

# Analys av fosforflöden i Sverige

**Kersti Linderholm**

Silvbergs Miljöteknik AB

**Jan Erik Mattsson**

Institutionen för biosystem och teknologi, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

**Rapport 2013:5**

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-871117-35-0

Alnarp 2013





**LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK**

Rapportserie

# Analys av fosforflöden i Sverige

**Kersti Linderholm**

Silvbergs Miljöteknik AB

**Jan Erik Mattsson**

Institutionen för biosystem och teknologi, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

**Rapport 2013:5**

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-87117-35-0

Alnarp 2013



# Förord

Projektet *Flöden & möjlighet att återföra fosfor i human-, mat- och liknande rötat avfall*, har utförts åt och finansierats av Naturvårdsverkets miljöforskningsanslag. Syftet var att bidra med underlag till Naturvårdsverkets regeringsuppdrag *M2012/317/Ke, Uppdrag om hållbar återföring av fosfor*. Projektet består av två delar. Denna rapport, *Analys av fosforflöden i Sverige*, utgör del ett av rapporteringen och är skriven av Kersti Linderholm, Silvbergs Miljöteknik AB och Jan Erik Mattsson, Institutionen för biosystem och teknologi, SLU Alnarp. Den andra delen redovisas i rapporten *Återföringssystem för fosfor i källsorterat humanavfall, matavfall och i liknande rötat samhälls- och lantbruksavfall* som är skriven av Håkan Jönsson, Åke Nordberg och Björn Vinnerås, alla vid Institutionen för energi och teknik, SLU.

Rapporten *Analys av fosforflöden i Sverige* är en uppdatering och utvidgning av den flödesanalys som redovisades i artikeln *Phosphorus flow to and from Swedish agriculture and food chain* skriven av Linderholm, Tillman och Mattsson och publicerad 2012 i tidskriften *Ambio*. Artikeln ingick i Kersti Linderholms doktorsavhandling. Syftet med att ge ut rapporten är att den är en utvidgning och uppdatering av innehållet i artikeln och att rapportformen ger mer utrymme att förklara antaganden och beräkningar än det finns plats för i en kort vetenskaplig artikel. Vi har också bedömt att det finns ett intresse inom jordbruks- och miljösektorena för en fylligare redovisning av resultaten på svenska.

Stort tack till Naturvårdsverket som finansierade uppdateringen och utvidgningen, samt alla uppgiftslämnare inom industri, myndigheter och andra institutioner. Även stort tack personer knutna till referensgruppen för detta projekt för kommentarer och förbättringsförslag på manuset.

Ornäs och Alnarp i januari 2013

Kersti Linderholm

Jan Erik Mattsson



# Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning.....	4
Summary.....	4
Bakgrund.....	5
Fosfor och livsmedelsproduktion.....	5
Gödsling och jordens fosforinnehåll.....	5
Slam som gödselmedel - lite historia.....	6
Mål och syfte.....	7
Metod och material.....	9
Fosforflöden inom jordbruk och livsmedelskedja.....	9
Övriga signifikanta flöden av fosfor.....	10
Svårigheter med officiell statistik.....	10
Resultat.....	12
Inflöde av fosfor till jordbruk och livsmedelskedja.....	13
Flöden från svenskt jordbruk och livsmedelskedja.....	19
Övriga signifikanta flöden av fosfor.....	23
Sammanfattning av inventerade fosforflöden.....	25
Önskade ämnen i fosforflöden.....	28
Diskussion.....	30
Låg självförsörjning som ger ett nettoinflöde av fosfor.....	30
Djurtätheten och fördelning av växtnäring i stallgödsel.....	30
Fosforbalanser på åkermark i Sverige och andra länder.....	32
Kadmium i fosforflöden.....	32
Slutsatser.....	34
Referenser.....	35
Bilaga 1. Import av foder till lantbrukets djur.....	41
Bilaga 2. Import och export av livsmedel inkl. export av levande djur.....	43
Bilaga 3. Livsmedelstillsatser innehållande fosfor/fosfat etc.....	45

# Sammanfattning

Fosforflöden till och från svenskt jordbruk och livsmedelskedja kring åren 2010- 2011 har kartlagts och kvantifierats. Även signifikanta fosforflöden inom andra sektorer har identifierats.

Inflöden av fosfor utgörs av import av mineralgödsel och andra gödselmedel, atmosfärisk deposition samt import av livsmedel och fodermedel. Interna flöden i form av avfall och bi-produkter från slakt, livsmedelsindustri och etanolframställning har beskrivits. Utflöden av fosfor utgörs av export av jordbruksprodukter, produkter till katt- och hundfoder, förluster till mark eller vatten samt avfall där fosfor inte återanvänds inom jordbruksproduktion.

Svensk jordbruksmark hade en årlig nettoinförsel av cirka 10 600 ton fosfor motsvarande 3,2 kg fosfor per hektar. Den totala importen av fosfor i livsmedel och foder var större än importen av fosfor i gödselmedel. Trots stränga regler om krav på tillgång till mark att använda stallgödseln på, så ackumuleras fosfor i jorden vid gårdar med högre djurtäthet. Ekologiska gårdar är inget undantag. Mängden fosfor i stallgödsel överskrider vida mängden fosfor som importeras i mineralgödsel.

Fosforflöden inom industrin finns främst inom massa- och pappersindustrin samt inom stålindustrin. Importerad kol och koks innehåller också fosfor. Betydande mängder fosfor återfinns i aska samt slagg från stålindustrin och slam från pappers- och massaindustrin.

Oönskade ämnen som följer fosforflödet, främst kadmium, har kartlagts i den mån analyser har funnits. Information om kadmiumflöden finns främst kring avloppsslam och mineralgödsel. Det slam som används som gödsel i Sverige har betydligt lägre mängd kadmium per kg fosfor än den genomsnittliga mineralgödseln som används utanför Skandinavien. Kontrollen av kadmium i importerat livsmedel och foder är bristfällig.

## Summary

Phosphorus flows to and from Swedish agriculture and food chain around the years 2010 – 2011, as well as significant phosphorus flows in other sectors, have been identified and quantified.

Inflows of phosphorus consist of the import of mineral fertilizers and other fertilizers, atmospheric deposition, and imports of food and feed. Internal flows in the form of waste and by-products from slaughter, food processing and ethanol production have been described. Outflows of phosphorus consist of exports of agricultural products to cat and dog food, losses to soil or water, and waste, where phosphorus is not re-used in agricultural production.

Swedish agricultural land had an annual net import of about 10,600 tonnes of phosphorus corresponding to 3.2 kg phosphorous per hectare. Total imports of phosphorus in food and feed exceed imports of phosphorus in fertilizers. Despite strict regulations on requirements for access to land using manure on, phosphorus was accumulated in the soil at the farms with higher stocking density. Organic farms are no exception. The amount of phosphorus in manure greatly exceeds the amount of phosphorus in imported mineral fertilizer.

Phosphorus flows in industry are mainly in the pulp and paper industry and the steel industry. Imported coal and coke also contains phosphorus. Significant amounts of phosphorus are found in ash and slag from the steel industry and in sludge from the pulp and paper industry.

Unwanted substances that follows phosphorus flows, mainly cadmium, has been mapped to some extent. Information on cadmium flows are mainly around sewage sludge and mineral fertilizer. The sludge used as fertilizer in Sweden has significantly lower amounts of cadmium per kg of phosphorus than the average mineral fertilizer used outside Scandinavia. The control of cadmium in imported food and feed to Sweden is insufficient.



# Bakgrund

## Fosfor och livsmedelsproduktion

Fosfor är livsnödvändigt för växter, djur och människor. Fosfor ingår i arvsmassan, men behövs även i många enzymer som reglerar olika biologiska processer. Fosfor ingår även i cellernas energibärare (ATP) och i enzymer som deltar i fotosyntesen. Människor och djur behöver även fosfor för att bygga tänder och skelett.

Fosfor är ett grundämne och kan alltså inte försvinna, men använt fosfor kan bli utspritt och därmed svårt att återanvända i odling. Vilka tillgångar det finns av brytvärd fosfor har diskuterats i minst 20 år (Driver, Lijmbach & Steen 1999) och vanligen framförs tidspannet 50-100 år (Cordell, Drangert & White 2009). Även vilka typer av fosforfyndigheter som är ekonomiskt möjliga att utnyttja diskuteras. Restprodukter från malmbrytning i Sverige innehåller stora mängder fosfor. I slutet av 1980-talet upphörde man med utvinningen av fosfor från gruvavfall. I Finland däremot fortsatte utvinningen av fosfor ur apatitmalm (Naturvårdsverket 2002). Oavsett hur länge fosfortillgångarna beräknas räcka, så är det ett faktum att världens tillgångar av fosfor är begränsade (Global Phosphorus Network 2011).

En annan faktor som talar för hushållning av fosforresurserna är att fel utnyttjad fosfor kan orsaka övergödning i sjöar och hav. Merparten av den fosfor som finns i livsmedlen hamnar i avloppsvattnet. I reningsverken avskiljs cirka 95 % av fosfor som därmed hamnar i ett slam som innehåller 2-3 % P av TS.

Sveriges behov av fosfor som gödselmedel beror på krav på avkastning, fosforhalt i åkerjordarna samt förstås graden av självförsörjning. Importen av livsmedel har ökat de senaste 15 åren. Den senaste officiella svenska statistiken på självförsörjning av livsmedel är från 2003 (Jordbruksverket 2009). Finland redovisar årligen sin självförsörjningsgrad på många produktgrupper (Statistics Finland 2011). Enligt Jordbruksverkets marknadsöversikter kan det uttydas att nästan varannan tugga av nötkött och var tredje tugga av griskött är importerad (Jordbruksverket 2011c; 2011d). När det gäller mjölkprodukter är det svårare att tolka marknadsöversikterna. Utnyttjandet av den nationella mjölkvoten ger en fingervisning om att självförsörjningen har sjunkit sedan EU-inträdet fram till 2009/10 då Sverige ligger på -18 %, Finland -11 % och Danmark på ett litet plus (Jordbruksverket 2012f). Var den totala självförsörjningen ligger är oklart, men 50 % nämns i debatten.

## Gödsling och jordens fosforinnehåll

Växtens upptag av fosfor från mark är mycket komplicerad. Trots att åkermark i matjordslagret normalt innehåller 1-2 ton fosfor per hektar, kan växten ha svårt att få tag i de cirka 20 kg fosfor som finns i skörden från ett hektar vete med halm. Den organiskt bundna fosfor kan inte växten ta upp och den oorganiska fosfor i mark finns främst i olika föreningar med järn, aluminium eller kalcium. Jämviktsreaktionerna för fosfor i mark är långsamma, men en förutsättning för att växtligheten ska få nytta av fosfor på sikt. Inte bara kemiska reaktioner deltar i fosfors omvandling. Även mikroorganismer spelar en viktig roll i växtens fosforupptag.

Sett i ett ögonblicksperspektiv finns endast 0,01 % av markens fosfor löst i markvattnet som fosfatjoner, vilken är den form av fosfor som växtens rötter kan ta upp. Halten fosfatjoner löst i markvattnet varierar och beror på jordens innehåll av fosfor och dess förmåga att leverera fosfat till markvattnet. Det innebär att bara några hundra gram fosfor per hektar finns direkt tillgängligt för växterna vid ett visst ögonblick. Samtidigt är detta en av förklaringarna till varför fosfor inte urlakas från jorden på samma sätt som kväve.

En jord i god fosforklass klarar ofta, men inte alltid, av att leverera fosfor till en normal skörd enskilda år. Men givetvis förändras leveransförmågan av fosfor om jorden utarmas. Klarar inte marken av att leverera fosfor så kompletteras med mineralgödsel (handelsgödsel) som är direkt "växttillgänglig". Växterna får konkurrera med markens mikroorganismer och kemiska jämviktsreaktioner om den lättillgängliga fosfor. Efter en tid så är det tillfälliga överskottet av

lättlöslig fosfor i markvätskan bundet till bland annat järn, aluminium eller kalk alternativt blivit mat till mikrober och bundet organiskt. På så sätt kan marken behålla näringen till kommande behov (Linderholm 2011).

Man gödslar fosfor efter jordens innehåll och odlad gröda. Svensk definition av ”tillgänglig fosfor” (P-AL) är den fosfor som löses med ammoniumlaktat-lösning som har pH 3,75 (Mattsson m.fl. 2001). Den mängd fosfor som löses av 2 molar (M) saltsyra (HCl) brukar i Sverige kallas ”förrådsfosfor”. Både P-AL och P-HCl anges i olika klasser beroende på analysresultatet.

1. Stark brist
2. Måttlig brist
3. Tillfredsställande
4. God försörjning
5. Överskott

Enligt provtagning inom Miljöövervakningen (Naturvårdsverkets dokumentation av förändringar i miljön) så är den procentuella fördelningen av P-AL och P-HCl i svensk åkermark enligt Tabell 1.

**Tabell 1. Procentuell fördelning av svenska jordar fördelade på fosforklasser. P-AL anger lättlöslig fosfor och P-HCl anger svårlöslig fosfor. Låg klass anger låg halt fosfor i jorden**

P-AL klass	I	II	III	IV	V
Fördelning	5%	24%	37%	24%	10%
P-HCl klass	1	2	3	4	5
Fördelning	<1%	9%	35%	28%	28%

Mindre än 10 % av åkerarealen har alltså enligt dessa data klass I och II enligt P-HCl och mer än hälften har de två högsta klasserna. Denna förskjutning mot högre klasser finns inte i P-AL-analyserna. Där är den procentuella fördelningen mellan klasserna mer normalfördelad (Eriksson, Mattsson & Söderström 2010).

Numera baseras gödslingsrekommendationerna för fosfor på principen att den fosfor som förs bort, ska ersättas med gödsling om jorden har ett tillfredsställande fosforinnehåll, dvs. ligger i klass III. På jordar i klass I och II ligger rekommendationerna högre än ersättning av bortförelsen för att öka dessa jordars fosforinnehåll mot klass III. Jordar i klass IV och V tål att sugas ur en del fosfor och rekommendationerna är därför lägre och ibland är rekommendationen 0 kg fosfor på dessa jordar (Jordbruksverket 2012a).

Gödslingsrekommendationerna anpassas även till grödan, där exempelvis potatis är en relativt fosforkrävande gröda. Vallgräsen har god förmåga att nyttja markens fosfor och rekommenderas mindre eller ingen fosforgödsel. Rekommendationerna för fosforgödsling varierar mellan 0-35 kg fosfor per hektar beroende på gröda, förväntad skörd och jordens innehåll. Specialgrödor som potatis och majs rekommenderas högre gödsling, men givan till potatis räcker även till en efterföljande gröda (Jordbruksverket 2012a).

Med försöksresultat som grund görs gödslingsrekommendationer för olika grödor i varje P-AL-klass. Principen är att förväntad skördeökning ska betala för extra gödsling. Det innebär att rekommendationerna ändras med priset på gödseln (Jordbruksverket 2012a).

## Slam som gödselmedel - lite historia

Den naturliga användningen av näringsämnen från mänsklig avföring upphörde i och med att vattentoaletter infördes mer allmänt i början av 1900-talet. Istället blev näringsämnena ett problem för ytvattnen som blev övergödda och diskussionen om återanvändning av näring i avloppsvatten började. På 1940-talet undersökte dåvarande Lantbrukshögskolan värdet av avloppsslam som gödselmedel i fältförsök och 1972 publicerade Lantbrukshögskolan en rapport med titeln *Avloppsslam - farligt eller nyttigt för odlingsjorden?* (Ericsson 1972). Svaret var samma då som det är idag - det beror på kvalitén.

De första anvisningarna för användning av slam på åkermark gavs ut av Socialstyrelsen 1973 och dominerades av de hygieniska frågorna. I slutet av 1970-talet kom råd och riktlinjer för slamhantering även från Naturvårdsverket (Augustinsson 2003).

Den mest diskuterade föroreningen i slam var och är förmodligen tungmetallen kadmium. Anledningen till detta är att kadmium lätt tas upp av växterna i kombination med hög toxicitet för människan (Lindberg, Landberg & Greger 2007). Kadmium förekommer tillsammans med fosfor både i organiska gödselmedel (stallgödsel, slam mm) och råfosfat, vilket är råmaterialet för mineralgödsel. Slam kan även innehålla andra ämnen som inte hör hemma i ett gödselmedel, eftersom slam är en produkt av det vi människor och verksamheter i samhället sänder till reningsverket.

I slutet av 1980-talet lanserade Greenpeace en aktion mot avloppsslam vilket ledde till LRF:s (Lantbrukarnas Riksförbund) första ”slamstopp” där man rekommenderade jordbrukarna att inte använda slam på åkermark (Augustinsson 2003).

Bruntland-kommissionen hade dock satt hållbarhet på den politiska dagordningen (WCED 1987). Ett regeringsuppdrag gavs 1990 till Naturvårdsverket att upprätta förslag till program som ledde till ett slam som var riskfritt att använda som gödselmedel i ett långsiktigt perspektiv (Naturvårdsverket 1993). Under samma tidsepok upprättades en flödesanalys av fosfor för svenskt jordbruk och livsmedelskedjan. Mineralgödsel och tvättmedel var de enda inflödena av fosfor i den analysen (Pettersson 1992).

Naturvårdsverkets första åtgärd var att anta en policy för anslutning till kommunala reningsverk 1991. Syftet var att både skydda ytvatten och få bra kvalitet på slam och principen var att rengöra avloppsvatten vid industrianläggningen. Policyn som ställde krav på åtgärder vid ursprunget till föroreningarna, ledde till att många industrianläggningar, avfallsdeponier och andra verksamheter byggde sina egna reningsverk (Naturvårdsverket 1996, Augustinsson 2003).

