna användas i skilda ekologiska miljöer.

Grundelementen för att säkra livsmedelsförsörjningen i de områden där svält förekommer är: bevarande av biologisk mångfald, samodling, grödor och växtslag med biologisk kvävefixering samt väl slutna växt-näringskretslopp, kombinerat med åtgärder som skyddar från markerosion och förbättrar humushalten och därmed förbunden vattenhushållning. Enligt FAO lever i dag ca en miljard av jordens befolkning i sådana områden.

Ekologiska kretslopp – högre näringskvalitet

I anknytning till BERAS-projektet och pågående studier om kretsloppens betydelse för resurshushållning och miljö, pågår också undersökningar av markens och grödornas näringsinnehåll. Tidigare långliggande försök visar att årtionden av ensidig spannmålsodling leder till utarmning av markens mineralinnehåll, med konsekvenser också för näringsinnehållet i den producerade brödsäden. Jämförande gårdsparsundersökningar visar, att innehållet av livsnödvändiga spårämnen är betydligt högre i brödsäd från ekologiska kretsloppsgårdar än i brödsäd från specialiserade konventionella spannmålsgrårdar utan djur. Utan kretslopp utarmas mark och grödor på viktiga näringsämnen.

”

Det ekonomiska utfallet kan bli högre inom ekologisk produktion till följd av insparade kostnader för handelsgödsel och bekämpningsmedel.

Grundelementen för att säkra livsmedelsförsörjningen i de områden där svält förekommer är: bevarande av biologisk mångfald, samodling, grödor och växtslag med biologisk kvävefixering samt väl slutna växt-näringskretslopp, kombinerat med åtgärder som skyddar från markerosion och förbättrar humushalten och därmed förbunden vattenhushållning. Enligt FAO lever i dag ca en miljard av jordens befolkning i sådana områden. Småskaliga jordbrukare kan i kritiska regioner fördubbla sin produktion inom tio år genom övergång till ekologiska odlingsmetoder enligt FN rapporten "Agroecology and Right to food", baserad på en omfattande genomgång av vetenskapliga studier (UN Human Rights Council in Geneva 2011, www.srfood.org)

⁷⁶ Jonsson, Simon. 2001. Två gårdssystem i Öjebyn –plan och utfall efter 11 år. Ekologiskt Lantbruk, Ultuna 13 – 15 november. Sveriges Lantbruksuniversitet.

⁷⁷ Brian Halweil, 2006. Can Organic Farming Feed Us All? World Watch Magazine. www.worldwatch.org/node/4060 <<http://www.worldwatch.org/node/4060>>; UN Human Rights Council in Geneva 2011, www.srfood.org <<http://www.srfood.org>>

Karta visande samtliga länder och lokalisering av partner samt informationscentra (food societies) och demonstrationsgårdar (BIC-Centers) i BERAS-implementation tidsperioden 2010 – 2013



När man inte använder konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel ser man omedelbart om något är fel. En fläck på åkern där det växer sämre avslöjar att något är i olag i dräneringen, eller att marken drabbats av en packningsskada. Sådant märks ofta inte i ett konstgödslat fält där grödan inte är lika beroende av biologiska processer i marken.

Staffan Aresund på Nibble gård

GÅRDSEXEMPEL

Introduktion

I Östersjöprojektet BERAS 2003-2006 var det sammanlagt 48 ekologiska typgårdar i de åtta EU-länderna runt Östersjön, som ställde sig till förfogande för utvärdering och analys av växtnäringshushållning och energianvändning och från vilka resultat finns redovisade i denna bok. Gårdarnas arbetssätt visar hur vi i framtiden skulle kunna få ett jordbruk i hela Östersjöregionen baserat på lokala och förnyelsebara resurser. Detta skulle bidra till att rädda Östersjöns miljö, minska klimatbelastningen från dagens livsmedelsproduktion, stoppa spridningen av kemiska bekämpningsmedel i miljön och gynna en utveckling på landsbygden med ökad sysselsättning, lokal självförsörjning och förädlingsverksamheter. Dessa gårdar utgör nu förebilder för det fortsatta Östersjöprojektet BERAS-implementation, som nu studerar hur själva omställningen kan ske. Här följer en presentation av några av dessa gårdar, som alla har fått följande frågor:

1. Hur började det, varför lades gården om?
2. Hur fungerar gårdsdriften i dag, några år efter BERAS-projektets utvärdering?
3. Hur ser framtiden ut?
4. Vad vill ni av jordbrukspolitiken för att underlätta målens förverkligande?

Gårdsnamn: Nibble

Brukare: Staffan Aresusnd 2010,
numera 2018:
Lucas van den Herder

Plats: Järna, Stockholms län



Figur 63. Gårdsbyggnaderna med den kringbyggda ladugården och förrådsbyggnader som det såg 2012 före branden och den nya ladugården som står på samma plats. Nibble gård är en av de ekologiska typgårdarna i BERAS-projektet. Till gården finns numera knutet ett naturbruksgymnasium där eleverna får lära sig hur det är möjligt att försörja sig på ett medelstort jordbruk enligt ekologiska principer.



SVERIGE

NIBBLE GÅRD

Gårdsbeskrivning som det såg ut 2012

Gården, som omfattar åkermark, naturbete och skog, ligger väl samlad i kustavrinningsområden med direkt avrinning i Östersjön.

I söder gränsar odlingsmarken till beskogade moränområden och åt väster öppnar sig gården mot Järnaslätten. (Figur 63).

Sedan 1960- talet odlas all areal ekologiskt- biodynamiskt.

Arealuppgifter

86 ha åkermark (inkl 18 ha bete på åkermark)

7 ha naturbete

samt tillgång till 15 ha foderareal i Hölö.

Jordarten

är en måttligt mullhaltig mellan till styvlara, vilken karakteriseras av gott kaliumtillstånd, lågt fosfortillstånd omkring pH6,3

Driftsinriktning

Mjolkproduktion

(Inhysning: Uppbundna djur i långbåsladugård)

Djurbesättning

42 mjölkkor (SRB) + rekrytering

1 avelstjur (Fleckvieh)

10 tackor + lamm

2 hästar

10 höns

Växtodlingen

Femårig växtföljd inriktad på vall och stråsäd.

Bete runt gårdens centrum förnyas vid behov.

I Vårsäd med vallinsådd

II Vall 1

III Vall 2

IV Vall 3

V Höstsäd (numera odlas höstoljeväxter på försök)

Avkastningsnivåer

Mjölproduktion per ko och år: 7500 kg ECM

Havre 3000 kg/ha, vårvete 3500 kg/ha, Höstvete 4500 kg/ha,

Vall 3000-5000kg ts/ha

Självförsörjning på foder och gödsel

Gårdens djurtäthet är 0,7 djurenheter (DE) /ha, vilket är optimalt för att uppnå en hög grad av självförsörjning på foder och gödsel.

Gödselhantering

Fastgödselsystem och delvis djupströbbädd. All gödsel komposterar innan spridning till höstsäd.

20 ton fastgödsel avyttras till grannverksamheten

Nibble Handelsträdgård.

Avsättning

All mjölk säljs till Järna mejeri, som finns på gården.

Vassle återcirkulerar inomgårds.

All säd, som inte blir fodersäd till gårdens egna djur, säljs till Saltå Kvarn i Järna.

Tjurkalvar avyttras till vidare uppfödning.

Övriga djur till slakt säljs till Närke Slakteri.

Ekonomi

80 % av gårdens intäkter kommer från mjölken.

Lönsamheten i denna produktion påverkas mest av mängd och pris på inköpt kraftfoder/koncentrat samt mjölkpris.

Eko helfoder 4,50 kr/ kg, mjölkpris konv. 3,44 kr/liter, eko 4,57 kr/liter och DEMETER till Järna mejeri 4,85 kr/liter.

Framtidsperspektiv

För att öka mjölkkornas omvandling av det gårdsegna grovfodret pågår korsning med Fleckvieh.

Nibble gård i Järna var en av de ekologiska kretsloppsgårdarna i BERAS-projektet med ett kväveöverskott som var något lägre än genomsnittet för de 12 svenska typgårdarna. Kväveöverskottet för de tre studieåren 2002-2004 var 28 kg N per ha och år. Fosforöverskottet var negativt – 1 kg P per ha och år vilket också ger en grund för små fosforförluster.



Figur 64. Karta över Nibble gård 2011.



”

Man skulle behöva få igång ett avelsarbete som bättre anpassade korna till vad de ursprungligen är skapade för att omvandla grovfoder.

Gårdens inriktning är mjölkproduktion baserad på eget foder i kombination med brödsäd på 14 ha. Under några år odlades också potatis och rotfrukter. Gården sysselsätter brukaren Staffan Aresund och en anställd. Gården levererar sin mjölk till Nibble mejeri som ligger på gården. I ett konventionellt jordbruk kan kostnader för konstgödsel och bekämpningsmedel vara 15 % av intäkterna. Det innebär att en del av den lägre produktionsnivån i förhållande till ett konventionellt jordbruk, täcks av de inbesparade kostnaderna i den ekologiska produktionen. Till detta kommer merpris och ekostöd.

Staffan berättar hur han ständigt arbetar med att söka förbättringar – att utveckla gårdsdriften med hjälp av det som kan kallas bondens öga. När man inte använder konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel ser man omedelbart om något är i olag. En fläck på åkern där det växer sämre avslöjar att något är i olag i dräneringen eller att marken drabbats av en packningsskada. Sådant ser man inte i ett konstgödslat fält där grödan inte är lika beroende av mineralprocesser i marken. Genom att åkern övergödslas i ett konventionellt lantbruk med ett överskott av växtnäring framkommer inte sådana brister. Staffan försöker också pröva sig fram till hur mycket andelen klöver kan öka i vallarna genom sortval och reglering av utsädesmängden. En mer omfattande provning och utveckling av sorter är generellt önskvärd.

Men det räcker inte att utveckla sitt växt- och markkunnande. Mycket av gårdens ekonomi finns i ladugården. Dagens SRB-kor är avlade för en hög mjölkproduktion med stora inköp av kraftfoder. Man skulle behöva få igång ett avelsarbete som bättre anpassade korna till vad de ursprungligen är skapade för, att omvandla grovfoder. Kor som lever på enbart grovfoder finns i andra delar av världen, bland annat på Island som aldrig har haft egen tillgång till fodersäd. Dessa kor härstammar liksom islandshästarna från de ursprungliga lantraser som en gång fördes över från Norden av vikingarna.

1. Gården Nibble inköptes från början år 1966 av Frans Carlgren med intentionen att den skulle läggas om till biodynamisk odling. Han hade tidigare drivit en av de första stora biodynamiska gårdarna i Sverige, Torsätra, som sedan hade exproprierats av staten. Nibble gård som numera förvaltas av en stiftelse, drevs framgångsrikt under många år av en arrendator och har tjänat som en god förebild för det biodynamiska jordbruket långt innan ekologiskt jordbruk blev allmänt erkänt som idag. Gården har varit mjölkgård i generationer, och den tid den drevs konventionellt blev en kortvarig parentes. Dagens brukare Staffan Aresund utbildade sig redan på 70-talet i biodynamisk odling, det var för honom från början en självklarhet att det är så man skall bedriva jordbruk och har sedan dess arbetat på flera biodynamiska gårdar innan han själv tog över som arrendator med eget ekonomiskt ansvar.
2. Gården drivs vidare efter det grundkoncept som anlades från starten för över 40 år sedan men med öga för alla små förbättringar som kan göras med den storlek och de grundförutsättningar som gäller. Brukaren står till förfogande som förebild med sin gård och sitt arbete för att visa hur ett uthålligt jordbruk kan drivas vidare med dessa förutsättningar för kommande generationer.
3. Staffan hoppas att gården skall kunna drivas vidare som hittills. Sammanslagningar med andra gårdar till en ännu större ladugård som ibland diskuterats på Järnaslätten ser han inte som meningsfullt. Här finns själva grunden för existensen baserad på de lokala och förnyelsebara resurserna. Gården har i dag en ny uppgift genom att stå till förfogande för det naturbruksgymnasium för ekologisk och biodynamisk odling som ägarstiftelsen startade och som nu är i drift. Man har också kunnat erbjuda en skyddad arbetsplats åt en person, något som också kan ses som en möjlig ytterligare verksamhet för vissa gårdar i framtiden. Det på gården belägna lokala gårdsmejeriet är också ett uttryck för den lokala och småskaliga verksamhet som här erbjuds som alternativ till det storskalighetstänkande som annars präglar det konventionella jordbrukets utveckling. Prisförhandlingarna sköts mycket lokalt och brukaren anser sig få ut det pris som behövs och som ytterst betalas av konsumenterna i närområdet. Nyligen har man fått en stor donation för att bygga en ny ladugård som uppfyller nya regler för en lösdrift där djuren slipper gå bundna och där utevistelse kan garanteras också under vinterhalvåret.
4. Staffan är mer engagerad i sin gårdsdrift än i jordbrukspolitiken, men han anser att den borde utformas så att det jordbruk som här bedrivs kan leva vidare. Själv önskar han sig mera resurser till landskapsvård.



Figur 65. Nibble handelsträdgård har drivits biodynamiskt sedan 1967 med ett fullt sortiment av grönsaker och rotfrukter och har också en gårdsbutik där man kan handla sitt basbehov av livsmedel – huvudsakligen närodlat enligt biodynamiska och ekologiska principer.

Nibble trädgård

I direkt anslutning till gården finns Nibble trädgård på ca 2 ha. Välkänd sedan 1970- talet för sitt breda sortiment av alla tänkbara grönsaker och rotfrukter och med egen gårdsbutik där man under hela sommarperioden kan köpa nyskördade grönsaker. Trädgårdsodlingen drivs som ett eget företag men lever i samverkan med lantbruket så tillvida att det är jordbruket som försörjer trädgårdsodlingen med den gödsel som behövs. Trädgårdsodlingen motsvarar ca 2,5 % av jordbrukets åkerareal. Trots den begränsade arealandelen sysselsätts på årsbasis fler människor än i lantbruket. Till jordbruket associerad trädgårdsodling finns på tre av de övriga BERAS-gårdarna. Fältmässig odling av potatis och rotfrukter förekommer dessutom på ytterligare ett par av de svenska BERAS-gårdarna som en integrerad del i respektive gårds växtföljd. Exempelen utgör goda förebilder för hur vi kan försörjas med hela sortimentet av trädgårdsprodukter från det självförsörjande kretsloppsbaseade jordbruket.



Foto Artur Granstedt

FINLAND

PARGAS GÅRD

Gårdsbeskrivning som det såg ut 2012

Pargas Gård ligger på sydvästspetsen av Finland strax bortom Ekenäs (se karta).

Jordarna består av omlagrade lerjordar med stora topografiska skillnader, lättare leror på höjbackarna och mullrika gyttjeleror i sänkorna. Djurhållningen är baserad på gårdens egen foderproduktion på 52 ha. Resten av arealen utnyttjas för avsalugrödor.

Liksom de östra delarna av Mellansverige är man utsatt för försommartorka, vilket kan minska den viktiga vallskörden vissa år. En del marker är lågliggande och vid mycket nederbörd kan de bli för våta.

Växtföljden är två år vall och två år spannmål. Skördenivån är lägre än på motsvarande BERAS-gårdar i Sverige. Produktiviteten bedöms kunna höjas genom ökad baljväxtandel i vallarna, även i kombination med andra kvävefixerande grödor som ärtor och åkerbönor. Kväveöverskottet under tidsperioden i det första BERAS-projektet var endast 27 kg N per ha och år. Detta tyder på att markförlusten av kväve är 70 % lägre än genomsnittet i det finska jordbruket enligt de växtnäringsbalanser, som gjordes på gården under tre år. Även fosforförlusterna är betydligt lägre, fosforbalanserna är negativa.

Gårdsnamn: Pargas

Brukare: Mattias Weckström

Plats: Nära Ekenäs

Areal: 68 ha

Djur: 18 moderkor, 20 ungtjurar
och kalvar

Figur 66. Odlingförhållandena på Pargas gård i sydvästra Finland liknar mycket de som råder i östra Mellansverige med omlagrade lerjordar och ett försommartorr klimat.



Foto Artur Granstedt

1. Pargas Gård har nyligen genomgått ett generationsskifte. Mattias Weckström har byggt en ny gödselplatta och ny ladugård för öppen lösdrift. Driften av den likaledes ekologiska granngården Norreby innebär att arealunderlaget tillåter flera djur. Här hålls dock inte flera djur än som motsvarar vallarealens foderförsörjning. Endast en begränsad komplettering av foderstaten sker med fodersäd. Det mesta av spannmålsodlingen går till avsalu. Ytterligare en granngård har tillkommit som arrende. Motivet till omläggningen, som skedde redan 1990, var att långsiktigt slå vakt om markens bördighet. Gården hade som de flesta gårdar i södra Finland gjort sig av med djuren redan 1960 och i enlighet med dåtidens rekommendationer koncentrerat sig på spannmålsodling. En viktig anledning var också brukarens ovilja att utsätta sig själv för arbete med kemiska bekämpningsmedel.
2. Beträffande nudriften så har lönsamheten kunnat vidmakthållas tack vare ett omfattande nätverk med direktförsäljning. Återtag görs från slakteriet och säljs till den egna kundkretsen. En specialitet är odling av speltvete. Vid gårdens öppna dag sommaren 2006, då också många av kunderna kom, infann sig 190 personer. År 2009 hade antalet ökat till ca 500. Då visas odlingarna, det berättas om gårdsdriften, gårdskaféet är öppet och torgstånd är uppställda, där gårdens egen produktion av både vegetabilie- och animalieprodukter säljs. En betydande del av kundkretsen bor i Helsingfors, dit Virve Weckström också levererar för vidare avhämtning en gång i veckan.
3. Mattias liksom de tidigare ägarna, föräldrarna, är fylld av tillförsikt inför framtiden, men som det är nu bygger avsättningen på direktförsäljning till konsumenterna och på att gården är unik. I samband med uppdatering av denna upplaga 2018 kontaktade författaren Mattias. Det visade sig att gården just nu har avvecklat sin egen direkta gårdsförsäljning. Försäljningen med ekologiska köttlådor drivs nu av andra gårdar med vilka man samarbetar med leverans av djur från sin djurbesättning som består av amkor. Gården har nu också ökat sin areal med tillskottsarrenden.
4. En jordbrukspolitik som leder till en total omläggning till ekologisk produktion kan uppfattas som ett hot av en del odlare ("om alla skulle odla ekologiskt, varför skulle man då anstränga sig för att få sina produkter från Pargas?"). Inga problem. För många konsumenter betyder också själva kontakten med gården, dess miljö och brukaren minst lika mycket som att produkterna är ekologiskt odlade. Mattias hävdar också att mycket av förarbetet redan är gjort för en politisk styrning mot ett ekologiskt kretslopps jordbruk.

REKOLA GÅRD

Gårdsbeskrivning som det såg ut 2012

Växtodlingen

På gården Rekola tillämpar man sexårig växtföljd på gårdens egna åkrar och femårig växtföljd på de arrenderade markerna. De arrenderade markerna är i sämre skick och därför odlar man säd endast under två år efter klöverbullen. Således blir växtföljden femårig.