I maj 1994 undertecknades en överenskommelse om slamanvändning på åkermark mellan Naturvårdsverket, Svenska Vatten- och avloppsverksföreningen (numera Svenskt Vatten) och LRF (Naturvårdsverket 1995). Som ett resultat av överenskommelsen bilades en nationell samrådsgrupp vars uppgift var att hålla överenskommelsen aktuell och levande. Den första granskningen av slam enligt lagstiftningen och avsikten i slamöverenskommelsen ägde rum 1993 i Dalarna (Augustinsson 2003). Processen för kvalitetssäkring och certifiering av slam som gödselmedel hade börjat. Slamrevisioner med tillhörande samråd pågick i många län, regioner och kommuner under andra halvan av 1990-talet. Aktionerna mot slamanvändning fortsatte dock och 1999 ledde en debatt om bromerade flamskyddsmedel till LRF:s andra ”slamstopp”. Som en följd av detta avtog intensiteten i arbetet med slamrevisioner kraftigt (Augustinsson 2003). Utvecklingen av certifieringssystem för slam har fortsatt, dels inom slamsamråd och dels inom andra typer av certifieringar. År 2010 rekommenderade LRF sina medlemmar att endast använda slam från reningsverk som är certifierade enligt REVAQ (LRF 2012).

## Mål och syfte

Målsättningen med flödessanalysen var att identifiera och kvantifiera väsentliga flöden av fosfor till, i och från Sverige, samt oönskade ämnen, främst kadmium, som följer med dessa flöden.

Syftet med uppdraget från Naturvårdsverket (se citat nedan) var att kartlägga och uppdatera fosforflödena i det svenska samhället med utgångspunkt från de flöden som redan identifierats i artikeln Phosphorus flow to and from Swedish agriculture and food chain (Linderholm, Mattsson & Tillman 2012) i tidskriften *Ambio*.

*”Målet är att studien ska leverera i rangordning följande:*

- *Fosfordelflödenas storlek mellan jordbruket och livsmedelskedjan.*
- *En mer fullständig redogörelse för skillnaden mellan inflöde och utflöde av fosfor i artikelfiguren.*
- *Kadmiumflöden som medföljer respektive fosfordelflöde,*

- *En tydlig redogörelse för fosforflödet i slakteriavfall samt om det överensstämmer med Jordbruksverkets/Livsmedelsverkets statistik eller uppfattning om fosfor i slakteriavfall.*
- *Fosforflöden i industriprocesser som kan uppskattas från lättillgänglig statistik.*
- *Översiktlig beskrivning av andra oönskade ämnen (t.ex. silver och läkemedelsrester) som kan uppmärksammas kring varje fosfordelflöde.*
- *Flödet av olika fosforresurser i jordbruksproduktionen och livsmedelskedjan i Sverige kartläggs.*

*Betoningen på uppdraget är en uppdatering av fosforflöden med utgångspunkt från artikeln Phosphorus flow to and from Swedish agriculture and food chain i tidskriften Ambio samt att klargöra hur den fosfor som finns beskriven fördelar sig på åkermarken i Sverige, dvs. var differensen mellan input och output i flödesfiguren hamnar. Var uppstår brist respektive överskott i förhållande till den livsmedelsproduktion som sker på åkermarken i Sverige samt om upplagring kan ske på andra ställen som inte är förklarade enligt flödesfiguren.*

*Vidare är frågan om i vilken utsträckning kadmium följer med varje fosfordelflöde viktig att utreda i den mån det finns data.*

*Fosforflödet i slakteriavfallet kan tydliggöras och bör avstämmas med Jordbruksverket och Livsmedelsverket så att officiellt godtagbara siffror kommer att användas i Naturvårdsverkets fortsatta arbete med regeringsuppdraget om hållbar återföring av fosfor.*

*Beträffande fosforflöde i industriprocesser samt de olika fosfordelflödenas innehåll av andra oönskade ämnen beskrivs detta i den mån forskaren finner relevant information under arbetets gång, vilket även gäller andra aspekter kring fosforflöden som inte angivits i uppdraget men som kan vara av intresse för Naturvårdsverkets fortsatta arbete med regeringsuppdraget om hållbar återföring av fosfor.”*

## Metod och material

Flöden av fosfor är kvantifierade på årsbasis i en materialflödesanalys (MFA), som ibland kallas substansflödesanalys (SFA), enligt en metod beskriven av Brunner och Rechberger (2004). Analysen baserades på en inventering av in-och utflöden i systemet och viktiga interna flöden.

Rapporten är inte en fullständig kartläggning av alla fosforflöden i Sverige. Främst är det flöden kring livsmedelsproduktion och livsmedelskedjan som beskrivs, men även vissa andra materialflöden som innehåller fosfor och som kan vara intressanta att återanvända, antingen direkt eller efter utvinning av fosfor.

Metoden har varit att följa olika flöden av fosfor vilket har inneburit insamling och bearbetning av en kombination av statistik, information från aktörer och rimlighetsbedömningar.

## Fosforflöden inom jordbruk och livsmedelskedja

Det studerade delsystemet var livsmedelsproduktion och livsmedelskonsumtion i Sverige. I detta inkluderades även avloppsvattnet eftersom en stor del av fosfor från livsmedelskonsumtionen hamnar där, vilket innebär att även produkter som används av hushållen kom att omfattas i den mån produkter hamnar i avloppsvattnet.

Inflöden av fosfor till svenskt jordbruk omfattade alla förnödenheter som används i svenskt jordbruk såsom gödselmedel, importerat foder och mineraler. Ett direkt inflöde till åkermarken är det atmosfäriska nedfallet, liksom nedfallet av kadmium. Import av livsmedel och produkter till livsmedelsindustrin räknades som inflöde till det studerade systemet.

Merparten av fodret till lantbrukets djur produceras inom landet på svenska gårdar vilket alltså är ett internt flöde och påverkar inte den nationella balansen. Av samma anledning påverkar inte den svenska stallgödseln den nationella balansen för fosfor eftersom den används på åkermark, även om den lokala balansen av fosfor kan påverkas.

Utflöden var export av jordbruksprodukter samt fosfor i avfall och avloppsvatten som inte återanvänds som gödsel eller foder till lantbrukets djur. Förluster av fosfor från åkermark genom erosion eller läckage är ett direkt utflöde.

Tillgänglig statistik för perioden 2011 användes i möjligaste mån. Eftersom tillfälliga prisvägningar kan påverka import och export av varor under ett kalenderår har i vissa fall medelvärden av två eller tre år beräknats. Mycket lite statistik finns över fosforflöden vilket gjorde att information även har hämtats från företag, vetenskapliga rapporter, databaser, myndigheter mm.

Beräkningarna är gjorda på 3 085 365 ha som var den totala arealen av jordbruksmark år 2010. I begreppet jordbruksmark ingår åkermark och betesmark. Definitionerna för dessa i Jordbruksstatistisk årsbok är:

- Åkermark; Mark som används eller lämpligen kan användas till växtodling eller bete och som är lämplig att plöja.
- Betesmark; Mark som används eller lämpligen kan användas till bete och som inte är lämplig att plöja.

I studien *Phosphorus flow to and from Swedish agriculture and food chain* (Linderholm, Mattsson & Tillman 2012) baserades beräkningarna på 3 079 700 ha, som var den totala arealen enligt officiell statistik 2009 (Jordbruksverket 2012). Jordbruksarealen har alltså statistiskt sett ökat mellan 2009 och 2010, men det beror på att från år 2010 ingår areal på alla företag som finns i Lantbruksregistret. Tidigare ingick bara de företag som hade minst 2,0 ha åkermark i statistiken. En jämförelse mellan nya och tidigare redovisning av areal visas i Tabell 2.

**Tabell 2. Areal (ha) år 2009 och 2010 enligt Jordbruksverkets statistik 2012**

	Åkermark	Betesmark	Summa Jordbruksmark
2010, ny definition	2 633 457	451 908	3 085 365
2010, tidigare definition	2 632 450	422 708	3 055 158
2009, tidigare definition			3 079 700

Källa: Jordbruksverket, 2012

En anledning att inkludera betesmarker i beräkning av fosforflöden är att en betydande del av fosforflödet inom jordbruket går via mjölk och köttproduktion, dvs. fosfor hamnar i kött, mjölk och gödsel.

## Övriga signifikanta flöden av fosfor

Flöden av fosfor som inte berör jordbruk och livsmedelskedjan, har bara delvis kartlagts, men metoderna är ungefär samma som beskrivits ovan. Uppgifter om utsläpp av fosfor, import av fosforrika produkter och bearbetning av råmaterial innehållande fosfor har varit vägledande för att finna signifikanta flöden inom industrin.

Betydande flöden av fosfor finns inom viss industri såsom massa- och pappersindustri samt stålindustri. De flöden som kan utgöra en resurs som växtnäring har i grova drag kartlagts i denna rapport. Flöden inom skogen och skogsnäringen har inte ingått i uppdraget, men en del fosfor från skogen hamnar inom massa- och pappersindustrin och en del i aska efter förbränning av biobränsle. Skogsmarken får även ta emot nedfall av fosfor samt läcker även fosfor till vatten. Dessa flöden ingår inte i denna rapport. Till massa- och pappersindustrin importeras även fosfor till reningsanläggningarna. Fosfor finns som förorening i järnmalm i form av apatit. Apatiten flottes bort vid gruvan, vilket innebär att avfall från gruvindustrin innehåller stora mängder fosfor. Bara i Kiruna rör det sig om i storleksordningen 100 000 ton P per år (Kärsrud pers. komm.). Denna tillgång av fosfor är inte kvantifierad i denna rapport.

## Svårigheter med officiell statistik

Importstatistiken består av närmare 10 000 koder som är rätt komplicerade att navigera i. Det förekommer ibland skilda uppgifter i olika myndigheters statistik och även felaktigheter. Ett exempel beskrivs under import av fosforsyra (nedan). Ett annat exempel är statistik från SCB där någon uppgift verkar orimlig. Svaret från myndigheten var att bara slutresultatet är officiellt, inte underlaget.

Även Naturvårdsverkets databas ”utsläpp i siffror” (Naturvårdsverket 2012 a) innehåller felaktiga data. Databasen omfattar tillståndspliktiga anläggningar. Utsläppen är uppdelade till vatten och till reningsverk. Erhållna data vid sökning för utsläpp till vatten (ej till reningsverk) kan ge förbryllande resultat. Totalt släpper livsmedelsindustrin ut 20 ton fosfor till vatten enligt denna databas, varav ett mindre mejeri står för 13 ton. Vid kontroll med mejeriet i fråga visade det sig att allt deras avloppsvatten gick till reningsverk, dvs. 0 ton fosfor direkt till vatten.

## Exemplet ”import av fosforsyra”

Statistiska Centralbyråns (SCB:s) databas är inte okomplicerad att arbeta i, delvis beroende på att vattenhalter, fosforhalter mm inte anges. Jämförelser har därför gjorts med andra uppgifter och med näringen. Som exempel kan nämnas import av fosforsyra (KN kod 28092000) som enligt SCB:s databas var drygt 83 000 ton 2011. Omräknat till fosfor skulle det innebära drygt 26 000 ton fosfor. Väljer man istället att ta ut importerad mängd fosforsyra räknat i P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> så erhålls mängden 48 698 451 kg vilket omräknat till fosfor blir drygt 21 000 ton, vilket stämmer bättre med uppgifter från ledande importörer angående import av fosforsyra. Uppgifterna i SCB:s databas gäller sannolikt fosforsyra utspädd i vatten, vilken kan vara maximalt 85 %.

Även KemI (Kemikalieinspektionen) tar in uppgifter från näringsidkare om kemiska produkter i sitt produktregister (KemI-stat). KemI-stat innehåller uppgifter om kemiska produkter och ämnen som används i Sverige och vad användningsområdet är. Den senaste tillgängliga statistiken är från

år 2010. Enligt KemI-stat användes 40 000 ton fosforsyra 2010 i Sverige, varav merparten användes som ”syntesråvara, ej nämnda annorstädes”. Övriga användningsområden var rengöringsmedel, putsmedel, diskmedel, metallytbeläggningar, mm. KemI har gjort en flödesanalys på fosforsyra för 2008. Där har man angivit en import av 53 675 ton fosforsyra, men har en anmärkning att SCB har nästan 72 000 i sin statistik för samma år.

Merparten av fosforsyran (21 000 ton P) som importeras idag används som råvara till foderfosfater av vilken största delen exporteras. Uppgifter kring denna hantering som är helt dominerande, går inte att finna i statistiken eftersom sådana uppgifter ofta är sekretessbelagda.

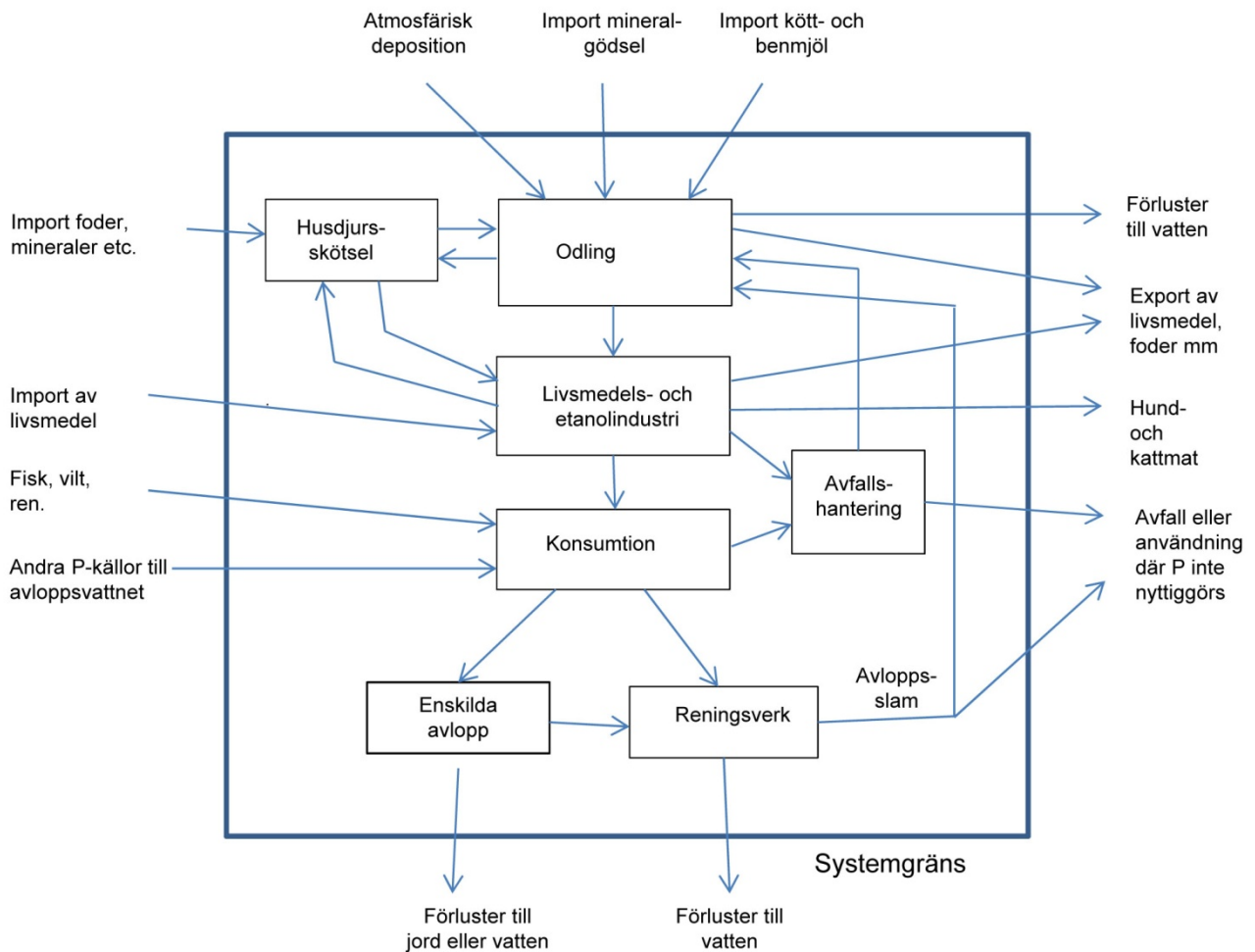
Under 2011 producerades 77 000 ton foderfosfater, vilket inte är liktydigt med försäljning (Hultin pers. komm.). Fosforhalten på produkterna varierar men snittet för produktionen till den svenska marknaden låg på 15,2 % P. Under 2011 såldes till svenska djur 11 800 ton foderfosfater vilket innebar 1770 ton P av vilket en mindre mängd gick till djur utanför lantbruket.

En mindre mängd importerad fosforsyra används som växtnäring i reningsanläggningar på massa- och pappersbruk antingen direkt som fosforsyra eller som ett sammansatt gödselmedel med kväve (Nutriol).