Växtföljd vid åkerodling

Klöverbullen

Klöverbullen

Klöverbullen

Vårvete eller råg eller korn

Ärthavre

Havre + vallfrö

Växtföljd vid trädgårdsodling

Öppen träda + vallfrö

Klöverbullen

Kinakål, purjolök, selleri eller säd

Rotfrukter, sallad, lökar och bönor

Vicker och havre som mellangröda på hösten

Odlingarna av trädgårdsväxter sträcker sig över ett område på ca 2 ha och har koncentrerats kring ett åkerskifte där det finns lättare jordarter. Växtföljden är fyraårig. Kinakål odlas under en fas i den växtföljd som planerats för trädgårdsväxter, men på grund av klumprotsjukan odlas övriga kålväxter (huvudkål, blomkål, broccoli, kålrabbi o s v) i den växtföljd som tillämpas för åkermarkerna. För dessa kålväxter har man valt ut den plats som lämpar sig bäst för dylik odling på det större område, som ingår i det berörda åkerskiftet. På denna plats har man även spritt ut mer kompost än på resten av åkerskiftet.

Det är främst fuktförhållandena under våren som har påverkat skördemängderna på de marker som består av mjäla. De genomsnittliga skördemängderna för spannmål har varit lite mindre än 3 t/ha. Grönsakerna har man kunnat vattna med vattenspridare, och därför har skördevariationerna ofta varit mindre för grönsaker än för spannmål. Ogräshärdar har dykt upp närmast på de platser där växtbeståndet inte är så tätt.

Gårdsnamn: Rekola

Brukare: Joonas Rekola och Henri Murto

Plats: Nära Tammerfors i Tavastland

Areal: 31 ha åker, 118 ha skog
(+5 ha åker arrenderat)

Djur: 0,5 djurenheter per hektar åker



Figur 67a. Den ene av de nytillträdde unga generationens gårdsbrukare, Joonas Rekola gör här bekantskap med sin Pomo-ko.





67b. Den unga generationen, på bilden Henri Murto, driver nu också det väl inarbetade gårdsbageriet vidare med leveranser till kunderna i Tammerfors med omnejd. Nu ingår även Speltbröd i sortimentet baserat på den egna gårdens odlingar.

Djur

På Rekola bondgård finns det många olika slags djur, men det totala antalet håller sig inom mycket rimliga gränser i förhållande till åkerarealen. Det finns 0,5 djurenheter per hektar åker och gården uppfyller väl kriterierna för att vara självförsörjande på foder jämte avsalugrödor.

I den icke-uppvärmda lösdriiftsladugården, som byggdes för drygt tio år sedan, finns 12 dikor tillsammans med sina kalvar. Dessa dikor är Limousine-korsningar. Denna lösning med lösdriiftsladugård har redan visat sig fungera väl, om man bara lämnar tillräckligt med plats i båsen, så att de svagare djuren kan väja undan. Som torrströ används halm och dyngan forslas bort från gången en gång i veckan. Köttboskapen har utfodrats med grovfoder i mycket stor utsträckning. Den första skörden från slåttervallen har gjorts till torrhö och av återväxten har man gjort förtorkat foder som packas i rundbalar. Dessutom har man utfodrat djuren med halm och tjurarna har fått högst fyra kilo ärthavre per dag.

Efterfrågan på hönsägg har varit god och man planerar för en utvidgad produktion i den gamla ladugården. Hönsen föds upp på en botten av halmströ. Om somrarna kan de rastas ute. Hönsen har huvudsakligen utfodrats med mald ärthavre och med vete som blivit kvar efter sorteringen.

Rekola ligger på en idyllisk plats på stranden till sjön Längelmävesi. För att sköta om stranduddens har man fått ett stödbelopp avsett för skötsel av traditionella biotoper. Med hjälp av detta stödbelopp har man kunnat bygga ett stängsel för de får som betar på området.

Vidareförädling

Gårdens husfru har haft på sitt ansvar att driva bageriverksamheten i anslutning till bondgården. Det biodynamiska hembageriet startade 1977 och just nu ingår bland annat ett traditionellt surbröd, ett vetebröd och ett fruktbröd samt müsli i sortimentet. En stor stenugn utgör hjärtat i bageriet. Som värmekälla använder man virket från den egna skogen.

Det mångsidiga sortimentet och det långsiktiga arbetet har lett till synliga resultat. Tack vare det mångåriga arbetet har gården fått en krets av stamkunder som köper en stor del av de produkter som tillverkas på gården. Även den sociala aspekten räknas som en del av gårdens hela verksamhet, vilket beaktas när man håller på att utveckla verksamheten på Rekola. Som exempel på den sociala aspekten kan man nämna kontakterna med stamkunderna samt den grupp av frivilliga, som alltid hjälper till under perioder då det finns mycket arbete. De populära mid-

sommar- och skördefesterna på gården utgör även bevis på att kontakterna mellan landsbygden och konsumenterna fungerar.

Växtnäringshushållning

Gården var en av de fyra typgårdar för ekologiskt kretslopps jordbruk som ingick i BERAS- projektet i Finland. Växtnäringsbalanser gjordes under tre år samt en uppföljande studie år 2007 som visar att kväveöverskottet ligger på 37 kg kväve per ha och år, samtidigt som man har ett underskott på 1 kg fosfor per ha. Detta är något under genomsnittet för de finska gårdarna, men ligger helt i nivå med genomsnittet för de svenska typgårdarna. Kväveläckaget kan antas ligga i storleksordningen 70 % under genomsnittet för det finska jordbruket. Underskottet på 1 kg fosfor per ha motsvarar troligen väl vad som blir tillgängligt genom vittringsprocesser från marken.

Då man planerade verksamheten på gården försökte man förverkliga tanken om en gårdshelhet där de olika verksamhetsgrenarna kompletterar varandra så bra som möjligt. På gården i Rekola har det funnits djur under hela den tid då man har bedrivit biodynamisk odling. Sedan år 1987 har man fött upp dikor i den form som man gör för närvarande. Dessutom fanns till för några år sedan ungefär 75 höns på gården. Några får finns också. Man har på gården också ett eget bageri där man vidareförädlar en del av gårdens egna spannmål.



1. Rekola gård i Tavastland utgör en mångsidig helhet. Här började familjen Rekola odla ekologiskt redan år 1972, vilket är mycket tidigt för finländska förhållanden. Det fanns många skäl till detta modiga beslut. De tyckte inte att det kändes bra att använda bekämpningsmedel i vanligt jordbruk, som man hade gjort tidigare. De ansåg att det var viktigt att produkterna var sunda och rena. Ett av de praktiska skälen var även målsättningen att göra gården självförsörjande i samband med generationsväxlingen, också på grund av de ekonomiska aspekterna. Dessutom består åkrarna på denna gård huvudsakligen av mjäla eller finkornig sand blandad med mjäla och principerna för ekologisk odling passade väl in, eftersom tanken var att förbättra odlingsbarheten på dessa marker.
2. Som ett resultat av mer än 25 år av biodynamisk odling har pH-värdet på åkermarkerna höjts en halv enhet och varierar mellan pH 5,3 och pH 6,1. Åkrarna har kalkats i begränsad omfattning med dolomitkalk och detta har antagligen bidragit till att magnesium- och kalciumvärdena har stigit. Stenmjöld v s apatit och biotit har använts, men i liten utsträckning. Fosfor- och kaliumvärdena har legat kvar på ungefär samma nivåer som tidigare. Om man ser till mullhalten klassificeras dessa marker huvudsakligen som mullrika.

3. Sedan BERAS-projektet avslutades 2006 har gården utvecklats väl vidare. Senaste året var det varmaste året någonsin och nederbörden var otillräcklig, varför något ensilagefoder fick köpas in. Grönsakerna utvecklades väl och växte bättre än normalt tack vare den soliga och varma sommaren, eftersom man har möjlighet till bevattning. Merskoroden uppskattades till 20 %. Man har börjat odla enkorn med utsäde från den svenske biodynamiskt inriktade växtförädlaren Hans Larsson. Redan tidigare har man odlat speltvete med god framgång på gården.

*(Intervju och gårdsdokumentation:
agronom Pentti Seuri)*

Sedan denna intervju gjordes har nu gården överlåtits till nästa generation. Det är Joona Rekola och Henri Murto som nu är de nya gårdsbrukarna, men som även fortsättningsvis har stöd av de tidigare brukarna. Med höns och får är det just nu ett uppehåll men kan bli aktuellt igen, kinakålen odlas numera tillsammans med övriga kålväxter. I övrigt drivs gården vidare med den hittillsvarande inriktningen och kan verka som en god förebild också för andra odlare med liknande odlingsförhållanden inom Östersjöområdet.

LETTLAND

ZAGERI GÅRD

Gårdsbeskrivning som det såg ut 2012

Denna gård ligger i ett kulligt landskap i sydvästra Lettland och trakten tillhör inte landets mest intensiva jordbruksområden. Inriktningen på gården är en mångsidig husdjursproduktion med också en mindre odling av grönsaker och frukt för hemmabruk. Ungefär 40 % av inkomsten kommer från agroturism där gårdens ekologiska produktion också ingår i de måltider som erbjuds. På sommaren kan gården ta emot upp till 30 nattgäster i det gästhus med stor fin bastu och stor samlingssal som finns. Mellan gästhuset och bostadshuset ligger en damm som ständigt fylls på från två källor, som springer fram ur marken, vattnet rinner vidare ut i en bäck.

Gården är en gammal familjegård som gick förlorad under sovjet-tiden då fadern skickades i fångenskap till Sibirien 1945 och kom tillbaka först tio år senare. Men gården fick man tillbaka först då Lettland blivit fritt efter sovjetregimens sammanbrott. Sedan dess har familjen gjort en imponerande insats med att sätta alla byggnader i stånd, samt bygga om och utvidga den ursprungliga bostadsbyggnaden. Virke till gårdsbyggnationerna har familjen framställt från gården i ett eget litet sågverk. Vad man här åstadkommit, trots att mannen i familjen är handikappad till följd av en olycka, är mycket imponerande och har blivit möjligt tack vare en stor insats av de fem barnen, två pojkar och tre flickor, som nu gått vidare till olika utbildningar.

En av sönerna är om något år färdig med sin utbildning vid Lantbruksuniversitetet i Jelgava utanför Riga. Zageri gård har med sin mångsidiga ekologiska verksamhet uppmärksamats på olika sätt genom åren, bland annat genom besök av Lettlands president.

Gårdsnamn: Zageri.

Brukare: Aldis och Igita Koesega

Plats: Ivander by, Kuldīga distrikt

Areal: 108 ha åker, 30 ha skog

Djur: 18 biffkor, 3 modersuggor, 49 slaktsvin, 13 getter, ankor, 20 höns och 4 hästar



Figur 68. Gården Zageri med sin mångsidiga verksamhet är också vad gäller djurhållningen anpassad för agroturism, som är en viktig inkomstkälla för familjen.

1. När jag i vårt samtal vintern 2008 ställde frågan varför man tagit detta steg till ekologiskt jordbruk, blev svaret att frun fått allergiska symptom av bekämpningsmedlen. Viktigt var också kontakten med en av pionjerna för biodynamisk odling i Estland, Mara Bergmani. Hon har bl a grundat en rörelse med hälsogårdar i Estland där människor kan komma och bo på gården och få terapi med hälsobad, örtekurer och rehabilitering.

3 o 4. Samtalet gällde också Lettlands framtid. Landets jordbruksminister ställde i ett samtal för några år sedan frågan. Vad gör vi med en miljon hektar åker som nu inte används? Fortfarande ser man stora arealer åker outnyttjade efter sovjettiden och förbuskningen fortgår. Annan mark börjar nu tas i bruk men då uppköpt av ibland utländska intressen i syfte att etablera storskaligt.



Foto Artur Granstedt

STRAUMALI OCH EKOMEJERIET PAGASTA PADOME SOM DET SÅG UT 2012

För att söka svar på mina frågor hur det går vidare med jordbruket i Lettland uppsökte jag ytterligare en av BERAS-gårdarna i Lettland: Straumali, som är självförsörjande på foder med stora arealer vall och beten, men även fodersäd.

Som i stora delar av Lettland utgör markägandet en svårighet för jordbruket. Efter sovjetkollapsen fick många ursprungliga markägarfamiljer tillbaka mark, men numera utan ändamålsenliga byggnader och utrustning. Marken utgjorde delar av kollapsade megakomplex av kolchoser, där de stora djurhallarna nu står som ruiner. Samtidigt vill inte de ursprungliga ägarfamiljerna släppa ifrån sig marken mera långsiktigt till de gårdar som nu är under uppbyggnad. Många väntar på att kunna sälja till högre priser och arrenderar ut på ett år i sänder och då saknas underlag för mer långsiktiga investeringar. Samtidigt går också nybildade stora bolagsjordbruk in och konkurrerar med det växande lokala jordbruket genom att bjuda över.

Gårdsnamn: Straumali

Brukare: Iveta Linina

Plats: Madlienas i Ogresregionen

Areal: 139 ha (inkl arrenderad mark)

Djur: 42 moderkor, 22 ungdjur,
ca 30 ekologiska slaktsvin



Ekomejeriet Pagasta Padome

1. Utöver gårdsdriften med en anställd, har Iveta Linina startat och driver sedan 1994 ett lokalt kooperativt mejeri, Pagasta Padome. Verksamheten ligger i Ogresregionen ca 10 mil öster om Riga. Sedan 2004 är all mjölk ekologisk och certifierad. Det ekologiska mjölkkooperativet har trots den nu rådande ekonomiska krisen i Lettland hittills, när det uppföljande besöket gjordes, lyckats överleva. Underlaget är ett 10-tal smågårdar som lämnar sin mjölk för beredning till pastöriserad, färsk mjölk, färskost (som smakar mycket gott) och smör. Man konkurrerar med det storskaliga mejeriet i Riga på den lokala marknaden och tillämpar gamla tiders returglassystem. Detta ogillas av de supermarket-butiker som finns, så det är de små lokala butikerna som utgör kundkretsen.
2. Iveta själv är välutbildad livsmedelsingenjör redan från sovjettiden då hon var produktionschef på en stor kolchos med 2 000 köttkor. Där började hon reagera på vad hon arbetade med och tänkte om. Kommunikationen sker på knagglig engelska. Det var en gång ryskan som för alla var det obligatoriska språket utöver det egna modersmålet. På frågan om varför ekologiskt, och hur det började, vad hon nu gör i dag blev svaret omedelbart: I am green. Hon har gått vägen från storskalighet till småskalighet och det är uppenbart att Iveta drivs av en brinnande energi för sin uppgift. Som jag upplevde det, möttes hon med stor respekt och uppskattning av sin omgivning.
3. På frågan om hur arbetet går vidare svarar Iveta: Never stop fighting. Det stora hotet var vid besöket den eventuella etableringen av en stor slaktsvinsindustri, Lauberes Bacon, alldeles nära det lilla mejeriet, med en tilltänkt årsproduktion på ca 35 000 slaktsvin om året. Enligt nitratdirektivet skulle det krävas 1 000 ha spridningsareal för gödseln och man har hittills köpt upp flera hundra ha åkerareal. Planer finns dessutom på en tre gånger större utbyggnad. Det blir betydande uttransporter av gödsel, med de emissioner till luft och vatten det blir fråga om för befolkningen att tolerera. Hela den känsliga miljön med rikt fågelliv och ett framväxande ekologiskt jordbruk är nu hotad i regionen och vattensystemet som rinner vidare ut i Lettlands stora flod Daugava och slutligen Östersjön är hotat.
4. Iveta Linina och föreståndaren för ortens bibliotek – också med i aktionsgruppen – ringade på en karta in åtta platser i Lettland, där liknande "industrial farms" är på väg. Gruppen har nu skrivit till regeringen och man ämnar även kontakta EUs miljökommissionär. Även om Lauberes Bacon lyckas förvärva spridningsarealer enligt nitratdirektivets spridningsnormer, så rör det sig om belastningsnivåer, som är två till tre gånger högre än i ett ekologiskt kretsloppsjordbruk.

Industrijordbruk i Östersjöområdet

Omfattningen av liknande initiativ på det gamla, storskaliga, statsstyrda kollektivjordbrukets ruiner i de baltiska länderna behöver utforskas vidare. Detsamma gäller utvecklingen inom de ryska områdena, Kaliningrad, Petersburgsregionen. Det gäller både fjäderfä- och slaktsvinsproduktion.

Den fortsatta utvecklingen av det industriella jordbrukets framväxt i Polen behöver också studeras vidare. Det amerikanska slaktsvinsföretaget Smithfield Foods är sedan länge etablerat och kritik har riktats mot hur man bristfälligt följer nu gällande miljökrav – som i sig är otillräckliga.

Framtiden är redan mycket osäker. Frågan är om man inom rimlig tid kan rätta till det systemfel, som nu finns. Här har man ännu inte insett nödvändigheten av ett systembyte, en ny inriktning i jordbruket, utan försöker lappa och laga det som sedan årtionden visat sig vara fel. Frågan är om man kan förhindra, att samma misstag nu etableras även i öst och i ännu större skala, efter sovjetiskt storskalighetsmönster, men nu med marknadsekonomi som drivkraft.

Gården Mälby

Även den lilla gården kan försörja en familj om man som på Mälby gård också själv förädlar och levererar direkt till en fast kundkrets, det har Harald och Sonja Speer genom många år visat med sin gård Mälby i Sörmland. På bilden syns skiftena med lantbruksväxtföljden med närande baljväxtrika vallgrödor och tärande spannmålsgrödor och som ger foder till djuren och som ger vidare gödsel till den intensivodlade trädgårdsodlingen. Trädgården har sin mångåriga växtföljd med såväl flerårig baljväxtvall och en mångfald av grönsaker och rotfrukter. Runt gården finns beteshagarna för gårdens får och därbortom lite skogsmark. Närmast gården ner mot sjön finns örtagården med alla värdefulla kryddor och hälsobringande örter som också ingår i avsalusortimentet. Varje år kommer här många besökare och särskilda guidningar anordnas här. Ekologiska självförsörjande kretsloppsgårdar finns, allt från den stora skala som den Biodynamiska gården Juchowo med 1400 ha åker och 350 mjölkkor i Polen, till den här verkligt lilla skalan, men som alla följer samma grundläggande lagbundenhet: balans mellan de närande humusuppbyggande grödorna och de tärande grödorna, utveckling och förbättring av markens bördighetsegenskaper och en kretsloppsriktad balans mellan växtodling och djurhållning.



Figur 70. Redan året efter omställningen från konventionell till ekologisk odling ökar artrikedomen av växter och fjärilar, visar en ny studie av forskare från SLU i Uppsala och Lunds universitet. Antalet fjärilar fortsatte dessutom att öka kontinuerligt efter omställningen. Fjärilarna var i snitt 100 procent fler på de gårdar som varit ekologiska i 25 år jämfört med de nyligen omställda

Dennis Jonason(SLU), Georg K. S. Andersson(LU), Erik Öckinger(SLU), Maj Rundlöf(LU), Henrik G. Smith(LU) & Jan Bengtsson(SLU) 2011. Assessing the effect of the time since transition to organic farming on plants and butterflies. Journal of Applied Ecology.