# Resultat

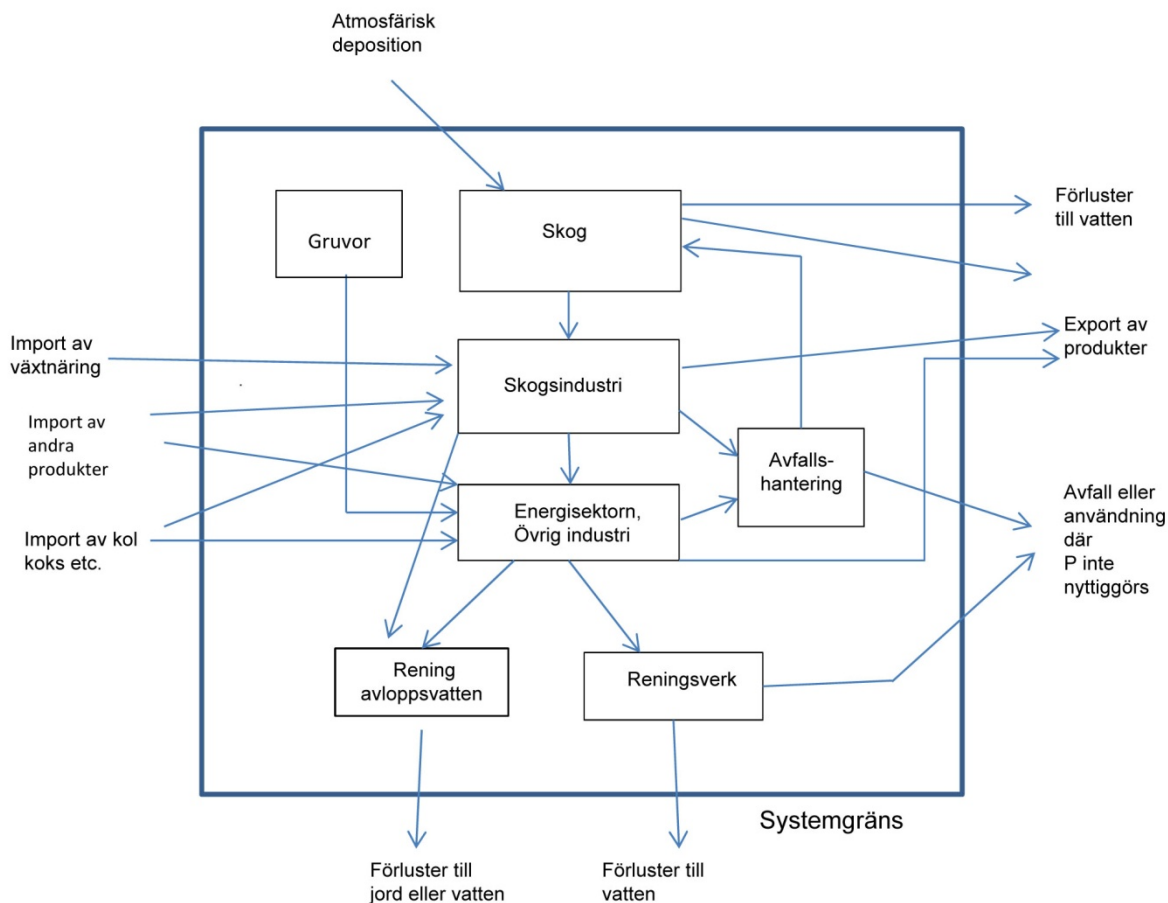
Flöden av fosfor till och från svenskt jordbruk och livsmedelskedja som har identifierats redovisas i Figur 1. Betydande fosforflöden i svensk industri och energisektor redovisas i Figur 2.

Den fosfor som finns i slam som används till täckning av deponier, gruvområden och anläggningsjord har betecknats som ”användning där P inte nyttiggörs”. Dessa områden producerar inget växtmaterial som skördas och behovet av fosfor på dessa områden är marginellt. Flöden har kvantifierats och summerats dels för svenskt jordbruk och livsmedelskedja, dels för svensk industri och energisektor.



Figur 1. Identifierade fosforflöden i jordbruk och livsmedelskedja





Figur 2. Övriga identifierade fosforflöden (övrig industri, energisektor etc.).

## Inflöde av fosfor till jordbruk och livsmedelskedja

### Mineralgödsel

När andra världskriget var över hade många svenska jordar låg halt av fosfor och gav låg skörd. Användningen av fosfor i mineralgödsel ökade och nådde sin kulmen 1973-1974 med 70 000 ton, motsvarande 24 kg per hektar åkermark (SCB 1995). I genomsnitt ökade åkermarkens innehåll av fosfor med 710 kg per hektar mellan 1950-1990 (Andersson, Eriksson & Mattsson 1998) och skördarna ökade. Under 1970-80-talet värderades inte alltid stallgödselns innehåll av fosfor, vilket bidrog till uppgödslingen (Bertilsson pers. komm.). Idag är rekommendationen att fosfor i stallgödsel har samma gödslingsvärde som fosfor i mineralgödsel (Jordbruksverket 2012a). De senaste åren har användningen av fosfor i mineralgödsel minskat både i totalmängd i Sverige och uttryckt i kg per hektar.

Tidigare tillverkades mineralgödsel för jordbruket i Sverige med importerade råvaror som exempelvis fosforsyra, men den produktionen lades ner 2006. Idag importeras all mineralgödsel som används i det svenska lantbruket. Viss tillverkning sker inom landet av gödselmedel (NP 5) till massa- och pappersindustrin från bl.a. fosforsyra (se kapitel *Massa- och pappersindustri*). Politik samt varierande priser på gödselmedel och produkter i kombination med att fosfor är ett växt-näringsämne som kan undvikas ett enskilt år, gör att inköpen kan variera över åren. Med hänsyn till årliga svängningar i inköpen av mineralgödsel till svenskt lantbruk så räknar denna studie på ett medeltal av tre år. Statistiken är baserad på "gödselår" och omfattar perioden 1 juli-30 juni året därpå. Det är en naturlig indelning eftersom vissa grödor gödslas på hösten och skördas året därpå. Medeltal av tre års import av mineralgödsel visas i Tabell 3.

**Tabell 3. Försäljning av fosfor (ton) i mineralgödsel i Sverige**

Gödselår	Ton fosfor i mineralgödsel
2008-2009	8 100
2009-2010	9 800
2010-2011	10 300
<b>Medelvärde</b>	<b>9 400</b>

Källa: SCB 2012a

### Andra importerade gödselmedel

År 2010 odlades nästan 440 000 ha enligt reglerna för ekologisk produktion. Detta var en ökning från 2009 med cirka 80 000 ha. De preliminära uppgifterna för 2011 är drygt 480 000 ha vilket innebär en ytterligare ökning med 40 000 ha. Reglerna för ekologisk produktion tillåter inte fosfor i lättlöslig mineralgödsel, men även ekologisk odling behöver fosfor för sin produktion. Inhemska fosforkällor används såsom inköpt konventionell stallgödsel, certifierad biogödsel, visst slakteriavfall mm, men en del import sker och då främst i form av kött- och benmjöl. Användning av svenskt benmjöl är ett internt flöde och redovisas under slakteristatistik, även om det oftast är ett flöde från konventionell produktion till ekologisk produktion.

Det har varit svårt att reda ut vilka tullkoder som använts för importen av slaktbiprodukter för import av material avsett för gödselmedel. Enligt Tullverket kommer sannolikt merparten av kött- och benmjöl in under tullkoden: 230110 *Mjöl och pelletar av kött eller slaktbiprodukter av kött, olämpliga som livsmedel; grevar*<sup>1</sup>. Men även andra koder kan användas av vilka några visas i tabell 4.

**Tabell 4. Import och export under 2010 och 2011 av diverse material med delvis animaliskt ursprung som kan innehålla fosfor för användning som gödselmedel. Uppgifterna avser ton material oavsett TS-halt**

Kod	Text	Import	Export	Import	Export
		2010	2010	2011	2011
		ton	ton	ton	ton
05119985	Animaliska produkter, i.a.n., döda djur, olämpliga som livsmedel (exkl. fisk, kräftdjur, blötdjur och andra ryggradslösa vattendjur)	30490	17622	15669	11649
23011000	Mjöl och pelletar av kött eller slaktbiprodukter av kött, olämpliga som livsmedel; grevar. livsmedel (exkl. fisk, kräftdjur, blötdjur och andra ryggradslösa vattendjur)	15368	12405	17596	6484
31010000	Gödselmedel, animaliska eller vegetabiliska, även blandade med varandra eller kemiskt behandlade; gödselmedel framställda genom blandning eller kemisk behandling av animaliska eller vegetabiliska produkter (exkl. varor i tablettform eller liknande former eller i förpackningar med en bruttovikt av ≤ 10 kg)	20703	6346	29603	5514
31051000	Gödselmedel, animaliska eller vegetabiliska, mineraliska eller kemiska; i tablettform eller liknande former eller i förpackningar med en bruttovikt av ≤ 10 kg	6259	1775	3047	1685

Var material som går till katt- och hundmat, minkmat, gödselmedel mm. finns i kodsystemet i tabell 4 är oklart, liksom TS-halter och fosforhalter på materialet. Eftersom SCB:s statistik var

<sup>1</sup> **fettgrevar:** proteinhaltiga rester från utsmältning och därefter partiell separation av fett och vatten (förordning (EG) 142/2011)

mycket svår att använda för import av kött- och benmjöl avsedd för gödselmedel har främst uppgifter från ledande importörer använts, vilket innebär att uppgifterna inte är heltäckande.

Totalt importeras under 2011 minst 600 ton fosfor i slakterirester som användes som gödselmedel i Sverige (Albrechtsson pers. komm.; Olsson pers. komm.). Eftersom råvaran till svenskt benmjöl fortsättningsvis kommer att gå på export (Ahlgren pers. komm.) kommer importen av benmjöl sannolikt att öka eftersom det uppstår en brist av råvara till gödselmedel för ekologisk produktion (Albrechtsson pers. komm.).

## Utsäde

Den absoluta merparten av utsädet till svenskt jordbruk är av svenskt ursprung enligt ledande aktörer på marknaden. Mindre kvantiteter exporteras och importeras. Exporten överstiger importen. Nettoexporten av utsäde ligger i kvantiteter mindre än något tusentals ton, vilket innebär ett fosforinnehåll av mindre än 100 kg fosfor, vilket är marginellt jämfört med de andra beräknade flödena.

## Biocider och växtskyddsmedel

Bekämpningsmedel omfattar grupperna biocider och växtskyddsmedel. Biocider är kemiska eller biologiska bekämpningsmedel som är avsedda att förebygga eller motverka att djur, växter eller mikroorganismer, däribland virus, orsakar skada eller olägenhet för människors hälsa eller skada på egendom. I denna grupp ingår bekämpningsmedel mot skadedjur, skyddsmedel för trä och andra material, slembekämpningsmedel inom industrin, desinfektionsmedel, konserveringsmedel mm.

Växtskyddsmedel används i huvudsak för att skydda växter och växtprodukter inom jordbruk, skogsbruk och trädgårdsbruk. Det kan vara mot svampangrepp, skadedjur eller konkurrerande växter (Tabell 5).

**Tabell 5. Mängd bekämpningsmedel samt deras innehåll av fosfor, fördelat på användarkategori under 2011**

	Mängd bekämpningsmedel, ton	Bekämpningsmedlens innehåll av fosfor, ton
Jordbruk	1660	1,4
Skogsbruk	19	-
Frukt och trädgård	140	-
Industri	6040	Merparten av den totala mängden enligt nedan används i träskyddsmedel och desinfektionsmedel
Hushållskonsumtion	728	Merparten av den totala mängden enligt nedan används i träskyddsmedel och desinfektionsmedel
Totalt	8552	116

Källa: Kemikalieinspektionen

## Importerat foder

Merparten av grovfoder och spannmål som används som djurfoder produceras i Sverige, men en del kraftfoder och mineraler importeras. För att beräkna importen av fosfor i kraftfoder och mineraler har Jordbruksverkets statistik använts. Den är angiven i ton utan information om vattenhalter eller innehåll, liksom SCB:s statistik. För att beräkna vattenhalter och fosforinnehåll har fodermedelstabeller från Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) använts tillsammans med uppgifter från sakkunnig (Spörndly pers. komm.). Importerad spannmål, även till foder, har räknats med i importen av mat. Sverige är nettoexportör av spannmål och det är en marginell mängd spannmål som importeras till foder.

Alla företag som importerar foder till Sverige måste lämna uppgifter till Jordbruksverket som är den myndighet som ansvarar för kontroll av kvalitet och hygien på foder. I denna statistik särskiljs foder till lantbrukets djur och hästar från husdjur som hund och katt samt vilda fåglar. Det sker en stor import av fågelfrön för vinterutfodring till vilda fåglar. I den tidigare studien (Linderholm, Mattsson & Tillman 2012) antogs att hälften av fodret till ”övriga djur” var import till pälsdjurs-

närings. Ungefär samma fördelning har gjorts i denna studie, men importen till lantbruksdjur är helt dominerade. Gödseln från minkar används på jordbruksmark. Pälsdjur utfodras till största delen med slaktrester (både inhemska och import) samt fisk och fiskrens, mycket import från Norge. I pälsdjursfoder ingår även vegetabilier.

Gödseln från lantbrukets djur, inklusive pälsdjur, används på jordbruksmark men avföring från sällskapsdjur och vilda fåglar hamnar okontrollerat i naturen eller i hushållsoporna. En viss direktimport av foder sker av jordbrukare, men den importen har bedömts som marginell.

Totalt är importen redovisad på cirka 125 koder. Redovisning sker i Jordbruksverkets rapporter och den senaste tryckta heter *Foderkontroll 2010* (Jordbruksverket 2011b). Då detta uppdrag gällde en uppdatering inväntades uppgifter från 2011 som blev tillgängliga i augusti 2012. Enligt beräkningar skulle fosforimporten ha ökat med mer än 50 % sedan 2008/2009. Importen 2010 låg i samma nivå som 2008/09 och en kraftig ökning skulle ha skett under 2011, vilket bedömdes som orimligt. Fel har identifierats i statistiken och justeringar har gjorts. Uppgifterna är dock fortfarande preliminära och blir så tills arbetet prioriteras igen anger Jordbruksverket (Båvius pers. komm.). Efter Jordbruksverkets rättelse av importen beräknas att 6 187 ton fosfor importerats med foder till lantbrukets djur (Bilaga 1). Posten "Övrigt mineraler" har ökat markant 2011 men det finns ingen förklaring till varför eller vad som ingår i posten. I dessa beräkningar bidrar den posten med 360 ton fosfor, vilket innebär att fosforimporten kan vara överskattad med denna kvantitet. Vi räknar i denna studie med en import av 5 800 ton fosfor i fodermedel.

Importen av rostade sojaböner har ökat. Merparten av denna import går till mjölk- och köttproduktion som drivs enligt regelverket för ekologisk produktion. Dels har denna produktion ökat och dels har reglerna kring tillåtna foderslag skärps vilket har gett som resultat att import av kraftfoder till ekologisk produktion har ökat. Konventionell mjölkproduktion använder den biprodukt som blir över då oljan har extraheras ur sojabönan (sojamjöl). Eftersom man vid extraktion använder hexan tillåter inte regelverket kring ekologisk produktion biprodukten sojamjöl. Istället använder man hel soja eller raps, men mest soja pga. prisbilden. Sojan innehåller en del ämnen som gör att den måste värmebehandlas innan den kan ges till djuren, därav rostningen.

Med de rättade uppgifterna i importstatistiken för rostade sojaböner till ekologisk produktion blir importen till lantbrukets djur enligt tabell 6.

**Tabell 6. Import av rostad soja åren 2008-2011 angivet i ton**

	2008	2009	2010	2011
Soja(böner), rostad(e)	11 850	12 015	16 370	17 840

Trenden är att importen av rostade sojaböner till ekologisk produktion ökar. Ökningen sedan 2008 motsvarar cirka 40 ton fosfor per år. SCB redovisar även statistik på import av fosfor i foder till svensk åkermark i deras meddelande *Kväve- och fosforbalanser för jordbruksmark och jordbrukssektor 2009, MI 40 SM 1102* (SCB 2011). Någon senare rapport finns inte i denna fråga. Enligt tabell 2 i *MI 40 SM 1102* anges att importen av fosfor i fodermedel till svenska djur är 11 000 ton år 2009 och 2007 samt 12 000 ton år 2005. Denna mängd borde vara i samma storleksordning som fosforimporten med foder + fodermineralen (se nedan) vilket är 7 400 ton fosfor. Hur SCB har räknat fram sin uppgift om fosforimport med foder går ej att följa i rapporten och vid kontakt med SCB anger de att deras beräkningar är sekretessbelagda. Det har alltså inte gått att kartlägga vad den stora differensen beror på.

### Import av levande djur

En mindre mängd fosfor, cirka 3 ton, importeras med levande djur. Detta var enligt SCB:s statistik mestadels hästar.

### Fodermineraler

Fodermineraler till lantbrukets djur produceras i Sverige av Yara. Råvaran är importerad fosforsyra. Merparten av de producerade foderfosfaterna går på export. Cirka 1 500-1 700 ton fosfor per år

används som foderfosfater till svenska djur (Malmqvist pers. komm.). Denna användning har minskat senaste åren på grund av större användning av fytas, färre djur inom lantbrukssektorn och minskade rekommendationer i utfodringen. Fytas är ett enzym som förbättrar fosfors smältbarhet genom att fytatbundet fosfor blir tillgängligt. Det är dock inte tillåtet att använda fytas enligt regelverket för ekologisk produktion.

### **Atmosfärisk deposition**

Den mest använda uppgiften för atmosfärisk deposition är 0,3 kg fosfor per hektar, som baseras på tidigare mätningar. Denna uppgift används av Jordbruksverket och SCB (Jordbruksverket 2008; SCB 2011). Officiell mätning av deposition av fosfor upphörde i början av 1990-talet delvis på grund av svårigheter med insamling och förorening. Fågelspillning, jordpartiklar, organiskt material från träd och mänskliga aktiviteter var några av problemen. Under 1990-talet uppmätte tre stationer i Sverige årlig fosfor deposition av respektive 0,5, 0,24 och 0,97 kg fosfor per hektar (Knulst 2001). I beräkningarna till Helsingforskommissionen (HELCOM) användes uppgiften 0,04 kg fosfor per hektar, vilken baserades på miljöövervakningsdata under två år (2006-2007) från ca 20 stationer (Karlsson 2008).

Det är alltså stor osäkerhet kring hur stort nedfallet av fosfor är men denna rapport använder samma uppgift som Naturvårdsverket vilken är 0,04 kg fosfor per hektar och år, vilket ger ett inflöde av 123 ton fosfor per år atmosfäriskt nedfall till jordbruksmarken.

### **Livsmedel exklusive fisk, skaldjur mm**

Livsmedelsproduktionen i Sverige har minskat under en följd av år och importen av livsmedel har ökat. Sverige är i pengar räknat nettoimportör av jordbruksvaror och livsmedel. Underskottet har ökat varje år sedan 1998, med undantag för år 2000 och 2010. Sverige hade under 2010 endast överskott i handeln med produktgruppen *spannmål* och *Spannmålsprodukter*. Hel laxfisk (från Norge) och vodka var de två enskilt största exportprodukterna 2010 räknat i kronor (Jordbruksverket 2011a).