Figur 71a. Gården Juchowo i Polen 2012, 1 400 ha, 350 mjölkkor.



Figur 71b. Mälby gård 2012, 10 ha i Sörmland.

VÄGEN TILL ETT NATURRESURS- BEVARANDE JORDBRUKSSAMHÄLLE

Företagsekonomiska studier visar att lönsamheten för ett jordbruksföretag inte behöver vara sämre i ekologisk odling, när man väl uppnått balans mellan djurhållning och växtodling. Den lägre skördenivån kompenseras till viss del av, att odlaren slipper kostnader för handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel.

Gårdsexemplen i föregående kapitel samt BERAS-projektets typgårdar visar hur det – under skilda betingelser – är möjligt att driva ett jordbruk utan att behöva använda vare sig lättlösliga handelsgödselmedel eller kemiska bekämpningsmedel. Idag finns ett stort antal sådana jordbruk, synliga bevis för hur ett framtida jordbruk i såväl Sverige som i övriga Östersjöländer skulle kunna se ut – ett jordbruk som effektivt sparar in på ändliga resurser och inte belastar miljön med stora mängder närsalter och kemiska bekämpningsmedel. Östersjön kan räddas samtidigt som vi också får tillräckligt med livsmedel av hög kvalitet. Det här är mål som kan bli verklighet och dessutom mer långsiktigt innebära en god ekonomi för brukarna. Den dag miljökostnaderna slår tillbaka på priset på vissa livsmedel är det det jordbruk som baserar sin produktion på egna resurser som kan bibehålla en god lönsamhet. Om det är hotet mot havsmiljön eller klimatet (läs oljepriset) som driver fram detta får framtiden utvisa.

Ekologiska grundprinciper

Hela jordbruket i Sverige och övriga Östersjöländer behöver anpassa sig till de ekologiska lagbundenheter som ett ekologiskt jordbruk bygger på och som här beskrivits.

- 1. Hushållning med kväve och övrig växtnäring genom största möjliga cirkulation inom agroecosystemet. Förlusterna av näringsämnen måste minimeras. För detta krävs en djurhållning som är anpassad till arealen, en gödselhantering som minimerar växtnäring förluster, samt största möjliga återföring av växtnäring i övrigt material som förs bort från åkern.**

Nödvändiga förändringar för att konventionellt drivna gårdar skall kunna övergå till alternativ, ekologisk odling enligt den här grundprincipen:

- Kreaturslösa gårdar behöver antingen skaffa egna djur – som motsvarar gårdens egen foderproduktion – eller samarbeta med gårdar som har djur.
- Gårdar med intensiv djurhållning behöver minska antalet djur så att de motsvarar gårdens foderproduktion.

Dessa två åtgärder leder till att vi får balans mellan växtodling och djurhållning. Därmed skapas också en bättre regional balans i djurhållningen än vi har idag. Totalt sett i hela landet Sverige blir i ett sådant scenario djurtätheten i jordbruket ungefär som dagens genomsnitt, men med den skillnaden att djurhållningen i större utsträckning än i dag utgörs av betesdjur, vars utfodring baseras på en större andel grovfoder. För djuren skulle det innebära bättre omvårdnad och drägligare miljö.

2. Solbaserad tillförsel av allt kväve genom att baljväxterna utnyttjas för kvävefixering. Det markbundna förrådet av växtnäring måste frigöras genom odling av växter med djupgående rotsystem och genom att markens mikroliv stimuleras. Kväve och kol är nycklarna till humusbildningen, som i sin tur gynnar mikrolivet, daggmaskar och andra markdjur, markens vattenhushållning, rotutvecklingen och i slutänden grödornas tillväxt, näringsförsörjning, motståndskraft och näringskvalitet.

Nödvändiga förändringar för de gårdar som ännu drivs konventionellt:

- Vallodling med gräs och baljväxter behövs på minst 30 – 40 procent av arealen på alla gårdar. Alltså även på de gårdar som i dag huvudsakligen odlar spannmål och saknar grovfoderätande djur. På sikt innebär det också att alla gårdar bör ha någon form av grovfoderätande djur även om en del av vallgrödorna kan brukas ned som gröngödsling.
- Vallodlingen blir inriktad på en tillräckligt stor andel baljväxter. Även många konventionella gårdar med vall odlar huvudsakligen gräsvallar och baserar sin kväveförsörjning på inköpt handelsgödselkväve till betydande kostnader som kan inbesparas. Med baljväxtdominerad vall på 30 procent av arealen blir gården självförsörjande på kväve, förutsatt att man för övrigt brukar jorden och hanterar stallgödseln så att kväveförlusterna minimeras.

Att driva ett jordbruk enligt ekologiska principer är möjligt för såväl det lilla som det stora jordbruket. Här driftsledaren Sebastian Huiseman i den moderna ladugården på den biodynamiska gården Juchowo i nordvästra Polen. Gården har 1 400 ha plöjd åker, 350 mjölkkor plus egen rekrytering, köttjursuppfödning samt allsidig växtodling med vallodling och fodersäd motsvarande det egna foderbehovet samt brödsäd och trädgårdsodling med egen gårdsförädling.

3. Växtnäringens omlopp – både fastläggning och frigörelse av kväve och övrig organiskt bunden växtnäring – måste regleras så att tillgången på näring alltid står i överensstämmelse med grödornas behov. Då kan också förlusterna till omgivningen hållas på en mycket låg nivå.

Nödvändiga förändringar:

- Varje gård måste utforma en för odlingsplatsen väl anpassad växtföljd, och en plan för återcirkulering av stallgödsel och övriga odlingstekniska åtgärder.
- Vallarna behöver vara fleråriga och bestå av en blandning av både gräs och baljväxter (klöver eller lusern) för att inte åkern skall få en alltför snabb tillgång på kväve när man bryter vallodlingen. Valet av gröda, tekniken för jordbearbetning och tidpunkten för olika odlingsåtgärder måste anpassas till klimat och jordförhållanden. En ökad vallodling förutsätter en ökad grovfoderbaserad köttproduktion och en motsvarande minskad produktion av griskött och fjäderfä.

För att undvika angrepp av skadeinsekter, svampsjukdomar och ogräs är den varierade växtföljden också helt avgörande.

Som framgått av gårdsexemplen är det i ett välanpassat ekologiskt jordbruk möjligt att med framgång klara sig helt utan kemiska bekämpningsmedel. Variation, allsidig, lagom mycket växtnäring samt mekanisk ogräsbekämpning gör detta möjligt.

Med utgångspunkt från den principiella växtföljden för ett ekologiskt växtföljds- och kretsloppsbaseerat jordbruk, kan man göra en beräkning för hela Sveriges framtida jordbruk. Därvid måste också hänsyn tas till de olika produktionsförutsättningar vi har i skilda delar av landet.

Kravet att alla gårdar skall odla vall med baljväxter på minst en tredjedel av åkerarealen skulle med också mera långliggande beten innebära att i storleksordningen 60 procent av Sveriges åkermark skulle bära vall mot idag 45 procent.

Dessutom behöver vallarealen omfördelas inom landet, så att vallen ökar i slättbygdsområdena och på de gårdar där man idag driver jordbruk med ensidig spannmålsodling.

Region	Åkerareal 1000 hektar	Typväxtföljd	Andel vall + bete procent (nuvarande)
Norrland	270	Vall Vall Vall Stråsäd Stråsäd/ grönfoder	80 % (80 %)
Svealands och Götalands skogsbygder	700	Vall Vall Vall Stråsäd Stråsäd	75 % (63 %)
Götalands mellanbygder	300	Vall Vall Stråsäd Stråsäd/ärt/etc Stråsäd/ grönfoder	70 % (41 %)
Norra Götalands norra slättbygder och Götalands södra slättbygder	1 400	Vall Vall Stråsäd Stråsäd Ärter/bönor/ Rotfrukter Stråsäd	50 % (27 %)

Tabell 2. Regionvis fördelning av arealer och typväxtföljder i ett ekologiskt lantbruk i Sverige samt andelen åkerareal som därvid skulle odlas med vall.

I kalkylen är det räknat med en animalieproduktion som motsvarar dagens konsumtion. En lägre produktion av fodersäd och en större vallareal gör det nödvändigt att minska produktionen av slaktsvin med en tredjedel och öka produktionen av nötkött, baserad på grovfoder, med en motsvarande tredjedel. Om en sådan omfördelning görs, får vi tillbaka fläskproduktionen till den nivå den hade på 1950-talet. När vallen används som kvävekälla blir det mer lönsamt att ha en grovfoderbaserad utfodring av kor som ger både kött och mjölk.

Bättre ekonomi för bonden och långsiktig överlevnad för samhället

Kostnaderna för själva omläggningen är beroende av den hastighet med vilken vi får en omställning av jordbruket.

Om omställningen sker i takt med avskrivningar av befintliga byggnader och maskiner, samtidigt som nyinvesteringar sker i normal takt, behöver inte kostnaderna bli märkbara. Företagsekonomiska studier visar att lönsamheten för ett jordbruksföretag inte behöver vara sämre i ekologisk odling när man väl uppnått balans mellan djurhållning och växtodling. Som vi konstaterat kompenseras den lägre skördenivån av att odlaren slipper kostnader för handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel. Situationen kan dock vara annorlunda för de bönder som driver sina gårdar intensivt med spannmålsodling som i södra Sverige och gårdar med mycket stora investeringar i djurproduktion. Här krävs ett betydande stöd från samhället i själva omställningsprocessen.

Med en sådan omläggning skulle vi också kunna göra landsbygden mer levande med ett livskraftigt jordbruk. Rätten och skyldigheten att på detta sätt reglera jordbruket, med resurshushållning som målsättning, behöver också drivas i internationella förhandlingar.

Östersjöregionen skulle också kunna bli en förebild för övriga länder – inte minst inom den Europeiska gemenskapen, där problem med höga kostnader för överskottsproduktion och allt större miljöskador från jordbruket kan få sin lösning. Ekologiskt jordbruk baserat på kretslopp och lokala förnyelsebara resurser erbjuder möjligheterna för en mänsklig överlevnad i överensstämmelse med naturens grundvillkor både här och i övriga världen.

SAMMANFATTNING

Ekologiska grundvillkor gäller för de naturliga ekosystem och deras utveckling och gäller också för oss människor som påverkar och förändrar det naturgivna.

Vi kan av vår odlingshistoria lära oss vägen från förbrukarsamhälle till att skapa fruktbar jord.

Men också hur vi på kort tid kan förbruka vad naturen byggt upp.

Ändligen lager av fossilt lagrad energi som olja, kol och gas samt mineraler förbrukas medan miljön belastas av alltmera utsläpp.

Dagens oljeberoende, konventionella brukningsmetoder med specialiserad växtodling och djurhållning och därmed linjära flöden leder till resursförbrukning, övergödda hav, klimatförsämring, utarmade jordar och näringsfattig mat.

Praktiska exempel visar hur den gröna jorden krymper samtidigt som vi blir allt fler som den skall föda.

Ett ekologiskt jordbruk baserat på kretslopp med organisk gödsel och mångsidiga växtföljder med humusupbyggande baljväxtvallar kan åter skapa bördig jord, skona havet, minska klimatbelastningen, skydda den biologiska mångfalden och ge oss näringsrik föda.

Närhet mellan produktion och konsumtion och lokal förädlingsverksamhet ger ytterligare miljöfördelar genom kortare transporter, gynlandet av utveckling och sysselsättning på landsbygden till förmån för ett framtida jordbrukssamhälle.

En omläggning till ekologiskt kretsloppsjordbruk och mer med samverkan också mellan stad och land i hela Östersjöregionen skulle kunna rädda Östersjöns miljö och bli till en förebild för världen.

Detta gäller också oss själva, vår dagliga livsstil, vad för mat vi väljer att ha på vårt bord. En omläggning av hur vi både brukar jorden och även en ändrad livsstil med mindre kött från enkelmagade djur och mer grönsaker och rotfrukter från ekologiska kretsloppsgårdar skulle få jordens resurser att räcka åt alla människor nu och åt framtiden.

RAPPORTER FRÅN ÖSTERSJÖPROJEKTET
BERAS OCH SOM KAN LADDAS NED FRÅN
WWW.BERAS.EU

Reports

The results from research carried out in BERAS project (2003-2006) form the basis for the current BERAS Implementation project (2010-2013) and are made available in seven reports

[Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society \(BERAS\) – Executive Summary.pdf](#)

BERAS executive summary, Granstedt, A. 2007.

(Finns ej i tryckt form)

Beras report nr 1 – Local and organic food and farming around the Baltic Sea

[beras 1 – local and organic food and farming around the Baltic sea – ekolantbruk40.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 40. Sepänen, L (ed.). July 2004.

Beras report nr 2 – Effective recycling agriculture around the Baltic Sea

[beras 2 – wp3 – effective recycling agriculture around the baltic sea.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 41. Granstedt, A., Seuri, P. and Thomsson, O. December 2004.

Beras report nr 3 – Economical studies within WP3.

[Economical studies within WP3.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 43. Possibilities for and Economic Consequences of Switching to Local Ecological Recycling Agriculture, Sumelius, J. (Ed). 2005

Beras report nr 4 – Obstacles and solutions in Use of Local and Organic Food

[Obstacles and solutions in Use of Local and Organic Food.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 44. Kakriainen, S., von Essen H. (ed.). Augusti 2005.

Beras report nr 5 – Environmental impacts of ecological food systems – final report from BERAS

[Environmental impacts of ecological food systems – final report from BERAS, pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 46. Granstedt, A., Thomsson, O. and Schneider, T. January 2006.

Beras report nr 6 – Approaches to Social Sustainability in Alternative Food Systems

[Approaches to Social Sustainability in Alternative Food Systems.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 47. Sumelius, J. & Vesala, K.M. (eds.).
December 2005.

Beras report nr 7 – The Power of Local – Sustainable Food Systems around the Baltic Sea

[The Power of Local – Sustainable Food Systems around the Baltic Sea.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk Eds: Kahiluoto, H., Berg, P.G. , Granstedt, A., Fisher, H. & Thomsson, O June 2006

Rapporterna är publicerade vid Centrum för Uthålligt Lantbruk (CUL)
Sveriges Lantbruksuniversitet.

BERAS –relaterade vetenskapliga artiklar.

BERAS-related peer-reviewed scientific publications

- **Granstedt, A., Seuri, P and Thomsson, O. 2008.** Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea. Journal Biological Agriculture and Horticulture, 26(3) 279-307.
- **Granstedt, A., Tyburskij, J., Stalenga J. 2007.** Nutrient Balances in Organic Farms. Baltic Sea project BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society), results from Poland. In: Scientific Agricultural conference Poznan August, 2007.
- **Granstedt, A. 2000.** Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing nutrient pollution to the Baltic Sea. Agriculture, Ecosystems & Environment 1570 (2000) 1–17. Elsevier Science B.V. Amsterdam
- **Granstedt, A., L-Baekström, G. 2000.** Studies of the preceding crop effect of leys in ecological agriculture. American Journal of Alternative Agriculture, vol. 15, no. 2, pages 68–78. Washington University.
- **Granstedt, A. 1995.** Studies on the flow supply and losses of nitrogen and other plant nutrients in conventional and ecological agricultural systems in Sweden. Biological Agriculture and Horticulture. vol. 11, 51–67.
- **Granstedt A. 1992.** Case studies on the flow and supply of nitrogen in alternative farming in Sweden. Biological Agriculture and Horticulture 9:15-63.

- **Helmfried, H., Haden, A. and Ljung M. 2007.** The Role of Action Research (AR) in Environmental Research: Learning from a Local Organic Food and Farming Research Project. *Journal Systemic Practice and Action Research*.
- **Larsson, Markus 2012.** Environmental Entrepreneurship in Organic Agriculture in Järna, Sweden, *Journal of Sustainable Agriculture*, 36:2, 153-179
- **Larsson, M., Granstedt, A. and Thomsson, O. 2011.** Sustainable Food System –Targeting Production Methods, Distribution or Food Basket Content? In *Tech – Organic Food and Agriculture / Book 1*
- **Larsson, M. and Granstedt, A. 2010.** Sustainable governance of the agriculture and the Baltic Sea – agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. *Ecological Economics*, vol. 69, no. 10, 15 August 2010.
- **Nousiainen, M., Pylkkinen, P., Saunders, F., Seppinen, L., and Vesala, K.M. 2009.** Are Alternative Food Systems Socially Sustainable? A Case Study from Finland. *Journal of Sustainable Agriculture*, Volume 33, Issue 5.

Sammanfattning av de viktigaste resultaten den 7 mars 2006

BERAS- BALTIC ECOLOGICAL RECYCLING AGRICULTURE AND SOCIETY

Ekologiskt kretsloppsjordbruk och samhällsutveckling i Östersjöregionen

Det specialiserade jordbruket med sitt sätt att använda växtnäring, koncentrerad djurhållning, långa transporter och energianvändningen i livsmedelskedjan är stora källor till föroreningar av kväve och fosfor-föreningar till havet, utsläpp av växthusgaser samt miljögifter. Miljö-situationen i Östersjön speglar en livsstil som inte är uthållig. Syftet med BERAS – projektet är att skapa en kunskapsgrund och kompetens för en mer uthållig livsstil inom hela livsmedelsområdet. I projektet perioden 2002–2006 ingick 48 referensgårdar som är representativa för ekologiskt kretslopps jordbruk under olika betingelser inom Östersjöns avvattningsområde samt samhällen där också hela livsmedelskedjan studerats. Utvärderingsarbetet omfattade ekologiska, ekonomiska och sociologiska studier och genomfördes av 52 forskare som medverkade från respektive länder redovisat i sju rapporter och ett växande antal artiklar i internationella vetenskapliga tidskrifter.