Som en konsekvens har den ökade importen av livsmedel lett till en betydande import av fosfor till Sverige. I denna rapport har SCB:s statistik över import och export av livsmedel kombinerats med antagna vattenhalter och en bedömning av fosforhalter har gjorts utifrån litteraturdata och databaser (Tiessen 1995; Steineck m.fl. 2000; Livsmedelsverket 2012; USDA 2012).

Resultatet visar en import av fosfor med livsmedel på 6 100 ton per år. En mer detaljerad lista över importerade produktgrupper och beräkningar finns i bilaga 2. Spannmål till mat och foder utgjorde den största andelen av importen i kvantitet räknat (1 987 ton), medan mejeriprodukter och ägg representerade cirka 750 ton.

Fisk beräknades separat av skäl som förklaras nedan. Hudar, skinn och tobak räknades inte med i denna beräkning eftersom de antas hamna som avfall till förbränning och inte i avloppsvattnet. En viss mängd tobak kan hamna i avloppet och då främst lössnus. Enligt Swedish Match konsumerar medelsnusaren ca 3,5 dosor per vecka och anger att det finns drygt en miljon svenskar som snusar regelbundet vilket innebär cirka 5 500 ton snus om dosornas vikt i genomsnitt är 30 gram. Fukthalten är enligt Swedish match 50 % vilket innebär 2 700 ton TS snus. Fosforhalten är okänd men jämföras i denna studie med andra blad, ex luzernmjöl (Bilaga 1), vilket innebär ett fosforinnehåll på cirka 6 ton i snus som konsumeras i Sverige. Om 30 % hamnar i avloppet innebär det knappt 2 ton fosfor per år, vilket är marginellt i denna flödesanalys.

### **Fisk, skaldjur, vilt och ren**

Man skulle kunna tro att all import av fisk till Sverige konsumeras inom landet och att fosforinflödet med importen hamnar i avloppsvattnet. Som en konsekvens skulle export av fisk inte påverka den nationella balansen av fosfor för jordbruksmark eftersom produkten kommer från vatten och inte land. Men bilden är mer komplicerad än så.

Mycket av fisken som importeras är lax från Norge som inte konsumeras i Sverige utan exporteras vidare till tredje land. Importen av fisk från Norge står ensam för ca 20 procent av

Sveriges totala importvärde (Jordbruksverket 2011a). Officiell statistik visar att mängd importerad fisk och skaldjur nästan är identisk med exporten (570 000 ton) och representerar ett fosforinnehåll av drygt 1 000 ton per år (Bilaga 2). Då importen av fisk är lika stor som exporten och vi trots det äter en del fisk i Sverige så har denna studie räknat på konsumtion istället för statistik för utrikes-handel.

Fisk och skaldjur som konsumeras i Sverige kan vara fångad vild eller odlad i Sverige alternativt importerad från annat land. I denna studie har antagits att all fosfor i fisk och skaldjur som konsumeras är en input till det studerade systemet även om fosfor i fisk kan härröra från förluster från svensk åkermark. Enligt Jordbruksverket konsumerades år 2010 cirka 140 000 ton färskvikt av dessa varor (Jordbruksverket 2012b). Med antagandet att fosforhalten är 1,9 kg fosfor per ton färskvikt (Livsmedelsverket 2012) importeras cirka 270 ton fosfor med fisk och skaldjur till avloppssystemet.

Fosfor i kött från vilda djur och renar antogs vara en input till avloppsvattnet och det studerade systemet, eftersom de betar utanför jordbruksmarken. Undantag finns givetvis från detta då vilt betar på åkermark och renar utfodras med jordbruksprodukter. Dessa fosforflöden har antagits vara marginella.

Enligt Jordbruksverket konsumerades under år 2010 1,9 kg kött per person från vilt och ren (Jordbruksverket 2012b) vilket innebär en ungefärlig import till det studerade systemet av 35 ton fosfor. Tillsammans innebär det en import av fosfor till avloppssystemet med cirka 300 ton fosfor per år med konsumtionen av fisk, kött från vilt och ren.

## **Livsmedelstillsatser**

Det finns ett antal livsmedelstillsatser som är tillåtna som innehåller fosfor i någon form. Uppgifter om dessa finns i Bilaga 3. Tillsatserna finns sannolikt i importerad mat, men tillsätts även livsmedlen i Sverige och köps bland annat in från så kallade Arom-hus och andra leverantörer inom och utanför Sverige.

En tillåten livsmedelstillsats är fosforsyra (E 338) och enligt KemI användes 149 ton fosforsyra som livsmedelstillsats år 2010 vilket innebar nästan 50 ton fosfor. En del fosforsyra som används i livsmedel importeras under tullnummer där det inte framgår att fosfor ingår, exempelvis gäller detta koncentrat till vissa drycker.

Exempel på tullnummer:

- 2106905990: Sirap och andra sockerlösningar, aromatiserade eller färgade (exkl. av isoglukos, laktos, druvsocker eller maltodextrin)
- 2106909260: Livsmedelsberedningar, i.a.n., inte innehållande mjölkfett, sackaros, isoglukos, druvsocker eller stärkelse eller innehållande < 1,5 viktprocent mjölkfett, < 5 viktprocent sackaros eller isoglukos, < 5 viktprocent druvsocker eller < 5 viktprocent stärkelse

När det gäller fosforsyra som tillsats i dryck är en försiktig uppskattning att närmare 100 ton fosfor tillsätts aktuella drycker i form av fosforsyra av vilken merparten kommer in under tullnummer där det inte syns att fosfor ingår. Till detta kommer de ovan nämnda 50 ton fosfor i tillsatsen E 338, vilket innebär en försiktig uppskattning att minst 150 ton fosfor i avloppsvattnet härrör från livsmedelstillsatser.

Inom livsmedelsindustrin används även fosforsyra för rening av exempelvis vegetabiliska oljor. Fosfor i detta fall hamnar inte i produkten utan renas ur avloppsvattnet i separat reningsverk där slammet återgår till åkermarken. Fosformängderna rör sig om minst 50 ton per år vilket tillsammans med tidigare nämnda 150 ton innebär att 200 ton fosfor tillförs det studerade systemet.

## **Andra källor av fosfor till avloppsvattnet**

I maj 1990 fick Naturvårdsverket sitt första regeringsuppdrag att arbeta för ett renare slam i syfte att kunna återanvända näringen på åkermark (Naturvårdsverket 1995). Redan året därpå antogs en anslutningspolicy för kommunala reningsverk med ledorden rena vid källan och skydda hela miljön.

I policyn tydliggjordes att reningsverken bara hade skyldighet att ta emot vatten av hushållskaraktär. Anslutningspolicyn innehöll råd om separata reningsanläggningar för industri, lakvatten, dagvatten osv. Detta arbete, som idag kallas uppströmsarbete, har fortsatt och drivs av reningsverken som ställer krav på vilket vatten de tar emot (Svenskt Vatten 2012).

Under 2008 reglerades fosfater i tvättmedel för hushållsanvändning och 2011 även fosfater i maskindiskmedel. Trots det kan dessa ämnen innehålla en viss mängd fosfor eftersom det bara är fosfatinnehållet som har reglerats.

Utdrag ur Förordning (1998:944) om förbud m.m. i vissa fall i samband med hantering, införsel och utförsel av kemiska produkter:

Rengöringsmedel som innehåller fosfater

- 14 e § Textiltvättmedel som innehåller fosfater får inte saluhållas eller överlåtas till konsumenter för enskilt bruk, om den totala fosforhalten i medlet överstiger 0,2 viktprocent. Förordning (2007:1304).
- 14 f § Maskindiskmedel som innehåller fosfater får inte saluhållas eller överlåtas till konsumenter för enskilt bruk, om den totala fosforhalten i medlet överstiger 0,5 viktprocent. Förordning (2010:267).

Dessa regleringar gäller enbart konsumenters enskilda bruk vilket innebär att entreprenörer kan köpa andra rengöringsprodukter. Även andra produkter som används i hemmen kan innehålla fosfor. Tillgänglig statistik för avloppsvatten är från 2010, vilket innebär att regleringarna om fosfater bara delvis var införda vid tiden för analys av avloppsvatten och slam.

Den tidigare studien visade att cirka 575 ton fosfor kommer till avloppssystemet från hushållen efter att regleringen av fosfater i konsumentprodukter är genomförd i praktiken, förutom näringen från toalettbesöken. Beräkningen byggde på litteratordata om hur mycket fosfor som varje person släppte med bad-, disk- och tvättvatten (BDT-vatten) varje dag. Resultatet jämfördes även med uppgifter från KemI om fosfater i rengöringsmedel. Enligt NFS 2006:7 släpper varje person 0,15 g fosfor/dag med BDT-vatten om enbart fosfatfria hushållskemikalier används. Med en befolkning på nästan 9,5 miljoner personer blir tillskottet till avloppsvattnet drygt 500 ton fosfor enligt denna källa.

## Flöden från svenskt jordbruk och livsmedelskedja

### Export av jordbruksprodukter

Information om export av jordbruksprodukter hämtades från Statistiska Centralbyråns databas och kombinerades med information i databaser och litteratur om torrsubstanshalter och fosforinnehåll. (Tiessen 1995; Steineck m.fl. 2000; USDA 2012; Livsmedelsverket 2012). Den huvudsakliga exporten från Sverige är spannmål och spannmålsbaserade produkter med vilken nästan 3 900 ton fosfor lämnar landet. Dessutom exporterades 24 ton fosfor med levande djur, varav merparten som suggor eller svin. Total export av fosfor med jordbruksprodukter var cirka 5 149 ton per år (Bilaga 2).

### Förluster från jordbruksmark

En del fosfor förloras från jordbruksmark. Detta har undersökts sedan 1972 i försöksfält (SLU 2012). Förluster av fosfor till vatten är i storleksordningen 0,1-1,8 kg per ha med ett genomsnitt på 0,3 kg per ha, där skillnader i förluster har samband med topografi och jordtyp. Typiskt för fosforförluster är att de inträder under en mycket kort period och ofta har samband med riklig nederbörd (Jordbruksverket, 2008). SMED:s rapport ”Läckage från svensk åkermark för år 2009 beräknat med PLC-metodik” kommer med datamodeller fram till att forforförlusten är 0,55 kg per ha och år (SMED, 2011b). Detta är i samma nivå som fosforförlusterna från *Greppa Fosfors* pilotområden som är utvalda specifikt för sina förluster av fosfor (Greppa Näringen, 2012). En modell bör bygga på mätvärden och valideras (säkerställas) mot andra mätvärden. Eftersom de enda långa serier av

mätvärden som finns officiellt är från observationsfält och typområden så bör samma värden ligga till grund för modellberäkningen som Jordbruksverkets rapporter.

Denna studie gäller förluster från åker- och betesmark vilket gör att antagandet om 0,3 kg per ha bedöms som rimlig att använda, vilket ger en total förlust av 925 ton fosfor per år. Frågan har stämts av med Johan Malgeryd som är projektledare för Greppa Fosfor på Jordbruksverket samt Markus Hoffman som är sakkunnig i ämnet hos Lantbrukarnas Riksförbund (LRF).

## **Matavfall samt avfall från livsmedelsindustri och slakt**

### ***Hushåll och matavfall***

Enligt Avfall Sverige (2012) producerar varje person nästan 459 kg avfall under år 2011. Av avfallet källsorteras drygt 32 % (glas, papper, metall mm), mer än 50 % bränns och fosfor hamnar därmed i askan, knappt 1 % deponeras och resterande mängd komposteras eller rötas. Den biologiska behandlingen av matavfall, exklusive hemkompost, uppgick till 275 000 ton 2011. TS-halter och fosforhalter är okända. Avfall Sveriges definition på matavfall är livsmedelsavfall från livsmedelskedjan (hushåll, restauranger, storkök, butiker och livsmedelsindustrin) som av kommersiell eller annan orsak inte gått till konsumtion (Avfall Sverige 2012).

Matavfall behandlas alltmer genom rötning, i stället för kompostering. Mellan 95 och 100% av rötresten återgår till lantbruket som gödsel. Komposten däremot hamnar i trädgårdar eller som anläggningsjord och liknande (Avfall Sverige 2012). I tidigare studier har man funnit att matavfall från hushåll innehåller cirka 1420 ton fosfor (Wivstad m.fl. 2009). Se vidare nedan i Sammanfattning avfall från hushåll, livsmedelsindustri och slakt samt matavfall.

### ***Livsmedelsindustri och slakt***

Mängden matavfall från Livsmedelsindustrin inklusive slakt år 2009 uppgick till 534 000 ton och mängden biprodukter till 1 300 000 ton (SMED 2011a). Bland biprodukterna finns många fosforflöden som går tillbaka till jordbruket i form av gödsel eller foder, vilket innebär att dessa flöden inte påverkar den nationella balansen. Exempel på avfall eller biprodukter som återanvänds i jordbruksproduktionen i form av foder eller gödsel är drav från ölframställning, vassle och andra biprodukter från mjölkproduktion, fruktsaft och pulpa från potatisindustrin samt slakterirester till pälsdjursfoder. Ett annat internt flöde är användning av svenskt benmjöl som gödselmedel vilket under år 2011 var cirka 3 500 ton med 9 % P, d.v.s. 315 ton P. Branschföreträdare har dock aviserat att fortsättningsvis kommer denna fraktion att exporteras (Ahlgren pers. komm.) vilket kommer att innebära en förlust av växtnäring från Sverige. Anläggningen som producerar svenskt benmjöl stängde i september 2012 och råvarorna går nu på export (Albrechtsson pers. komm.). Eftersom denna studie avser tiden runt 2011 så räknas användningen av benmjöl från svensk slakt som ett internt flöde.

### ***Slakteriavfall och riskmaterial***

Biprodukter från slakt styrs av ett EU-direktiv som delar in materialet i tre riskgrupper efter risken för smittspridning, kategori I, II och III. Kategori I har den största risken för smittspridning och därmed de strängaste reglerna. I Sverige krossas och mals allt material i kategori I och merparten av material i kategori II ned till ett biobränsle kallat Biomal. Totalt produceras cirka 90 000 ton Biomal. Enligt SMED hamnar 16 000 ton slakteriavfall i Biomal (SMED 2011a). Konvex, som är det företag som tar emot slaktavfall till Biomal, anger att av de 90 000 ton som de tar emot för Biomal-processen så kommer 60 000 ton från slakterierna (Lindholm pers. komm.). Den stora differensen i uppgifterna beror sannolikt på att uppgiften i SMED-rapporten inte grundas på alla produktionsplatser där Biomal framställs.

Enligt Konvex kommer 2/3 av råvaran till Biomal från slakterierna, dvs. 60 000 ton. Uppgifter från större slakterier tyder på att cirka 50 000 ton går till Biomal från slakterier i Sverige. Det innebär att 30-40 000 ton av produkterna till Biomal är självdöda djur och lantbruksdjur som tidigare gick via sanitetsslakt. I denna kvantitet ingår även hästar och sällskapsdjur. Sanitetsslakt var något som fungerade för akut sjuka djur eller vid olyckor som exempelvis benbrott. Nödslakten



kom då och avlivade djuret som slaktades under speciella regler vid slakteriet. Mycket av detta kött kom då ut som livsmedel, efter besiktning och med speciell märkning.

Baserat på ett EU-direktiv införde Sverige den 1 juli 1994 krav på ”levande djurs-besiktning” dvs. att en veterinär måste besiktiga djuret före avlivning (Scherling pers. komm.). Kostnaden för veterinären uppvägs inte värdet av köttet vilket medfört att merparten av detta kött numera går till förbränning via Biomal. Åren före ”levande djurs-besiktning” infördes togs cirka 1500 ton kadaver emot årligen. År 2010 var det cirka 30 000 ton kadaver som gick till Biomal (Lindholm pers. komm.) trots att produktionen av kött har minskat i Sverige under samma tid.

Biomal innehåller totalt cirka 900 ton fosfor. Fosformängden har minskat något sedan den tidigare flödesanalysen vilket är relaterat till den minskade produktionen och därmed minskade slakten i Sverige. Askan går till deponi (Lindholm, pers. komm.), så hela denna fraktion är en förlust ur växtnäringssynpunkt.

Enligt uppdraget från Naturvårdsverket ska fosforflödet i slakteriavfallet avstämmas med Jordbruksverkets och Livsmedelsverkets statistik eller uppfattning om fosfor i slakteriavfall. Försök till detta har gjorts men Jordbruksverket har ingen uppfattning eller samordnad överblick av slakteriavfall (Liljenström pers. medd.). Inte heller Livsmedelsverket har någon vetenskap om avfallsmängder vid slakt och styckning (Kisekka pers. medd.).

### **Sammanfattning avfall från livsmedelsindustri och slakt samt matavfall**

Totalt i Sverige uppstår cirka 1 160 000 ton matavfall årligen i Sverige (Linné m.fl. 2008) varav drygt 200 000 ton rötas (tabell 7), vilket innebär att knappt 20 % rötas och resterande försvinner som avfall till förbränning eller kompost där fosfor inte utnyttjas i produktion. Sannolikt är innehållet av fosfor i matavfallet maximalt 1 kg fosfor per ton våtvikt (bedömning av P-innehåll på olika substrat i livsmedelsdatabaser) vilket innebär att cirka 200 ton fosfor i matavfall återförs med rötresten (biogödsel).

Merparten av avfallet från livsmedelsindustri och kategori 3-avfall från slakt behandlas biologiskt genom rötning och kompostering, nämligen 288 000 ton respektive 93 000 ton, dvs. totalt 71 % (SMED 2011a). Uppgifterna om biogasrötning stämmer relativt väl med vad branschorganisationen Energigas Sverige uppger (se tabell 7).

**Tabell 7. Substrat för biogasproduktion 2011 (ton våtvikt)**

Anläggningstyp	Matavfall	Livsmedelsindustri	Slakteri inkl. slam	Övrigt
Avloppsreningsverk	68 078	54 383	0	55 135
Samrötningsanläggningar	132 375	59 432	111 975	106 312
Gårdsanläggningar	0	655	2 500	1 482
<b>Summa</b>	<b>200 453</b>	<b>114 470</b>	<b>114 475</b>	<b>162 929</b>

Källa: Gyrulf pers. komm.