Projektet genomfördes tillsammans med sammanlagt 20 partners från åtta länder runt Östersjön: Sverige, Finland, Danmark, Tyskland, Polen, Estland, Lettland och Litauen. Svenska partner var under denna första BERAS period Sveriges Lantbruksuniversitet (Lead partner), Länsstyrelsen i Kalmar län, Södertälje kommun, Biodynamiska forskningsinstitutet i Järna. Projektet grundar sig bland annat de förstudier som genom genomförts av docent Artur Granstedt. Projektet startade i mars 2003 och avslutas i mars 2006. Projektet var indelat i 5 arbetsområden (Work Packages): WP 1 (fallstudier), WP 2 (miljöutvärdering), WP 3 (ekonomisk utvärdering), WP 4 (sociologiska utvärdering) och WP 5 (resultatspridning). Sju rapporter publicerades under projektiden vid Sveriges Lantbruksuniversitet. En sammanfattning (executive summary) och samtliga delrapporter finns på BERAS hemsida <http://www.beras.eu>. Fortsättningsprojekt, BERAS-implementation pågår till september 2013 och arbete kan följas på hemsidan. Följande resultat redovisades från BERAS-projektet 2002–2006:

1. Huvudorsaken till den ökade kväve och fosforbelastningen från jordbruket till Östersjön är den specialisering och separering av växtodling och djurhållning som genomdrevs framför allt årtiondena efter andra världskriget i de nordiska länderna och som lett till djurgårdar med hög djurintensitet och stora växtnäringsöverskott särskilt i vissa regioner i Sverige, Finland och Danmark (WP2, BERAS rapport 2, IV).
2. En specialisering av jordbruket i Polen och Baltikum motsvarande det som skett i Sverige, Finland och Danmark skulle leda till att kväveutsläppen från jordbruket till Östersjön skulle öka med över 50 procent.
3. Ett jordbruk baserat på principerna för ekologiska kretslopp enligt resultaten från typgårdarna i BERAS -projektet leder till en halvering av det nuvarande läckaget av kväveföreningar och även minskade förluster av fosfor från jordbruket. Kväveförlusterna skulle minska mera i de länder som idag har ett mer intensivt jordbruk jämfört med de Baltiska länderna och Polen som delvis har ett mer extensivt jordbruk. I Sverige beräknas markförlusterna av kväve kunna minska med mellan 70-75% (WP2, BERAS rapport 5, II)
4. Ekologiskt kretsloppsjordbruk har i projektet definierats som ett odlingssystem med en sådan integrering av växtodling och djurhållning (på varje gård eller gårdar i sluten samverkan) så att en största möjliga del av näringsupptagningen i foderproduktionen återförs via djurens gödsel till den mark näringsämnen kommer ifrån. Detta har som konsekvens att djurhållningen på varje gård (eller gårdar i ekologisk kretsloppssamverkan) begränsas till den djurtäthet (det antal djur per ha åker) som kan försörjas av den egna gårdens foderproduktion. Ungefär 80 % av jordbruksarealen åtgår till foderproduktion för dagens genomsnittliga konsumtion av animalieprodukter och motsvarar i genomsnitt 0,6–0,8 djurenheter per ha. (WP2, BERAS rapport 5, II).

5. Den totala animalie- och vegetabilieproduktionen skulle inte behöva minska av en sådan reformering av jordbruket i hela Östersjöns avvattningsområde om man utgår från den produktionsnivå som dokumenterats på de ekologiska kretsloppsgårdarna i Sverige (WP2, BERAS rapport 5, II).

6. Andelen vall skulle i ett framtida ekologiskt kretsloppsjordbruk öka i områden med idag ensidig spannmålsodling. Vallodling med klöver och gräs i en balanserad allsidig växtföljd skulle behöva genomföras på alla gårdar. Detta skulle innebära ytterligare förutsättningar för minskat växtnäringsläckaget, uppbyggande och skydd av markens humuskapital och gynnande av den biologiska mångfalden (WP2, BERAS rapport 5, II).

7. Ökad vallodling innebär också en omfördelning av köttproduktionen så att mängden kött från enkelmagade djur (fjäderfä och svin) skulle behöva halveras medan nötköttsproduktionen skulle behöva öka i motsvarande grad vid en antagen totalt sett bibehållen animaliekonsumtion (WP2, BERAS rapport 5, IX).

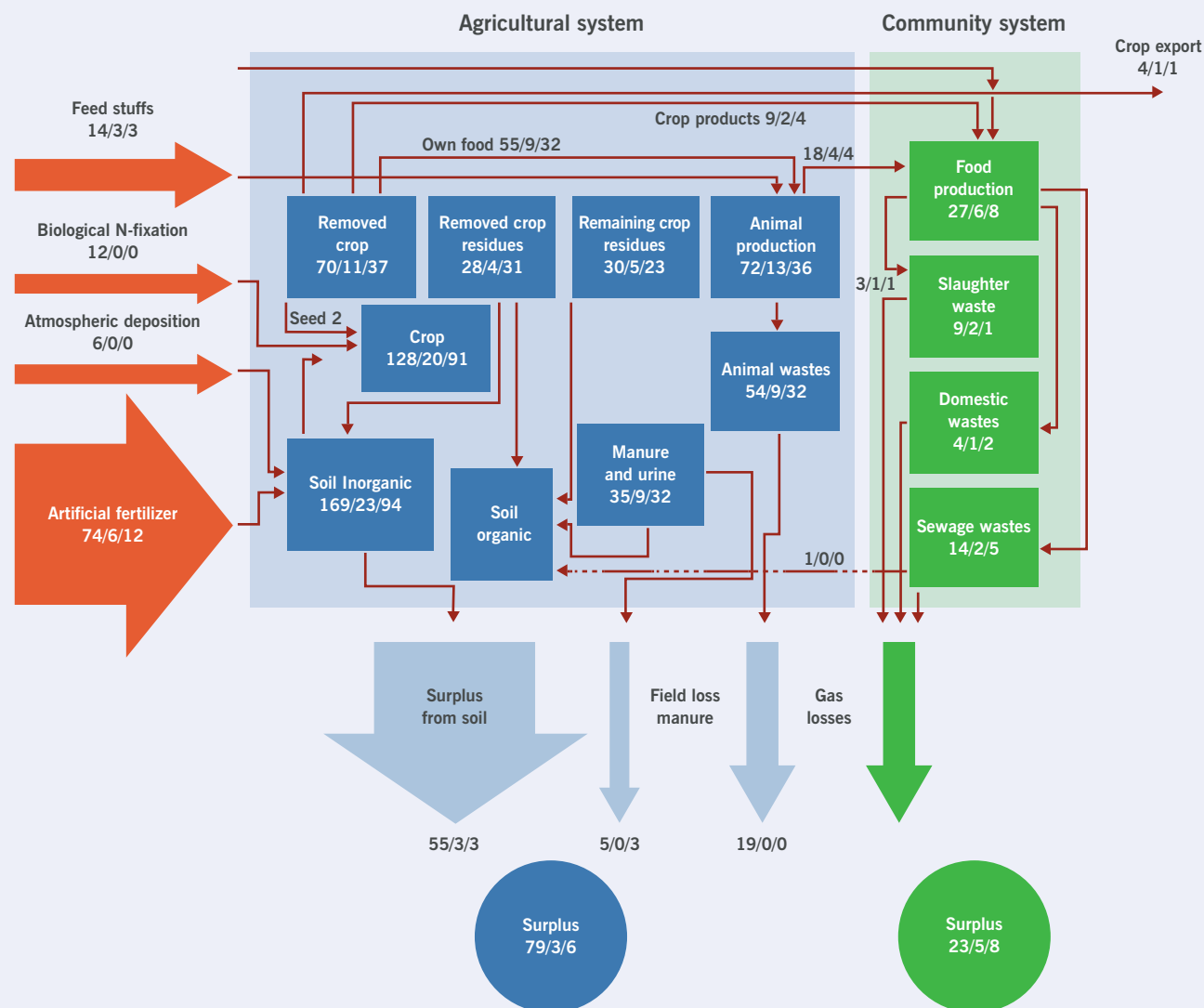
8. Lokal produktion, förädling och distribution av livsmedel från ekologiskt kretsloppsjordbruk kan minska förbrukningen av primärenergi och emissioner av växthusgaser i jämförelse med dagens konventionella livsmedelsförsörjning. Enligt ett scenario baserat på studier av den ekologiska lokala livsmedelskedjan i Järna och medelkonsumtionen i Sverige skulle förbrukningen av primärenergi minska med 40 % räknat per capita (WP2, BERAS rapport 5, V, IX).

9. En mera vegetariskt inriktad konsumtion dokumenterad hos 15 familjer i Järna (75 % mindre kött och 100 % mer vegetabilier) minskade energiåtgången med 60 % och emissioner av växthusgaser jämfört med motsvarande led i dagens konventionella livsmedelskonsumtion. Arealbehovet för livsmedelsförsörjningen skulle minska med 30 % i jämförelse med dagens inhemska odlingsareal (med 50 % om man också inräknar den externa odlingsareal på ca 1 miljoner ha som krävs för importerade fodergrödor) och kväveöverskottet i Sverige skulle minska med 65 % per capita i detta mer vegetariska scenario i jämförelse med dagens konventionella livsmedelskonsumtion (WP2, BERAS rapport 5, V, IX).

10. Odlingslandskapet och den biologiska mångfalden gynnas av ett ekologiskt kretsloppsjordbruk fritt från kemiska bekämpningsmedel, med större mångfald i odlingen och en mer betsbaserad djurhållning. Ett sådant jordbruk kan förhindra en degradering av odlingslandskapet i de delar av Östersjöregionen som i Polen där odlingslandskapet ännu är präglat av stor mångfald. En restaurering av odlingslandskapet skulle kunna introduceras i de jordbruksmässigt mer utarmade områden som finns både i de baltiska länderna efter kollapsen av sovjet-tidens storskaliga jordbruk och i de mer industrialiserade och spannmålsdominerade odlingsområdena i Sverige, Finland och Danmark (WP2, BERAS rapport 5, VI; WP4, BERAS rapport 4).