Att en stor del av materialet är redovisat som ”övrigt” beror på att några anläggningar inte redovisar vilket material som rötas i deras anläggning (Blom pers. komm.). Om uppgifterna i SMED:s rapport nr 45 (2011a) är riktiga så ingår avfall från livsmedelsindustri och slakt med cirka 60 000 ton i posten okänt.

Fosforhalterna är okända i materialet som går till rötning men med en uppskattning på ett P-innehåll i avfallet på 1-2 kg fosfor per ton återgår 300-600 ton P (medelvärde 450 ton) till åkermarken med rötresten från livsmedelsindustri och slakt. Enligt Avfall Sverige 2012 återförs merparten av rötresten (biogödseln) till åkermarken.

Med ett antagande att avfallet från livsmedelsindustri och slakt som förbränns eller deponeras (exklusive det till Biomal) innehåller 1-2 kg fosfor per ton så innebär det en förlust av 75 ton fosfor. Fosfor som går till Biomalförbränning är cirka 900 ton fosfor. Då anläggningen där svenskt benmjöl har producerats från slakteriavfall stängdes i september 2012 kommer fortsättningsvis cirka 315 ton fosfor ytterligare lämna systemet i form av export utanför Sverige.

Förluster från systemet är även material som går till hund- och kattfoder. Tidigare studier visade att 450 ton fosfor gick till hund och kattfoder från livsmedelsindustrin inklusive slakt. Slakten har minskat något senaste åren så denna studie antar att 430 ton fosfor försvinner denna väg.

### **Biprodukt från etanolproduktion**

Sverige har en storskalig producent av spannmålsbaserad etanol till drivmedel. En biprodukt i denna etanolproduktion är ett proteinfodermedel som kallas Agrodrank. Vid driftsstörningar kan denna biprodukt även användas som gödsel på svensk åkermark. Under 2011 såldes även 4 000 ton produkt (sirapsgödsel) till biogasverksamhet i Sverige. Produkten från denna rötning har använts som gödsel (Erichsen pers. komm.).

2011 producerades 165 183 ton Agrodrank varav 98 130 ton gick på export till andra länder som djurfoder. TS-halten är 89 % med ett fosforinnehåll på 0,85–0,9 % av TS. Agroetanol anger att proteinhalten har legat vid de lägre halterna senaste åren så denna rapport räknar med 0,85 % fosforhalt. Det innebär att produktionen har innehållit 1 250 ton P varav 742 ton P har gått på export till andra länder. Dessutom har cirka 50 ton fosfor återgått till jordbruket i form av biogasrötrest (Erichsen pers. komm.)

### **Avloppsvatten och slam**

Enligt officiell statistik (SCB 2012b) innehöll slammet från svenska reningsverk 2010 5 625 ton fosfor medan utsläppet till vatten var 267 ton fosfor. Denna statistik omfattar inte reningsverk för färre än 2000 personer. Dessa mindre reningsverk behandlar 5-10 % av allt avloppsvatten vilket innebär att totala utsläppen från reningsverk till vatten är cirka 290 ton fosfor och totala mängden fosfor i slam var närmare 6 100 ton. Analyserna för 2010 visar situationen då reglering av fosfat-innehållet i tvättmedel avsedda för konsumenter hade trätt i bruk, men däremot inte regleringen för diskmedel vilken genomfördes 2011 (se avsnitt *Andra källor av fosfor till avloppsvattnet*).

Den tidigare studien, som baserades på 2008 års statistik, räknade fram en minskning av fosfor till avloppssystemet på 1 180 ton fosfor då regleringarna av fosfater i tvätt- och diskmedel för konsumentbruk var genomförd. SCB:s statistik för 2010 visar en minskning på 330 ton fosfor i slam från reningsverk, inklusive små. Det tyder på att fosfatregleringen har haft mindre effekt än vad den tidigare studien räknade med, vilket kan bero på att konsumenter redan före regleringen valde tvättmedel med lägre fosfathalter. Sannolikt gäller detta även fosfathalter i diskmedel där regleringen trädde i kraft under 2011. Denna studie räknar med en minskning av fosforinnehållet i slam med 300 ton relaterat till fosfatregleringen av diskmedel, vilket innebär slammet innehöll 5 800 ton fosfor varav cirka 430 ton fosfor från små reningsverk och 5 370 ton fosfor från de reningsverk som omfattas av statistiken.

84 % av slammet från reningsverk som ingår i statistiken uppfyller de lagliga kraven att användas på åkermark men bara 25 % utnyttjas, vilket ger 1 340 ton fosfor till åkermark. Att inte mer slam utnyttjas som växtnäring på åkermark beror på att uppköpande handel ofta ställer krav att enbart slam som kommer från ett reningsverk som är certifierat enligt ett visst system, REVAQ, får användas. Om slam har använts som inte kommer från ett certifierat reningsverk så går produkterna ofta på export. Att inom jordbruket enbart använda slam från reningsverk som är certifierade enligt REVAQ är en rekommendation från Svenskt Vatten och LRF (LRF 2012). Inom certifieringssystemet Svenskt Sigill får inget slam användas oavsett kvalitet (Svenskt Sigill 2012). Svenskt Vatten, LRF, Lantmännen och Svensk Dagligvaruhandel driver REVAQ men Svenskt Vatten är för närvarande ensam ägare till certifieringssystemet. Det avloppsslam som inte användes som växtnäring inom jordbruket användes som anläggningsjord för olika ändamål och som täckmaterial på deponier och gruvområden. Exempelvis går 510 ton fosfor per år från Henriksdals reningsverk till Bolidens gruva i Aitik för efterbehandling av markområden vid gruvor och sandmagasin, trots att reningsverket är REVAQ-certifierat (Stockholm Vatten, 2012). På grund av starkt ökande kostnader för certifiering av reningsverken enligt REVAQ är det osannolikt att växtnäring kommer att återanvändas från mindre reningsverk.

Sammantaget innebär ovanstående att 1300-2000 ton av fosfor i avloppsslammet inte kommer

att nå åkermarken utan speciella regler för mindre reningsverk eller en avancerad behandling som exempelvis förbränning med efterföljande utvinning av fosfor ur askan. Den realistiska potentialen för att använda fosfor direkt från slamavskiljning på åkermark är 3 200-4 300 ton P (Finnsen pers. komm).

Cirka 450 000 fastigheter med totalt 1,2 miljoner fastboende personer och 290 000 fritidsfastigheter har enskilt avlopp med ansluten vattentoilet som inte är anslutna till kommunala reningsverk (Naturvårdsverket 2012 b). En mindre mängd av fosfor i dessa enskilda avlopp hamnar i kommunala reningsverk via slamtömningen, men runt 90 % av fosfor blir kvar i marken med en potentiell risk för urlakning till vatten på sikt (Steineck m.fl. 2000). Med lösningar som passar både jordbruket och ägaren till det enskilda avloppet skulle denna fosforresurs kunna återanvändas som växtnäring i jordbruket.

Då regleringen av fosfor i konsumentprodukter har genomförts tillför varje person 1,5 g fosfor per dag med avföringen och 0,15 g fosfor per dygn med andra produkter. Det innebär en fosforbelastning i enskilda avlopp på 720 ton varav 650 ton fosfor blir en förlust från det studerade systemet, även om det inte är liktydigt med direkt förlust till vatten.

## Övriga signifikanta flöden av fosfor

Fosforflöden inom industrin finns främst inom massa- och pappersindustrin samt inom stålindustrin. KemI:s fosforflödesanalys för 2008 anger att 368 ton fosforsyra importerades i biocider, bekämpningsmedel samt desinfektionsmedel. Merparten av detta användes som träsnyddsmiddel och desinfektionsmedel, undantaget 4,4 ton fosforsyra i växtskydd. Det innebär att 364 ton fosforsyra innehållande cirka 115 ton fosfor används inom industri eller hushåll som träsnyddsmiddel eller desinfektionsmedel.

Sverige har en nettoimport av kol, koks och liknande på cirka 3,2 Mton. Kol innehåller cirka 0,02 % P (Kärsrud pers. komm.) vilket ger en ungefärlig fosforimport av 640 ton fosfor.

## Utsläpp från industri till vatten

Industrin släppte enligt SCB ut 289 ton fosfor till vatten år 2010:

**Tabell 8. Utsläpp av fosfor från olika industrigrenar till vatten**

	ton P/år
Massa- och pappersindustrin	272
Livsmedelsindustrin	5
Kemisk industri	7
Oljeraffinering	2
Träindustri	1

Källa: SCB 2012b.

Energisektorn är inte med i SCB:s statistik, men utdrag ur Naturvårdsverkets utsläppsbas ger ett utsläpp till vatten från denna sektor med 2,6 ton fosfor per år. Denna omfattar dock bara tillståndspliktiga anläggningar (Naturvårdsverket 2012 a).

## Massa- och pappersindustri

Fosforflödena till massa- och pappersindustrin härrör delvis från vedråvaran, dvs. det som skördas i våra skogar samt eventuell import. Fosfor tillsätts även i reningsanläggningar inom massa- och pappersindustrin. Cirka 1 500 ton fosfor tillsätts reningsanläggningar som näring åt mikroberna (Stedig pers. komm.). En mycket grov uppskattning är att veden bidrar med 1000 ton fosfor till avloppsvattnet före rening. Bildade slamprodukter och mängd 2011 visas i Tabell 9.

**Tabell 9. Bildat slam vid massa- och pappersindustrin under 2011**

Typ av slam	ton TS/år
Fiberslam	85 000
Bioslam	60 000
Dipslam/avsvärtningslam	150 000
Kemslam	42 000
Grönlutsslam	112 000

Källa: Wiklund pers. komm.

Mängderna bildat slam har kombinerats med fosfor- och kadmiumhalter som sammanställdes i rapporten Miljö 95/96 Rapport från Skogsindustrins miljöforskningsprojekt (Skogsindustrierna 1996). Rapporten är visserligen 16 år gammal, men sannolikt har inte fosfor och kadmiumhalter förändrats nämnvärt under denna tid. Någon nyare sammanställning finns inte (Wiklund pers. komm.). Kadmiumhalterna varierar men ligger oftast över halterna i ett genomsnittligt avloppsslam. Detta gäller även bioslam. En uppskattning är att det bildade slammet har ett innehåll av cirka 700 ton fosfor och 1,5 ton kadmium. Fosfor i slammet hamnar på deponi, ibland efter förbränning av slammet. En del slam används som marktäckning.

## Stålindustrin

Fosfor kommer in via råvarorna, främst kol och malm. Dessa innehåller ca 0,02 % fosfor vardera.

Malmen som bryts innehåller betydligt högre halt fosfor i form av apatit, men den flottes bort innan järnmalmen säljs till kund. För 25 år sedan användes restprodukten Thomasfosfat i jordbruket. Idag går vissa kalkprodukter från stålindustrin till jordbruket men dessa produkter innehåller mycket lite fosfor.

För varje ton stål som produceras används 0,5 ton kol och 1,5 ton malm. SSAB producerar under normala förhållanden ca 4 Mton stål per år. Det innebär att de använder ca 2 Mton kol och 6 Mton järnmalm som tillsammans innehåller runt 1600 ton P. Det mesta av fosfor hamnar i masugnens råjärn och tas bort i stålverket där den hamnar i stålslaggen (LD-slagg) som innehåller 0,2–0,3 % fosfor. Ca 400 000 ton slagg produceras per år, vilken innehåller över 1 000 ton fosfor. Hälften av slaggen återanvänds i masugnen p.g.a. dess värdefulla kalk- och järninnehåll. Resterande mängd används till bl.a. markbyggnad.

Fosforinnehållet i malmen är beroende av ursprung. Malmen i Grängesberg innehåller 1 % fosfor, malmen från Kiruna innehåller 0,1 % fosfor (Kärsrud pers. komm.).

Stålindustrin använde 243 produkter innehållande fosforsyra under år 2008 men halterna anges inte. Produkterna används till betning, härdning, etsning, rengöring mm (KemI). I KemI-stat (sökverktyg hos Kemikalieinspektionen) finns följande information:

- Metallbetningsmedel 180 ton P
- Metallytbehandlingsmedel 191 ton P

## Energisektorn, träindustrin mm

Energibranschen producerar omkring 1,5 miljon ton aska om året (Svensk fjärrvärme; projekt med SCB). Askorna kommer från förbränning av ett stort antal olika bränslen och är av mycket skiftande kvalitet vad gäller innehåll av tungmetaller mm. Trots det kan det vara intressant att få en uppgift om fosforinnehållet i aska i Sverige. Med en genomsnittlig fosforhalt av 0,5 % (Lövström pers. komm.) innebär det 7 500 ton fosfor i aska. Fosfor härrör från skogen, importerat bränsle, åkern (matavfall, avloppsslam, energigrödor) samt diverse produkter som förbränns.

Sverige har cirka 22,5 miljoner ha skog (Riksskogstaxeringen 2011). Totalt nedfall av fosfor över skog är 6 750 ton om nedfallet antas vara 0,3 kg fosfor per hektar och 900 ton om nedfallet antas vara 0,04 kg fosfor per hektar (se diskussion ovan om atmosfärisk deposition). Denna rapport använder samma uppgift som rapporterats till Helcom, dvs. 0,04 kg fosfor per hektar. Nedfallet faller över all skogsmark men hur stor urlakningen från skogen är beror på utveckling och brukande

av skogen. Enligt Riksskogstaxeringen var 942 000 ha föremål för avverkning, gallring eller röjning under 2010.

## Hushåll och trädgårdar, parker, golfbanor mm

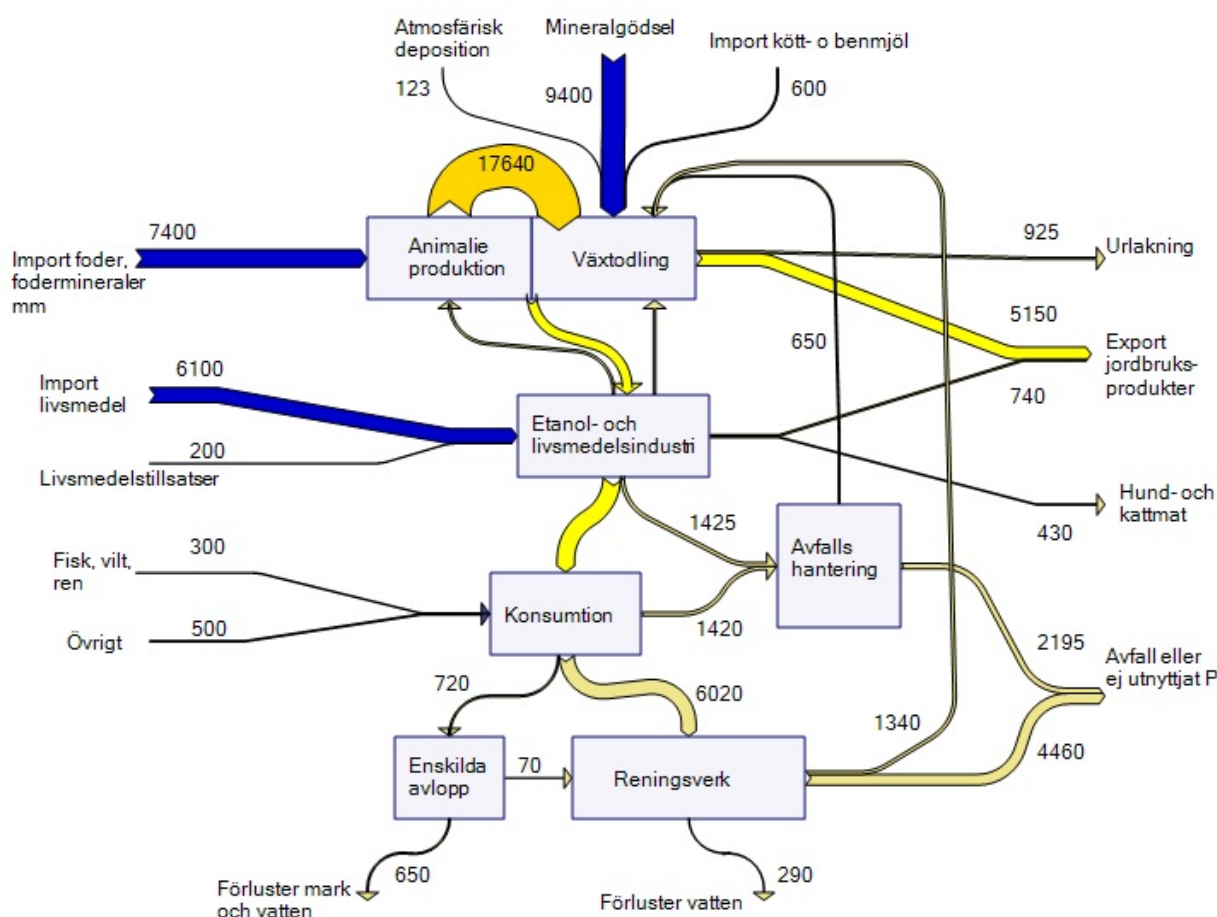
Fosforflödet till parker och trädgårdar mm har inte kartlagts i denna undersökning.

Vissa flöden har identifierats som exempelvis import av danskt köttmjöl innehållande cirka 90 ton fosfor. I tullstatistiken finns speciella koder för gödselmedel som importeras i mindre förpackningar, men informationen om fosforhalten är bristfällig och det är inte möjligt att räkna på import av gödselmedel till trädgårdar, parker och liknande. Även stora mängder torv, både importerad och inhemsk används sannolikt i parker och trädgårdar. Park och trädgårdsavfall innehåller cirka 200 ton fosfor (Wivstad m.fl. 2009).

## Sammanfattning av inventerade fosforflöden

I tabell 10 och figur 3 visas de inventerade flödena av fosfor inom jordbruk och livsmedelskedja. I tabell 11 och figur 4 visas de övriga flöden inom industri och hushåll som har identifierats inom detta projekt.

### Flöden av fosfor i svenskt jordbruk och livsmedelskedja



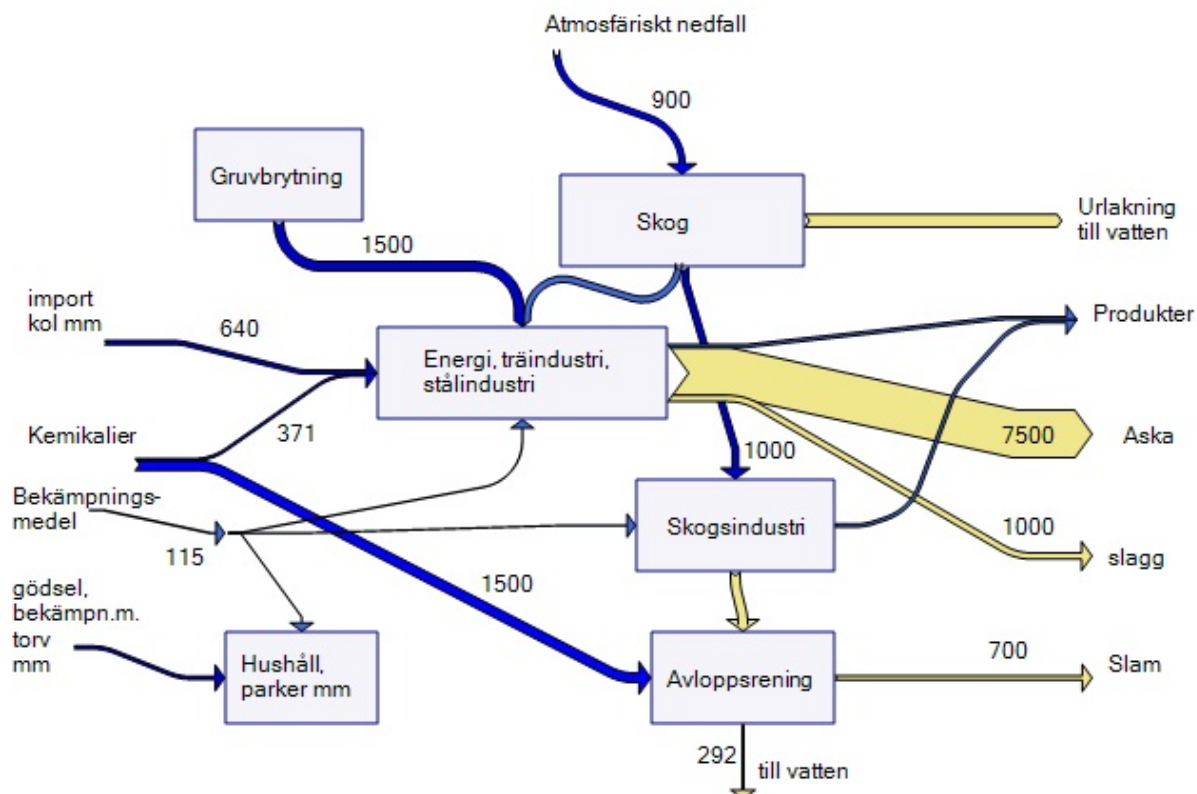
Figur 3. Fosforflöden till och från svenskt jordbruk och livsmedelskedja. Talvärden vid pilarna avser ton fosfor per år. Pilen från animalieproduktion till växtodling avser stallgödsel, exklusive den gödsel som djuren lämnar på bete.

**Tabell 10. Fosforflöden till och från svenskt jordbruk och livsmedelskedja**

<b>Inflöde</b>	<b>ton P/år</b>
Mineralgödsel, import	9 400
Kött- o benmjöl, import	600
Växtskyddsmedel	1
Importerat foder	5 800
Fodermineraler	1 600
Atmosfärisk deposition jordbruk	123
Levande djur, import	3
Import livsmedel exklusive fisk	6 100
Livsmedelstillsatser	200
Fisk, vilt och ren	300
Övrigt till avloppsvatten	500
<b>Summa in</b>	<b>24 627</b>
<b>Utflyde</b>	<b>ton P/år</b>
Export jordbruksprodukter inkl. spannmål	5 149
Förluster från åkermark till vatten	925
Katt- och hundmat	430
Livsmedelsindustri, slakt, hushåll, avfall eller ej nyttjat P	2 195
Etanolproduktion, export av biprodukt	740
Enskilda avlopp	650
Reningsverk utsläpp	290
Slam till icke produktiv mark	4 460
<b>Summa ut</b>	<b>14 839</b>
<b>Netto in, totalt</b>	<b>9 788</b>

Nettoflödet av 9 788 ton fosfor per år till svenskt jordbruk innebär en genomsnittlig årlig upplagring av 3,2 kg fosfor per hektar jordbruksmark.

## Signifikanta fosforflöden inom svensk industri och energisektor



Figur 4. Övriga identifierade signifikanta flöden av fosfor. Talvärden vid pilarna anger ton fosfor per år.

**Tabell 11. Övriga identifierade signifikanta flöden av fosfor**

Inflöde	ton P/år
Import kol mm	640
Import gödsel mm till trädgårdar, parker, golfbanor etc.	?
Fosfor med ved till massaindustri	1 000
Rening av avloppsvatten vid massaindustri	1 500
Bekämpningsmedel <sup>1)</sup>	115
Fosfor med ved till biobränsle	?
Atmosfärisk deposition, skog	900
Kemikalier stålindustrin	371
Malm till stålindustrin	1 500
Utflöde	ton P/år
Förluster från skogsmark <sup>2)</sup>	1 260
Aska	7 500
Slagg i stålindustrin	1 000
Utsläpp vatten (exkl. avloppsreningsverk)	292
Slam från pappers och massa industri	700

<sup>1)</sup> Se avsnitt *Biocider och växtskyddsmedel*

<sup>2)</sup> SMED 2011c

# Oönskade ämnen i fosforflöden

## Kadmium

De enda flöden av kadmium som är väldokumenterade är de i avloppsvatten, slam och mineralgödsel. Det sker även en viss provtagning av det atmosfäriska nedfallet av kadmium. Två provstationer finns kvar för mätning av våtdeposition av kadmium. Ingen mätning sker av torrdepositionen (Eriksson pers. komm.). Vart femte år genomförs en omfattande provtagning på metaller i mossa. Analyser på rötresten finns, men ofta inte fosforanalyser på materialet som går in i processerna. På ingående material analyseras oftast bara de oönskade ämnena. Det hade varit önskvärt med dessa relaterade till växtnäring i produkterna in också.

I princip analyseras allt slam på 7 tungmetaller och några organiska ämnen. Slam som ingår i certifieringen Revaq analyseras på ytterligare ett 60-tal ämnen inklusive silver. När det gäller slam finns goda möjligheter att göra detaljerade beräkningar av flöden av olika oönskade ämnen. Underlag finns i SCB:s statistik "Utsläpp till vatten". Ett problem blir dock vid sådana beräkningar att det lätt blir bortglömt att de flesta flöden i samhället är okända eftersom få analyser görs på andra produkter.

Vissa analyser finns på svenskproducerade livsmedel men bara ett fåtal på importerad mat. Livsmedelsverket har analyserat några produkter under tidsperioden 1995-2008 och skiljt på importerat och producerat i Sverige. Importerade chark- och ostprodukter som analyserades 1995 höll dubbelt så hög halt kadmium som de svenska produkterna. I gruppen vete-, spelt- och risprodukter var tendensen den motsatta (KemI 2011) men jämförelsen mellan svenskt vete och importerat ris är tveksam eftersom det rör sig om två olika arter. Ingen analysering finns redovisad efter 2008 (KemI 2011). Mycket grova beräkningar på värden redovisade i KemI:s rapport (2011) i förhållande till fosforinnehåll (Bilaga 2) ger en kvot på 13 mg Cd per kg P i spannmål och 7 mg Cd per kg P i importerat kött (4 mg Cd per kg P i svenskt kött).

Ingående material i en svensk röttningsanläggning med 80 % matavfall och 20 % slaktavfall höll 22,6 mg Cd per kg P (Bark pers. komm.). Räknat på uppmätta medeltal av fosfor respektive kadmium i svensk åkerjord (Eriksson 2009) så håller matjorden 322 mg Cd per kg P. Variationen är stor men jord från skalade rotfrukter kan vara en förklaring till den högre kvoten i materialet in till röttningsanläggningen eftersom matjord håller en betydligt högre halt av kadmium i förhållande till fosfor än jordbruksprodukterna.

**Tabell 12. Kända flöden av kadmium per år (2010)**

<b>Produkt (referens)</b>	<b>kg Cd/år</b>
Mineralfosforgödsel, 5,7 mg Cd/kg fosfor (SCB 2012a)	54
Avloppsslam, 203 520 ton TS med 0,9 mg/kg TS	183
Varav:	
Slam till åkermark (SCB 2012b)	45
Utsläpp till vatten från kommunala reningsverk (SCB 2012b)	56
Atmosfäriskt nedfall, 0,35 - 0,45 g/ha (KemI 2011; Eriksson pers. komm.)	1080-1390
Stallgödsel, 17 mg Cd/kg P (Beräknat på analyser från 1997, Steineck m.fl. 1999)	426
Betesgödsel (Beräknat på analyser från 1997, Steineck m.fl. 1999)	126

Sverige har under 30-40 år arbetat med kadmiumfrågan och eftersträvat rena fosforkällor både vad gäller mineralgödsel och andra insatsmedel. Kartläggning har skett av jordar och områden med naturligt högre halter av kadmium så att grödval och sorter har kunnat anpassas efter förutsättningarna så att produkterna får så lågt kadmiuminnehåll som möjligt. Att använda svenska värden för beräkning av kadmiumhalten i importerade produkter är därför inte rätt. Trots det, i brist på data, används samma antagna halt av kadmium i importerade som svenskproducerade produkter nedan.



**Tabell 13. Grovt beräknade flöden av kadmium**

Produkt (referens)	kg Cd/år
Import av livsmedel <sup>1)</sup>	80
Import av foder o fodermineraler <sup>1)</sup>	75
Från skogen mm	?
Slam från massaindustrier (Skogsindustrierna 1996)	1 500
Export av jordbruksprodukter <sup>1)</sup>	65

<sup>1)</sup>Beräkningarna bygger på antagandet att produkterna innehåller 13 mg Cd/kg P i genomsnitt. I brist på data har samma halt antagits för svenska produkter som för importerade produkter. Se texten ovan om kadmium.

## Övriga oönskade ämnen i fosforflöden

I uppdraget för denna rapport nämns även läkemedel och silver. Läkemedel i avloppsvatten och slam har varit ett diskussionsämne några år och en hel del forskning har gjorts kring ämnet. Läkemedlen är många och dess nedbrytningsprodukter än fler. I Naturvårdsvekets rapport 5794 (Naturvårdsverket 2008) utreds frågan om reningsverkens förmåga att bryta ned och skilja av läkemedel och nedbrytningsprodukter. Man fann skillnader, men sammanfattningsvis går merparten av dessa flöden ut med vattnet till mottagande recipient. Uppskattningsvis 90-99 % av läkemedel och dess nedbrytningsprodukter går ut med vattnet från reningsverket.

Rapporten behandlade även problemet med källsorterade produkter som exempelvis urin där merparten av läkemedelsresterna kvarstår i urinen. Läkemedel och deras nedbrytningsprodukter är ett problem för vatten, speciellt i de fall vi använder dessa vatten som dricksvatten. Även om en mindre mängd organiska ämnen hamnar i slammet så har åkerjorden en stor flora av mikroorganismer med potential att bryta ned organiska ämnen, vilket inte finns i samma utsträckning i vattnet.

Silver analyseras inte standardmässigt på allt avloppsslam i Sverige, men stora delar av Sveriges slam analyseras på denna parameter. Silverhalterna har minskat i takt med att den fotografiska verksamheten med silver har minskat. I Naturvårdsverkets rapport 5794 finns en beskrivning över silverförekomsten i vissa reningsverk och vad källan är till denna förorening. Det anges att det till 70 % är okänt var silver kommer från. En genomsnittlig halt av silver i slam uppskattas vara 3-4 mg per kg TS. Det skulle innebära ett totalt innehåll i allt avloppsslam på cirka 700 kg silver per år och till åkermark 175 kg silver per år. Halterna är givetvis olika från olika verk och beror sannolikt även av anslutningen av dagvatten (atmosfäriskt nedfall).

Att hushållen bidrar med oönskade ämnen till avloppssystemet visar studier på enskilda avlopp. Innehåll av näringsämnen och oönskade ämnen i klosettwater och trekammarbrunnsslam har analyserats i flera studier (Johansson och Svensson 2012, Johansson m fl 2009, Svensson 2006, Vinnerås 2005). De visar låga halter av oönskade ämnen i klosettwater, men högre i trekammarbrunnsslam.

# Diskussion

## Låg självförsörjning som ger ett nettoinflöde av fosfor

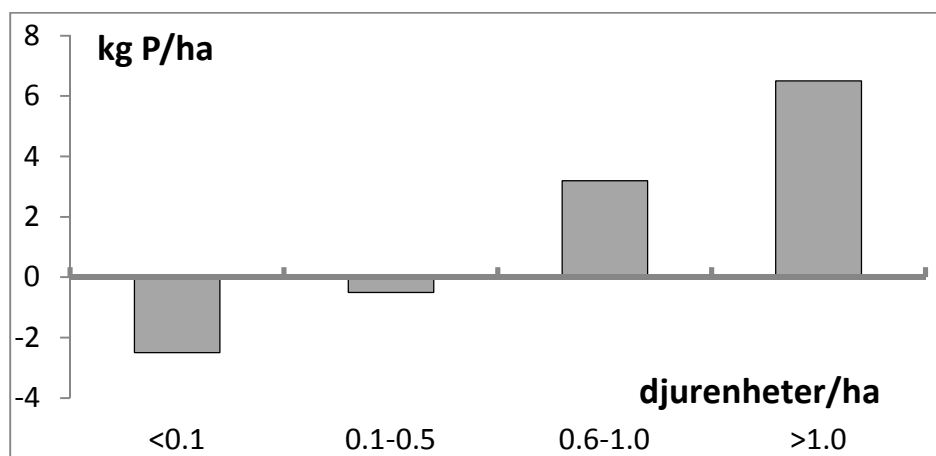
Enligt tabell 10 har Sverige ett överskott av fosfor inom jordbruksproduktionen och livsmedelskedjan. Om ingen mineralgödsel alls importerades så skulle det vara ett marginellt nationellt överskott på i genomsnitt 0,1 kg fosfor per hektar. Denna beräkning gäller nuvarande produktion vilket innebär en självförsörjning på cirka 50 % (officiella uppgifter saknas på Sveriges totala självförsörjning). Vi exporterar idag en stor del av vår miljöpåverkan då vi importerar kött, mjölk, foder mm. Om Sverige ökar sin självförsörjning så innebär det att en mindre mängd fosfor importeras i foder och livsmedel. I ett sådant fall måste flödesanalysen revideras och mer fosfor måste in i systemet för att inte få underskott. Alternativt kan fosfor utnyttjas i alla flöden.

Teoretiskt skulle ingen mineralfosforgödsel alls behöva importeras under förutsättning att all fosfor fördelas över arealen efter markens innehåll och grödans behov. Som beskrivs i kapitlet om fosforgödsling så är det svårt att till alla grödor och marker enbart förlita sig på markens fosforförråd och organiska gödselmedel. Frågan är hur stort överskott som behövs för en effektiv produktion. Jordbruksverket rekommenderar en balanserad fosforgödsling för jordar i klass 3 och mer, det vill säga en gödsling som motsvarar det som förs bort med skörden. Jordar i lägre fosfor-klasser behöver tillföras mer än bortförsel för god produktion (Jordbruksverket 2012a). Data från Miljöövervakningen visar att 34 % av åkerjordarna har god eller mycket god fosforstatus. 37 % har tillfredställande och 29 % har låg eller mycket lågt innehåll av fosfor (Eriksson, Mattsson & Söderström 2010). Det tyder på att den areal som har behov av mer fosforgödsling än bortförseln är mindre än den areal som kan tära på fosforförråden. En mer optimal fördelning av fosfor borde minska behoven av mineralfosforgödsel.

## Djurtätheten och fördelning av växtnäring i stallgödsel

Djurens gödsel används som växtnäring på åkermark och påverkar inte den nationella balansen. Trots det är mängden intressant att jämföra med andra flöden för att se hur den lokala fosforbalansen påverkas. Totala mängden fosfor i stallgödsel 2009 var enligt SCB 25 080 ton vilket inkluderar 7 440 ton fosfor i gödsel som lämnas av djuren på bete. Det innebär att 17 640 ton fosfor sprids aktivt med maskiner på åkermark (SCB 2011). Statistik för senare år finns inte tillgänglig.

Figur 5 visar att det är på djurgårdar med mer än 0,6 djurenheter (DE) per hektar som ackumulerar fosfor och ju fler djurenheter per hektar ju större är överskottet.



Figur 5. Fosforbalanser relaterade till företagens antal djurenheter. Modifiering av figur från SCB MI40SM1102.

I Jordbruksverkets statistikdatabas (Jordbruksverket 2012c) kan man finna var de stora djurbesättningarna finns, men inte hur mycket areal de brukar. Någon senare statistik än för 2010 har

inte publicerats. Av Sveriges 862 mjölkbesättningar med mer än 99 kor finns 87 företag i Götalands södra slättbygder, 220 i Götalands mellanbygder, 111 i Götalands norra slättbygder och 218 i Götalands skogsbygder. Med andra ord finns 73 % av de stora mjölkbesättningarna i Götaland. 80 % av större företag med avelssvin, 77 % av större slaktsvinsbesättningar samt 70 % av större hönsbesättningar finns även de i Götaland.