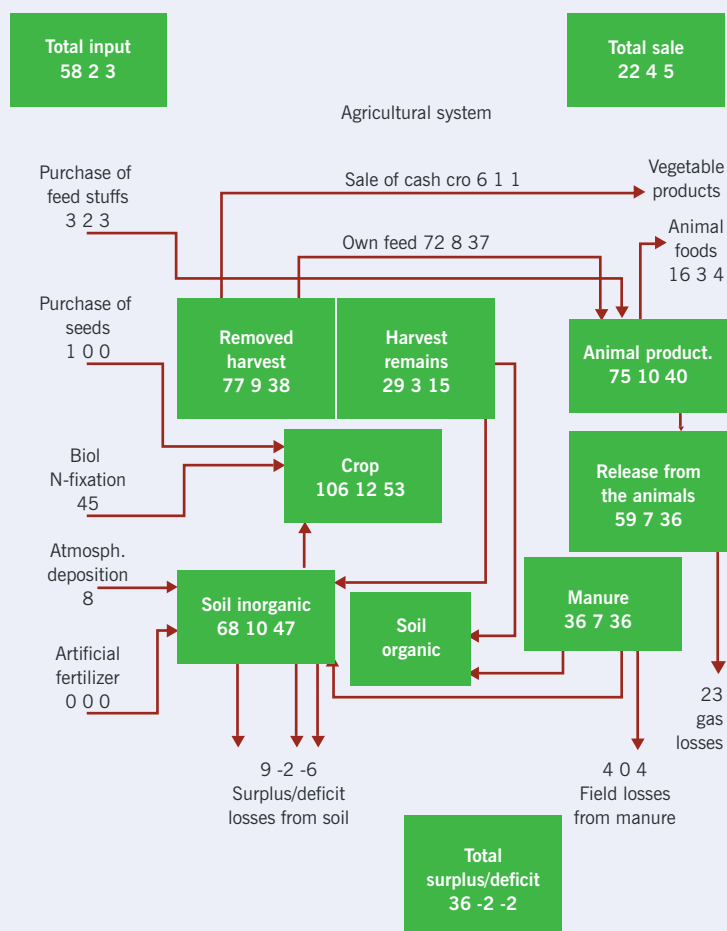
11. Ekonomiska studier på gårdsnivå visade högre produktionskostnader när miljökostnaden blir en del av kostnaden (internaliserad) i form av bland annat restriktioner att inte använda inköpta foderkoncentrat (ca 12 % lägre produktion per ko utan sojaprotein) och begränsning av antalet djur till den egna fodertillgången. I Järnastudien blev produktionskostnaden 19 % högre i mjölkproduktionen jämfört med motsvarande konventionellt jordbruk (plus 0,5-0,6 SEK per kg mjölk). Livsmedelskostnaderna för 15 hushåll i Järna med huvudsakligen ekologisk och till en stor del lokalproducerad mat var i genomsnitt 25 % högre, men variationen är här stor. Det argumenteras för att dessa kostnader för skyddet av miljön måste inkluderas i det vi betalar för maten i dag. (WP3, BERAS rapport 3).

12. Praktiska exempel på enskilda initiativ med ekologiskt kretslopps-jordbruk, lokal förädling, marknadsföring, samverkan med skolor, ekoturism och utveckling av den lokala marknaden inom livsmedelsområdet har dokumenterats i projektets åtta länder. Exempelen visar hur ökad kunskap om livsmedelsproduktionens betydelse för närmiljön och en livligare i samverkan mellan människor kan bidra till ett miljömässigt, ekonomiskt och socialt mer uthålligt samhälle och som gynnar sysselsättningen och den lokala ekonomin på landsbygden. Detta bedöms ha stor betydelse för att rädda kvar och vidareutveckla en levande landsbygdkultur och livskvalitet i Östersjöområdet samt att återetablera en sådan inom numera mera utarmade landsbygdsområden i både i nya EU länderna i öst och i områden med i dag ett mer industrialiserat och specialiserat jordbruk (WP4, BERAS rapport 6).



Figur 1. Bilaga. Beräknade flöden av kväve, fosfor och kalium kg per ha och år i det svenska jordbruket baserat på tillgänglig officiell statistik (SCB) för 2000–2002 och en brukad odlingsareal på 2 360 tusen ha. Det genomsnittliga kväveutbytet blir här bara ca 30 %. Skillnaden mellan den totala tillförseln i form av mineralgödsel (74 kg), atmosfärisk deposition (6 kg), biologisk kvävefixering (12 kg), importerade fodermedel (14 kg) samt återförda restprodukter och produktion av livsmedelsprodukter (31 kg) går förlorad till den omgivande miljön i den mån det inte temporärt sker en upplagring i marken. Av det här beräknade överskottet (79 kg) fördelar sig en del på marken (55 kg) och en del beräknas avgå från djurhållningen (19 + 5 kg). Detta är ett beräknat medelvärde (kg per ha och år) för hela jordbrukets odlade areal. Skillnaden är stor mellan specialiserade spannmålgårdar (betydligt lägre förluster) och specialiserade djurgårdar (upp till dubbelt så höga förluster) som det genomsnittliga jordbruket.

Flow of N/P/K kg ha⁻¹ in the agricultural - ecosystem Yttereneby-Skilleby
(0.6 animal unit/ha) farm 2002-2003



Calculation factors	N	P	K
Store losses from manure	0.4		
Field losses from manure	0.1	0.05	0.1
Fodder/animal production	4.6	3.0	10

Given figures	N	P	K
Purchase to anim.pro	3	2	3
Purch. seeds	1	0	0
Biol. N-fix	45		
Atmosph. dep.	8		
Artificial fertilizer	0		
Crop export	5.5	1	1
Export of animal prod	16	3	4
Calculated values			
Own feed	72	8	37
Harvest remain	29	3	15

Figur 2. Bilaga. Växtnäringsflöden kväve (N), fosfor (P) och Kalium (K) kg per ha och år på försöksgården Skilleby-Yttereneby i Järna 137 ha, som är representativ för de ekologiska kretsloppsgårdarna som studerades i Östersjöprojektet BERAS 2003 – 2006. Den här typen av flödesbalanser görs på typgårdarna i Östersjöprojektet BERAS för att få kontroll över växtnäringsflödena. (Granstedt, Seuri & Thomsson, 2004)

Ordförklaringar

Assimilera	upptaga
Biotoper	livsmiljö inom ett avgränsat område Bortodling
Bortodling	i organogena jordar (mulljordar med över 6 % humus) sker en nedbrytning av humusen vid odling som gör att markytan sänks. Detta gäller särskilt rena mossjordar med 100 % organisk substans
Detektionsgräns	mätgräns, mindre värden kan ej påvisas eller mätas
Entropi	en till värme förbunden termodynamisk tillståndsbeteckning som beskriver hur mycket av energin som aldrig kan omvandlas till arbete
Eutrofiering	övergödning, god tillgång till närsalter som gynnar tillväxt av växtplankton
Märgling	tillförsel av märgel. Märgel är jordarter med ett högt kalkinnehåll som användes tidigare i södra Sverige inom områden med lokal tillgång
Mjåla	näst lera den mest finkorniga jordarten (kornstorlek mellan 0,02 och 0,002 mm) som i nyare terminologi även ingår i det som kallas för silt (finsilt och mellansilt)
Postglacial	efter istiden, kan beteckna efter istiden avsatta sediment
Pyretroider	insektsdödande medel som i sin naturliga form återfinns hos blommorna i några växter (Pyrethrum roseum och P. cinerariaefolium)
Symbiotisk	biologisk interaktion
Sucession	utvecklingsstadier
Svedjning	röjning av mark med hjälp av eldning
Teknosfär	vår tekniska sfär

I TEXT OCH BILD ANVÄNDA ENGELSKA ORD

Årdret	av ett husdjur (häst eller ox) draget redskap för uppluckring av jorden i fåror och användes före införandet av plogen som vänder på jorden
Acidification	försurning
Biodiversity	biologisk mångfald
Biogeokemiska kretslopp	ett biogeokemiskt kretslopp är inom ekologin den cirkulation som varje grundämne, förening eller molekyl företar, då den färdas genom de biotiska (levande), abiotiska delarna av ett ekosystem

Biocider	ämnen som kan döda levande organismer. Biocider, betecknas ofta med ett prefix som anger typen av organism som medlet dödar, till exempel fungicid (svampdödande), insekticid (insektsgift), herbicid (växtdödande substanser för bekämpning av ogräs)
Biotop	livsmiljö
Cereal	sädesslag, spannmål
Denitrification	denitrifikation, är en mikrobiologisk process där kväveföreningen nitrat omvandlas till kvävgas (luftkväve) som avges till luften, som mellanprodukt kan den kraftiga växthusgasen lustgas (dikväveoxid, N ₂ O) bildas. Denitrifikation inträffar företrädesvis när det föreligger syrebrist i marken under våta förhållanden
Deposition	deposition i fysikaliskt avseende betyder övergång från gasformig till fast form
Diversity	mångfald
Gravel	grus
Fertilizer	gödsel, användes företrädesvis för mineralgödsel (konstgödsel)
Fungicides	fungicider, svampbekämpningsmedel
Herbicides	herbicider, växtgift
Horticulture	trädgårdsodling
Irrigation	konstbevattning
Insecticides	insekticider, insektsgifter som används för bekämpning
Lime	kalk
Mulch	organisk substans
Peat	torv och mer förmultnad torvjord som består enbart av organiskt material
Pasture	betesmark
Pesticides	pesticider, kemiska bekämpningsmedel som dödar eller förhindrar tillväxt av icke önskade levande organismer
Residues	rest, överskott
Sewage	avlopp
Surplus	överskott
Yield	avkastning



Södertörns högskola



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

© Artur Granstedt

Tryck: Larsson Offsettryck AB 2018

Larsson Offsettryck AB, kvalitetscertifierat enligt ISO 9001
samt miljöcertifierat enligt ISO 14001, Svanen och FSC.

Grafisk form Lena Liljeström, Järna kommunikation

Illustrationer Cecilia Gavrell, Järna kommunikation

ISBN 978-91-639-4479-6

ISSN 1652-2877

COMREC Studies in Environment and Development No. 6.

BERAS Implementation Reports No. 2