Djurgårdar som drivs enligt regelverket för ekologisk produktion är inget undantag från denna koncentrerings av djur. Jordbruksverkets senaste statistik visar att ekologiska djurgårdar idag har fler djur än morsvarande konventionella gårdar både inom mjölkproduktion och köttproduktion (Jordbruksverket 2012e). Någon skillnad i djurtäthet mellan ekologiska och konventionella gårdar med mjölk- eller köttproduktion kunde inte påvisas i projektet CAP:s miljöeffekter (Jordbruksverket 2005). Någon nyare analys av djurtätheten i relation till miljöstöden har inte publicerats.

Trots ovanstående så var Sverige tidigt ute (LSFS 1988) att reglera fosfortillförseln till åkermark med organisk gödsel och har tuffa regler för maximal djurtäthet per hektar internationellt sett.

År 2007 var den genomsnittliga djurtätheten 0,78 DE per ha i de 27 EU-länderna. Sverige och Finland hade lägre djurtäthet 0,57 respektive 0,5 DE per ha. Norge och Danmark hade högre 1,22 respektive 1,72 DE per ha (Eurostat 2011a).

Tabell 14 visar fosforbalanser. Där framgår att det bara är Götalands skogsbygder och Norrland som har ett överskott av fosfor vad gäller stallgödsel och andra organiska gödselmedel (bearbetning av Jordbruksverket 2012c). Övriga områden har underskott. Samtidigt visar tabellen att skördenivån (bortförseln) är betydligt lägre i skogsbygderna och Norrland där bortförseln av fosfor med skörd per hektar är cirka 1/3 av bortförseln från Götalands södra slättbygder.

Sammantaget visar tabellen att en omfördelning av fosfor är möjlig inom Götaland som har de stora överskotten av fosfor i stallgödsel.

**Tabell 14. Tillförsel, bortförsel och balans av fosfor (exkl. mineralgödsel) i Sveriges olika produktionsområden enligt Jordbruksverkets databas**

	Mineral- gödsel kg P/ha	Stall- gödsel kg P/ha	Betes- gödsel kg P/ha	Övrigt kg P/ha	Bort- försel med skörd kg P/ha	Balans, exkl. mineral- gödsel kg P/ha	Total areal ha	Total balans, exkl. mineralgödsel kg P
Götalands södra slättbygder	6	6	2	1	20	-11	346 036	- 3 806 396
Götalands mellan- bygder	2	8	3		13	-2	417 256	- 834 512
Götalands norra slättbygder	4	6	2	2	14	-4	483 815	- 1 935 260
Götalands skogs- bygder	1	7	4		9	2	649 128	+ 1 298 256
<b>Summa Götaland</b>								<b>- 5 277 912</b>
Svealands slättbygder	4	4	2	1	11	-4	663 977	- 2 655 908
Mellersta Sveriges skogsbygder	2	4	2		8	-2	209 353	- 418 706
<b>Summa Svealand</b>								<b>- 3 074 614</b>
Nedre Norrland	1	5	3		7	1	171 825	+ 171 825
Övre Norrland	2	6	2		7	1	124 398	+ 124 398
<b>Summa Norrland</b>								<b>+ 296 223</b>

## Fosforbalanser på åkermark i Sverige och andra länder

Sverige har ett litet överskott av fosfor jämfört med andra länder. 1989 låg nettogödslingen med fosfor (gödsling minus bortförsel) i Europa på 1 - 60 kg fosfor per hektar. Island följt av Sverige hade lägst fosforöverskott och Nederländerna hade högst. De 12 EU-länderna hade då runt 15 kg fosfor per hektar i överskott. Det såg ungefär likadant ut för perioderna 1990-92, 2002-04 (OECD 2007; OECD 2008) och 2008 (Eurostat 2011b) om än på lägre nivåer (tabell 15).

**Tabell 15. Fosforbalans på åkermark (tillförsel – bortförsel), kg P/ha**

År	1990-1992	2002-2004	2008
Sverige	5	2	1
Norge	15	13	15
Finland	20	8	5
Danmark	17	11	7
Frankrike	13	4	
Tyskland	16	4	
Nederländerna	38	19	10
EU 15	18	10	
Kanada	1	1	
USA	3	3	
Japan	65	51	
OECD	16	10	

Källa:

OECD 2008, OECD 2007

Eurostat 2011b

## Kadmium i fosforflöden

Kadmium finns i alla fosforgödselmedel, inklusive stallgödsel. För att minska tillförseln av kadmium till svensk åkermark används mineralgödsel som är gjort på råvara med låga halter av kadmium. 87 % av världens fosfortillgångar föreligger i sedimentär form som av naturliga skäl innehåller en högre halt kadmium (Naturvårdsverket 2009). Ett rikt land som Sverige kan välja råvara med lägre kadmiumhalt, men merparten av världens livsmedelsproduktion sker med mineralgödsel som har betydligt högre halt kadmium än den som används i Sverige (Nziguheba & Smolders 2008; Oosterhuis, Brouwer & Wijnants 2000). Kadmium diskuteras inte i de flesta andra länder, varken inom eller utanför EU. Enbart Finland, Österrike och något ytterligare land har samma inställning till kadmium som Sverige. I de flesta andra länder analyseras inte kadmiuminnehållet regelbundet i mineralgödseln.

KemI (2011) anser att gödselmedel maximalt får ha en kadmium-fosforkvot på 12. Beräkningar visar att stallgödsel ligger över detta tänkta gränsvärde (Jönsson, Nordberg & Vinnerås 2012). Beräkningarna är gjorda på 15 år gamla gödselprover (Steineck m. fl. 1999) och med tanke på importen av kraftfoder är det sannolikt att kadmiumhalterna har stigit. Vi har inte funnit någon publikation som innehåller mer aktuella analyser på stallgödsel.

Sedan 1990 har Sverige arbetat med att begränsa oönskade ämnen i avloppsvattnet in till reningsverken (Naturvårdsverket 1996, Augustinsson 2003). Idag är rekommendationen från Svenskt Vatten att endast tillåta avloppsvatten som liknar det som kommer från hushåll till kommunala reningsverk (Svenskt Vatten 2012). Arbetet har resulterat i en minskning av kadmium i slam från ca 15 mg Cd per kg torrsbstans (TS) år 1970 till 0,8 mg Cd per kg TS år 2008 (Bernes & Lundgren 2009, Statistiska Centralbyrån 2012b). Kvaliteten på svenskt avloppsslam har alltså förbättrats avsevärt de senaste årtiondena. Omräknat till kvoten Cd/P som nämns ovan, innehöll det

genomsnittliga svenska slammet 43 mg Cd/kg P år 1998. Tio år senare (2008) innehöll det 29 mg Cd/kg P (SCB 2012b).

Svensk genomsnittlig slamfosfor är idag mindre förorenad med kadmium än den mineralgödsel som används i många andra länder. En undersökning på mineralgödsel använt inom Europa visade ett medeltal på 87 mg Cd/kg P och medianvärde på 74 mg Cd/kg P. I dessa medelvärden ingår de lågkadmiumhaltiga gödselmedlen som används i Skandinavien som speciellt omnämns vara de renaste. Cirka 21 % av de undersökta gödselmedlen innehöll mer än 137 mg Cd/kg P (Nziguheba & Smolders, 2008), omräknat till P från P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Mineralgödsel som används i världen har kadmiumhalter upp till 860 mg Cd/kg P (Oosterhuis m.fl. 2000). Den genomsnittliga koncentrationen av kadmium i fosforgödsel som såldes 2010-2011 i Sverige var mindre än 6 mg Cd/kg P (SCB 2012a). Gödselmedel som säljs i Sverige av det marknadsledande företaget Yara har en garanterad maximalt halt av 12 mg Cd/ kg P på sammansatta fosforgödselmedel med kväve (NP och NPK). De garanterade produkterna innehåller i dagsläget under 3 mg Cd/kg P (Yara, 2012).

Idag är atmosfäriskt nedfall den främsta källan av kadmium till åkermark (Eriksson 2009), vilket innebär att dagvatten anslutet till reningsverk kan vara en källa för kadmium till slam.

En annan källa av kadmium till slammet är mat, speciellt vegetabiliska produkter, som är den viktigaste källan till kadmium för den icke rökande delen av befolkningen (Järup & Åkesson 2009). Under förhållanden med marginell andel importerat livsmedel skulle användning av avloppsslam som gödsel innebära en cirkulering av kadmium, men ingen ackumulering i åkermark. Emellertid så importerar Sverige idag en ansevärd del av både livsmedel och foder. Som nämnts ovan har de importerade produkterna i de flesta fall odlats med mer förorenad mineralgödsel eller slam än det som används i Sverige.

Trots stor oro för kadmium i svenska gödselmedel och slam görs mycket få analyser på importerade livsmedel av ansvariga myndigheter. De enda reguljära kontroller som görs på animaliska produkter gäller vildfångad färsk fisk från tredje land av vilket 10 prover analyseras 2012 (Lagerstedt Norström pers. komm.). Endast enstaka analyser görs på importerade vegetabiliska produkter. Till exempel analyserades 20 prover av ris på kadmium 2008. Inga analyser gjordes under 2009. Under 2010 gjordes 65 analyser på barnmat, havsprodukter, müsli, ris, sötpotatis samt soja (blandat svenskt och importerat). Under 2011 gjordes 30 analyser på krabba och under 2012 gjordes 60 analyser på svamp (Jansson pers. komm.). Detta innebär att livsmedelsimporten, vilken motsvarar cirka 50 % av den svenska livsmedelskonsumtionen, de senaste två åren representeras av några få analyser på fisk, krabba och svamp.

På avloppsslam däremot, trots att det inte äts utan används som gödselmedel, görs minst 2 000 analyser varje år och analysresultaten är offentliga (Finnson pers. komm.). Det är förbryllande att kontroller och lagstiftning för kadmium i gödselmedel, inklusive slam, är mycket mer omfattande än för mat som människor lägger direkt i munnen.

En annan viktig faktor är kadmium till vatten. Arbete med att spåra källor till metaller i avloppsvattnet ger ett renare slam och gynnar även miljön genom att mindre metallmängder och andra oönskade ämnen kommer in till reningsverket och därmed även mindre metallmängd i vattnet som lämnar reningsverket (Palmquist 2004). Inga avloppsreningsverk kan eliminera alla metaller och kemikalier i det inkommande vattnet. Användning av slam som gödningsmedel belyser vikten av att avloppsvatten leds till avloppsreningsverk med så lite oönskade ämnen som möjligt.

# Slutsatser

- Svenskt jordbruk har en positiv fosforbalans och fosfor ackumuleras framförallt på gårdar med högre djurtäthet än 0,6 djurenheter per hektar. Ekologiska gårdar är inget undantag och idag har ekologiska gårdar fler djur än motsvarande konventionella gårdar både inom mjölkproduktion och inom köttproduktion.
- Även utan import av mineralgödsel har Sverige en marginellt positiv fosforbalans på grund av import av livsmedel och foder.
- Ökar Sverige sin självförsörjningsgrad på livsmedel från nuvarande cirka 50 %, så förändras bilden som redovisas i denna studie.
- En mer optimerad fördelning av stallgödsel skulle minska behovet av mineralgödsel, även om mineralgödsel inte är helt ersättningsbart med stallgödsel till vissa grödor.
- Det är möjligt att inom Götaland, som har de stora överskotten av fosfor i stallgödsel och samtidigt stora behov av fosfor, fördela stallgödseln så att fosfor utnyttjas mer optimalt.
- Biomal (bränsle från kadaver och riskmaterial från slakt) innehåller cirka 900 ton fosfor som via aska årligen går på deponi. EU-krav på "levade-djurs-besiktning" innebar en ökad mängd kadaver och därmed ökade fosforförluster.
- Anläggningen för produktion av svenskt kött- och benmjöl stängdes hösten 2012. Den svenska råvaran, innehållande drygt 300 ton fosfor, kommer fortsättningsvis att exporteras. Denna kvantitet kommer att behöva ersättas med likvärdig importerad produkt.
- Energibranschen producerar årligen cirka 1,5 miljoner ton aska som innehåller cirka 7500 ton fosfor. Denna härrör från skogen, importerat bränsle, åkern samt diverse andra produkter som eldas.
- Årligen produceras slagg från stålindustrin samt slam från pappers- och massaindustrin som innehåller sammantaget närmare 2000 ton fosfor.
- Det slam som används som gödsel i Sverige har betydligt lägre mängd kadmium per kg fosfor än den genomsnittliga mineralgödseln som används utanför Skandinavien.
- Kontrollen av kadmium i importerat livsmedel och foder är bristfällig.

## Referenser

- Andersson, A., Eriksson J., and Mattsson L. 1998. Phosphorus accumulation in Swedish agricultural soils. Naturvårdsverket, Rapport 5110.
- Augustinsson H.. 2003. Växtnäring från avlopp- historik, kvalitetssäkring och lagar. Naturvårdsverkets rapport nr 5220.
- Avfall Sverige. 2012. Svensk Avfallshantering 2012.
- Bernes C, Lundgren LJ. 2009. Bruk och missbruk av naturens resurser. Monitor 21. Naturvårdsverket.
- Brunner, P.H., and H. Rechberger. 2004. Practical handbook of material flow analysis. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Cordell D, Drangert JO, White S. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change* 2009; 19:292–305.
- Driver J, Lijmbach D, Steen I. Why recover phosphorus for recycling, and how? *Environmental Technology* 1999;20(7):651–62.
- Ericsson J., 1972. Röt slam –farligt eller myttigt för odlingsjorden?. *Aktuellt från Lantbrukshögskolan* 185. Mark, vxter 45.
- Eriksson J., Mattsson L. & Söderström M.. 2010 Tillståndet i svensk åkermark och gröda. Data från 2001-2007. Naturvårdsverket rapport 6349.
- Eriksson J., 2009. Strategi för att minska kadmiumbelastningen i kedjan mark-livsmedel-människa. Rapport Mat21/1, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Eurostat. 2011a. Agriculture and fishery statistics Main results 2009-10. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-FK-11-001/EN/KS-FK-11-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FK-11-001/EN/KS-FK-11-001-EN.PDF)
- Eurostat. 2011b. Database, Gross nutrient balance. Tillgänglig 2011-12-05 på länken: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/setupModifyTableLayout.do>
- Greppa Näringen. 2012. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.greppa.nu/omgreppa/greppafosfor.4.32b12c7f12940112a7c800018322.html>
- Global Phosphorus Network. 2012. Tillgänglig 2012-09-10 på länken <http://globalpnetwork.net/>
- Johansson C. och Svensson S-E. 2012. Analysmetoder för fastställande av 60 spårelement i klosettvattnen. Alnarp, Sverige: Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. LTJ-fakultetens faktablad 2012:23.

Johansson C, Mattsson J E och Svensson S-E. 2009. Växtnäring från trekammarbrunnar för hållbar produktion av energigräs. Alnarp: Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Landskap trädgård jordbruk. rapportserie 2009:1

Jordbruksverket. 2012a. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2012. Jordbruksinformation 21-2011.

Jordbruksverket 2012b. Statistikrapport 2012:1, Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll.

Jordbruksverket. 2012c. Statistikdatabasen. Tillgänglig 2012-09-10 på länken:

<http://statistik.sjv.se/Database/Jordbruksverket/databasetree.asp>

Jordbruksverket. 2012d. Jordbruksverkets Foderkontroll 2011, preliminära siffror.

Jordbruksverket. 2012e. Statistikrapport 2012:03.

Jordbruksverket. 2012f. Marknadsöversikt-mjölk och mejeriprodukter. Rapport 2012:7

Jordbruksverket. 2011a. Sveriges utrikeshandel med jordbruksvaror och livsmedel 2008-2010. Rapport 2011:35.

Jordbruksverket. 2011b. Jordbruksverkets foderkontroll 2010. Rapport 2011:16.

Jordbruksverket. 2011c. Marknadsöversikt-griskött. Rapport 2011:41

Jordbruksverket. 2011d. Marknadsöversikt – nöt- och kalvkött. Rapport 2011:32.

Jordbruksverket. 2009. Jordbruksstatistisk årsbok 2009 med data om livsmedel.

Jordbruksverket. 2008. Fosforförluster från jordbruksmark . Vad kan vi göra för att minska problemet? Jordbruksinformation 27-2008.

Jordbruksverket. 2005. Växtnäringsförsörjning inom Ekologiska produktionsformer – rapport från projektet CAP:s miljöeffekter. Rapport 2005:13.

Jönsson, H., Nordberg, Å. & Vinnerås, B. 2012. System för återföring av fosfor i källsorterade fraktioner av urin, fekalier, matavfall och liknande rötat samhälls- och lantbruksavfall. Rapport till Naturvårdsverket.

Järup L, Åkesson A. 2009. Current status of cadmium as an environmental health problem. Toxicology and Applied Pharmacology;238:201–8.

Karlsson, G. 2008. Fosfor i nederbörd i Sverige 2007. IVL rapport med Arkivnummer: U 2198.

KemI. 2011. Kadmiumhalten måste minska– för folkhälsans skull. En riskbedömning av kadmium med mineralgödsel i fokus. Rapport 1.11.

Knulst, J. 2001. Fosfor i nederbörd. Resultat från mätningar under 1990-talet. IVL, Rapport B 1442 (reviderad version).

Lindberg, S., Landberg, T., Greger, M. 2007. Cadmium uptake and interaction with phytochelatins in wheat protoplasts. Plant Physiology and Biochemistry 45 (1), 47-53.



- Linderholm, K., Mattsson, J.E., Tillman, A-M. 2012. Phosphorus Flows to and from Swedish Agriculture and Food Chain. AMBIO. Volume 41, Issue 8, 883-893.
- Linderholm K. 2011. Fosfor och dess växttillgänglighet i slam – en litteraturstudie. Svenskt Vatten Utveckling rapport 2011-16.
- Linné, M. Ekstrandh, A. Engleson, R. Persson, E. Björnsson, L. Lantz, M. 2008. *Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror*. Rapport 2008:02, Avfall Sverige.
- Livsmedelsverket. 2012. Livsmedelsdatabasen. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www7.slv.se/Naringssok/>
- LRF. 2012. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.lrf.se/miljo/avloppsslam/lrf-och-slam/>
- LSFS (1988). Lantbruksstyrelsens föreskrifter (1988:44) om begränsning av antalet djur i ett jordbruk.
- Mattsson, L., Börjesson, T., Ivarsson, K., Gustafsson, K. 2001. Utvidgad tolkning av P-AL för mark- och skördeanpassad fosforgödsling. SLU
- Naturvårdsverket. 2012 a. Utsläppsregister. Tillgänglig 2012-06-10 på länken: <http://utslappisiffror.naturvardsverket.se/>
- Naturvårdsverket. 2012 b. Siffror om avloppsrening. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.naturvardsverket.se/Start/Verksamheter-med-miljopaverkan/Avlopp/Siffror-om-avloppsvattenrening/>
- Naturvårdsverket. 2009. Underlagsrapport från I. Steen. Tillgänglig 2013-01-08 på länken <http://www.naturvardsverket.se/Start/Om-Naturvardsverket/Yttranden/Yttranden-2010/Sa-har-vill-vi-aterfora-mer-fosfor-till-kretsloppet/>
- Naturvårdsverket. 2008. Avloppsreningsverkens förmåga att ta hand om läkemedelsrester och andra farliga ämnen. Rapport 5794.
- Naturvårdsverket. 2002. Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Rapport nr 5214.
- Naturvårdsverket. 1996. Överenskommelsen om slamanvändningen i jordbruket mellan LRF, VAV och Naturvårdsverket. Rapport 4665.
- Naturvårdsverket 1995. Användning av avloppsslam i jordbruket. Rapport nr 4418
- Naturvårdsverket. 1993. Renare slam, Åtgärder för kommunala avloppsreningsverk. Rapport 4251.
- Nziguheba G., Smolders E. 2008. Inputs of trace elements in agricultural soils via phosphate fertilizers in European countries. *Science of the total environment* 390, 53-57.
- OECD. 2008. Environmental Performance of Agriculture in OECD countries since 1990. ISBN 978-92-64-04092-2. OECD.
- OECD. 2007. OECD and EUROSTAT Gross Phosphorus Balances Handbook. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.oecd.org/dataoecd/2/36/40820243.pdf>

Oosterhuis, F.H., F.M. Brouwer, and H.J. Wijnants. 2000. A possible EU wide charge on cadmium in phosphate fertilizers: Economic and environmental implications. Final report to the European Commission, Report number W-00/02, Institute for Environmental Studies. Vrije Universiteit.

Palmquist H. 2004. Hazardous substances in wastewater management. Doctoral thesis 2004-47. Luleå University of Technology; 2004.

Pettersson O., 1992. Kretslopp i odling och samhälle. Aktuellt från Sveriges Lantbruksuniversitet 408.

Riksskogstaxeringen. 2011. Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig 2012-09-10 på länken <http://www.slu.se/sv/webbtjanster-miljoanalys/statistik-om-skog/arealer/arealer-tabeller/#tab111sd>

SCB, Statistiska Centralbyrån. 2012a. Försäljning av mineralgödsel för jord- och trädgårdsbruk under 2010/11. MI 30 SM 1201.

SCB, Statistiska Centralbyrån. 2012b. Utsläpp till vatten och slamproduktion 2010 Kommunala reningsverk, skogsindustri samt övrig industri. MI 22 SM 1201.

SCB, Statistiska Centralbyrån. 2011. Kväve- och fosforbalanser för jordbruksmark och jordbrukssektor 2009, MI 40 SM 1102.

SCB, Statistiska Centralbyrån. 1995. Kväve- och fosforbalanser för svensk åkermark 1991 och jordbrukssektor 1985, 1991 och 1994. Na 40SM 9501.

Skogsindustrierna. 1996. Rapporten Miljö 95/96, Rapport från Skogsindustriernas miljöforskningsprojekt.

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet. 2012. Observationsfält. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl-fakulteten/om-fakulteten/institutioner/institutionen-mark-och-miljo/miljoanalys/observationsfalt/>

SMED. 2011a. Livsmedelsindustrins matavfall. Rapport Nr 45 2011.

SMED. 2011b. Läckage från svensk åkermark för år 2009 beräknat med PLC-metodik. Rapport 57, 2011.

SMED. 2011c. Beräkning av kväve- och fosforbelastning på vatten och hav för uppföljning av miljökvalitetsmålet "Ingen övergödning". Rapport Nr 56 2011.

Statistics Finland. 2011. Yearbook on Farm Statistics 2011. Tillgänglig 2013-01-08 på länken [http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/vuosikirja\\_2011\\_matildaan.pdf](http://www.maataloustilastot.fi/sites/default/files/vuosikirja_2011_matildaan.pdf)

Steineck, S., A. Gustafsson, A. Stintzing, E. Salomon, Å. Myrbeck, A. Albiñ & M. Sundberg. 2000. Växtnäring i kretslopp. Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 577 Kontakt 11.

Steineck S., Gustafson G., Andersson A., Tersmeden M., Bergström J. 1999. Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårelement. Naturvårdsverket rapport 4974.

Stockholm Vatten. 2012. Miljöredovisning 2011. Tillgänglig 2012-11-10 på länken: [http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/stockholmvatten/Miljorapport\\_2011.pdf](http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/stockholmvatten/Miljorapport_2011.pdf)

Svenskt Sigill, 2012. Standard för kvalitetssäkrad spannmåls- & oljeväxtproduktion. Tillgänglig 2012-09-10 på länken [http://www.svensksigill.se/PageFiles/542/Handbok\\_IP\\_Sigill\\_Spannmal\\_o\\_Oljevaxter\\_inkl\\_Klimat\\_2011-1.pdf?epslanguage=sv](http://www.svensksigill.se/PageFiles/542/Handbok_IP_Sigill_Spannmal_o_Oljevaxter_inkl_Klimat_2011-1.pdf?epslanguage=sv)

Svenskt Vatten. 2012. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/Om-uppstomsarbete/Forvattentjanstforetag/>

Svensson S-E. 2006. Växtnäring från avlopp ger mer hållbar produktion av ettåriga energi- och fibergrödor. Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2006:1.

Tiessen, H. (ed). 1995. Phosphorus in the global environment: transfers, cycles and management. SCOPE 54 (Scientific Committee on Problems of the Environment). Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

USDA, United States Department of Agriculture. 2012. Databas. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR15/wtrank/sr15w305.pdf>.

Vinnerås B. 2005. Hygienisering av klosettavatten för säker växtnäringsåterförsel till livsmedelsproduktionen. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport. Miljö, teknik och lantbruk 2005:0.

Wivstad, M., E. Salomon, J. Spångberg, and H. Jönsson. 2009 Ekologisk produktion – möjligheter att minska övergödning. Rapport. SLU.

Yara. 2012. Kadmiumgaranti. Tillgänglig 2012-09-10 på länken: [http://www.yara.se/media/news/news\\_2010/cadmium\\_levels\\_still\\_low.aspx](http://www.yara.se/media/news/news_2010/cadmium_levels_still_low.aspx)

## **Muntliga referenser:**

Ahlgren Thomas, Ellco Food AB, (2012)  
Albrechtsson Lars-Göran, Gyllebo gödning, (2012)  
Blom, Angelika, Avfall Sverige, (2012)  
Bark Ellinora, Uppsala Vatten, (2012)  
Bertilsson Göte, Greengard, (2011)  
Båvius Anna-Karin, Jordbruksverket, (2012)  
Erichsen Elisabeth, Lantmännen Agroetanol, (2012)  
Eriksson Jan, Sveriges Lantbruksuniversitet, (2012)  
Finnson Anders, Svenskt Vatten, (2013)  
Gyrulf Helena, Energigas Sverige, (2012)  
Hoffman Markus, LRF, (2012)  
Hultin Thomas, Yara, (2012)  
Jansson Anders, Livsmedelsverket, (2013)  
Kisekka Paulo, Livsmedelsverket, (2012)  
Kärsrud Kim, SSAB, (2012)  
Lagerstedt Norström, Åsa, Livsmedelsverket (2013)  
Liljenström Susanne, Jordbruksverket, (2012)  
Lindholm Mikael, Konvex, (2012)  
Lövström Monica, Svenska EnergiAskor, (2012)

Malgeryd Johan, Jordbruksverket, (2012)  
Malmqvist Sven-Olof, Yara, (2012)  
Olsson Emil, Ekoväx, (2012)  
Spörndly Rolf, Sveriges Lantbruksuniversitet, (2012)  
Stedig Bo, Yara, (2012)  
Scherling Krister, Livsmedelsverket, (2012)  
Wiklund Christina, Skogsindustrierna, (2012)

# Bilaga 1. Import av foder till lantbrukets djur

Jordbruksverkets preliminära uppgifter för 2011 (Jordbruksverket 2012d)

	TS %	kg P/ton TS	ton	ton TS	ton P
havreskal med kli	87	7,7	382	332	3
Kornfodermjöl	87	4	163	142	1
Vetefodermjöl	87	1,2	31	27	0
Majs	48	3,6	10 282	4935	18
Majsfodermjöl	48	3,6	2 679	1286	5
majsgroddar extrah /expeller	85	9	3 366	2861	26
Majsgluten	92	3,3	3 514	3233	11
torkad drank	88	8,8	101	89	1
raps, rapsexpeller	94	8	80 866	76014	608
raps extraherad	94	14,4	108 261	101765	1 465
Palmkärnor expeller	91	6,5	32 325	29416	191
palmkärnor extraherade	91	6,5	29 215	26586	173
sojabönor rostade	90	7,2	17 705	15935	115
sojab extr o rostade	90	7,2	223 331	200998	1 447
sojab konc.	87	7,2	2 770	2410	17
Veg olja	100	0	2 293	2293	-
Soyabönskal	87	7,2	114	99	1
Solrosfrön	93	6,1	577	537	3
solrosfrön extraherade	92	13	48 570	44684	581
linfrö expeller	90	8,6	4	4	0
Ärtor	87	4,3	1 280	1114	5
Socketbetsmassa	14	1	28 493	3989	4
Betmelass	75	0,2	2 757	2068	0
melaserad pressmassa	91	0,7	1 143	1040	1
Potatisprotein	90	4,4	427	384	2
Citruspressmassa	90	1,3	3 481	3133	4
Luzernmjöl	85	2,4	936	796	2
Luzern pressat	85	2,4	123	105	0
Grönmjöl	85	2,4	386	328	1
Skummjölkspulver	95	11	146	139	2
Vasslepulver	95	7,4	353	335	2
Socketrörmelass	90	1	136	122	0
Laktospulver	95	1	148	141	0
Köttmjöl	90	51	100	90	5
Fjänderfämjöl	90	51	100	90	5
Fiskmjöl	92	24,7	5 165	4752	117
Fiskolja	100	0	22	22	-
Kalciumkarbonat	100	0	684	684	-
Magnesiumoxid	100	0	2 217	2217	-
Dikalciumfosfat	100	180	152	152	27
Magnesiumsulfat	100	0	49	49	-
Monokalciumfosfat	100	240	3 315	3315	796

	<b>TS %</b>	<b>kg P/ton TS</b>	<b>ton</b>	<b>ton TS</b>	<b>ton P</b>
Koksalt	100	0	7 195	7195	-
Natriumbikarbonat	100	0	294	294	-
Magnesiumfosfat	100	240	745	745	179
Fettsyror	100	0	1 254	1254	-
salter av fettsyror	100	0	1 810	1810	-
prod av oljehaltiga frön	91	5,7	1 065	969	6
kött o benmjöl	90	70	54	49	3
andra frön	85	5	26	22	0
biprod sockerrör	91	0,7	48	44	0
fisk mm		2,8 <sup>1)</sup>	31		0
Mineraler	100	50	7 138	7138	357
Diverse	50	2	5 429	2715	5
<b>SUMMA</b>			<b>700 366</b>		<b>6 187</b>

<sup>1)</sup> kg P/ton (inte kg P/ton TS)

## Bilaga 2. Import och export av livsmedel inkl. export av levande djur

Import och export, livsmedel, medelvärde 2010 och 2011 , ton vara samt beräknat innehåll av fosfor					
	Import, medelvärde 2010/11, ton	Andel inom katergorin	kg P/ ton färskvikt, medelvärde	Import, ton P	Import, ton P exkl. fisk
kött och köttvaror	271 546		1,9	516	516
mjölk, mejeriprodukter samt ägg	358 722	68 % mjölk 24% ost 4 % ägg	2,1	753	753
fisk, kräft- och blötdjur, varor därav	568 663	77 % färsk, fryst eller kyld	1,9	1 080	-
spannmål och varor därav	640 942	51 % spannm. 9 % ris 35 % varor av sp	3,1	1 987	1 987
frukt och köksväxter	1 585 188	44 % köksv. 48 % frukt inkl torkad, 8 % saft	0,3	476	476
socker, honung etc.	184 503		0,05	9	9
kaffe, te, kakao, kryddor och varor därav	218 737	58 % kaffe, 35 % choklad	2	437	437
diverse livsmedel	254 516		2	509	509
Drycker	2 211 045		0,3	663	663
oljafrön, nötter etc.	125 127		6	751	751
SUMMA	6 419 362			7 185	6 102
	Export, medelvärde 2010/11, ton	Andel inom katergorin	kg P/ ton färskvikt, medelvärde	Export, ton P	Export, ton P exkl. fisk
Levande djur	3295		7,4	24	24
kött och köttvaror	114 450		1,9	217	217
mjölk, mejeriprodukter samt ägg	219 799	89 % mjölk 7 % ost 3 % ägg	0,95	209	209
fisk, kräft- och blötdjur, varor därav	574 192	86 % färsk, fryst eller kyld	1,9	1 091	-
spannmål och varor därav	1 228 782	77 % spannm. 21 % varor av spannm.	3,1	3 809	3 809
frukt och köksväxter	184 024	51 % köksv. 44 % frukt inkl torkad, 5 % saft	0,3	55	55
socker, honung etc.	156 061		0,05	8	8
kaffe, te, kakao, kryddor och varor därav	88 895	30 % kaffe, 68 % choklad	1,9	169	169

diverse livsmedel	271 936		2	544	544
Drycker	289 741		0,3	87	-
oljafrön, nötter etc.	18 883		6	113	113
SUMMA	3 150 057			6 327	5 149



## Bilaga 3. Livsmedelstillsatser innehållande fosfor/fosfat etc.

Livsmedelstillsatser innehållande fosfor/fosfat etc.

Utdrag ur Livsmedelsverkets föreskrifter om Livsmedelstillsatser: LIVSFS 2007:15

E 101	(i) Riboflavin Riboflavin-5'-fosfat	(ii) Färgämne (i den mängd som krävs (quantum satis))
E 338	Fosforsyra	Icke alkoholhaltiga smaksatta drycker, modersmjölksersättning och tillskottsnäring, spannmålsbaserade livsmedel och barnmat
E 339	Natriumfosfater	Steriliserad och UHT-behandlad mjölk, modersmjölksersättning och tillskottsnäring, kanderad frukt, fruktberedningar, delvis torkad mjölk, spannmålsprodukter
E 340	Kaliumfosfater	Torrmjölk och torkad skummjölk, modersmjölksersättning och tillskottsnäring, pastöriserad, steriliserad och UHT-behandlad grädde, vispad grädde och motsvarande produkter baserade på vegetabiliskt fett, icke mognadslagrad ost (med undantag av Mozzarella, spannmålsprodukter
E 341	Kalciumfosfater	Smältost och smältostliknande produkter, köttprodukter, Sportdrycker och "prepared table waters", kosttillskott enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om kosttillskott, salt och saltersättningar, Spannmålsprodukter, fruktbaserade desserter, bärare för livsmedelstillsatser
E 343	Magnesiumfosfater	Drycker av vegetabiliska proteiner, "beverage whiternes", "beverage whiternes" för användning i dryckesautomater, glassvaror, desserter, torrpulverblandningar till desserter
E 442	Ammoniumfosfatider	Kakao- och chokladprodukter enligt Livsmedelsverkets föreskrifter om kakao- och chokladvaror, inklusive fyllningar, konfektyrprodukter som baseras på sådana produkter, antioxidationsmedel, bärare för livsmedelstillsatser

E 450	Difosfater	Kex och sporpor till friska barn, finare bakverk, mjöl, självjäsande mjöl, soda bread, flytande ägg, såser, soppor, buljonger, pulverte och örtte, tuggummi, torkade livsmedel i pulverform, choklad och maldrycker som baseras på mejeriprodukter, alkoholhaltiga drycker (ej vin och öl)
E 451	Trifosfater	Frukostflingor, snacks, surimi, fisk- och kräfdjurspastej, "toppings" (sirap till pannkakor), smatsatt sirap till miljshake och glass samt liknade produkter
E 452	Polyfosfater	Specialprodukter för särskilda näringsändamål, glaseringslag till kött och grönsaker, konfektyrprodukter av socker, florsocker, nudlar, paneringsdegar, filéer av oberedd fisk (frost och djupfrost), oberedda och beredda frysta och djupfrysta blötdjurs- och kräfdjursprodukter, beredda potatisprodukter (inklusive frysta, djupfrysta, kylda och torkade beredda produkter) och förstekt frost och djupfrost potatis
E 541	Natriumaluminiumfosfat, surt	Finare bakverk (enast scones, sockerkaka, rulltårta och liknande). i den mängd som krävs (quantum satis).
E 1410	Monostärkelsefosfat	Färgämne i den mängd som krävs (quantum satis). Spannmålsbaserade livsmedel och barnmat, bärare för livsmedelstillsatser
E 1412	Distärkelsefosfat	Färgämne i den mängd som krävs (quantum satis). Spannmålsbaserade livsmedel och barnmat, bärare för livsmedelstillsatser
E 1413	Fosfaterat distärkelsefosfat	Färgämne i den mängd som krävs (quantum satis). Spannmålsbaserade livsmedel och barnmat, bärare för livsmedelstillsatser
E 1414	Acetylerat distärkelsefosfat	Färgämne i den mängd som krävs (quantum satis). Spannmålsbaserade livsmedel och barnmat, bärare för livsmedelstillsatser
E 1442	Hydroxipropyldistärkelsefosfat	Färgämne i den mängd som krävs (quantum satis). Bärare för livsmedelstillsatser