

FAKTA *Jordbruk*

Sammanfattar aktuell forskning • Nr 6, 2006

HELENA BENGTSSON • GUNNELA GUSTAFSON • SIMON JONSSON • ANNA-KARIN MODIN-EDMAN
S. INGVAR NILSSON • EVA SALOMON • HARALD SVERDRUP • INGRID ÖBORN

Flöden av växtnäring och spårmetaller på en ekologisk och en konventionell mjölkgård



FOTO: GUSTAV SOHLENIUS

Öjebyns forskningsstation.

- Beräkningar av ämnesbalanser kan vara ett bra stöd vid växtnäingsplanering. Beräkningar på gårds-, stall- och fältnivå ger olika, men kompletterande information.
- Vid Öjebyns försöksgård var tillförseln av fosfor lika stor som bortförseln i det ekologiska systemet. I det konventionella skedde en svag ackumulering. Fosfor exporterades från gården till stor del med såld mjölk. För fosforförsörjningen behövdes en viss tillförsel via inköpt foder eller gödsel.
- Inköpt foder tillförde zink till gården, särskilt i det konventionella systemet. Oberoende av odlingsystem förorenades dessutom stallgödseln med zink som troligen kom från stallinredningen. Detta ledde till en upplagring av zink i marken.
- I båda systemen skedde kaliumförluster, särskilt mellan ladugården och åkern. Detta berodde förmodligen på hanteringen av ensilage och fastgödsel. Grödorna tog upp mer kalium än vad som tillfördes med gödsel, vilket utgjorde en risk för utarmning av marken särskilt i det ekologiska systemet. Kaliumförlusterna kan delvis ha kompensats av markmineralens vittring.
- Uppmätta variationer och jämförelser med studier på andra gårdar visar att det är önskvärt att ha gårdsspecifika data, speciellt på de stora ämnesflödena via gödsel och foder.

För att kunna bedriva ett uthålligt jordbruk bör varje enskild gård så långt som möjligt balansera in- och utflöden av både näringsämnen och spårmetaller (tungmetaller). Det gäller såväl flöden till och från gården, som flöden inom gården. En obalans kan indikera ett behov av växtnäringstillförsel eller en bättre näringshushållning. Obalanser kan också peka på risker för negativa effekter på omgivande miljö eller på den mat som produceras. Genom att beräkna skillnaden mellan flödena av ett ämne *till* respektive *från* gården (gårdsbalans, även kallad grindbalans) eller *till* och *från* marken (fältbalans) kan graden av obalans bestämmas. En nettotillförsel till gården innebär att ett ämne upplagras i marken, medan en nettobortförsel innebär att markens förråd av det aktuella ämnet kan utarmas.

I Sverige används ämnesbalansberäkningar huvudsakligen som verktyg inom rådgivningen, för att hjälpa enskilda lantbrukare att planera gårdens växtnäringsskötsel. Kunskap om näringsämnen och spårmetallers flöden till, från och inom gårdar kan dock användas som beslutsunderlag även i större sammanhang. Ett exempel, som rör både jordbruket och samhället i stort, är strävan att hushålla med naturresurser och att minska spridningen av näring och föroreningar till mark, luft och vatten.

Ekologisk och konventionell mjölkproduktion på Öjebyn

Våra resultat baserar sig på tre års mätningar av flöden av näringsämnen och spårmetaller inom ekologisk och konventionell mjölkproduktion vid Öjebyns försöksgård (faktaruta 1). Tre typer av näringsbalansberäkningar användes: gårdsbalanser, som inkluderar det som

FAKTARUTA 1

Öjebyns försöksgård

Öjebyns försöksgård ligger 6 km nordväst om Piteå i Norrbotten. Mellan 1988 och 2001 bedrevs ett försök med både ekologisk och konventionell mjölkproduktion. Inom varje system fanns 50 mjölkkor, som hölls i var sin ladugård med separat hantering av foder, gödsel och urin. Totalt 105 hektar åkermark var fördelade på 58 hektar ekologisk odling och 47 hektar konventionell odling. Växtföljden var sexårig och bestod av: 1) grönfoder, havre/ärt med insädd, 2) vall I, 3) vall II, 4) vall III, 5) korn och 6) potatis/grönfoder.

köps till och säljs från gården (figur 1), stallbalanser (figur 2a) och fältbalanser (figur 2b). Följande plus- (tillförsel) och minusposter (bortförsel) ingår i dessa beräkningar:

Gårdsbalans = Inköpt foder + mineralgödselmedel + kalk + bekämpningsmedel + inköpt utsäde + inköpta kvigor + vatten + strö (sågspån) – mjölk – potatis – mjölkkor till slakt – sålda kalvar

Stallbalans = Foder + kvigor + vatten + halm + strö (sågspån) – mjölk – mjölkkor till slakt – kalvar – stallgödsel – urin

Fältbalans = Mineralgödselmedel + kalk + bekämpningsmedel + utsäde + stallgödsel + urin + luftnedfall – skördad gröda – utlakning – ytavrinning

Fosfor i balans, men det är svårt att vara självförsörjande

Gårdsbalansen var i det närmaste lika med ± 0 (tillförsel = bortförsel) i det ekologiska systemet, medan det skedde en svag upplagring av fosfor i det konventionella systemet (tabell 1). En stor andel fosfor exporterades från gården med såld mjölk. Fosforförsörjningen på lång sikt kräver tillförsel av fosfor i inköpt foder, eller gödsel. I det konventionella systemet skedde det största tillflödet av fosfor till stallet via inköpt foder medan fosfor i det ekologiska systemet främst cirkulerade inom gården via hemmaproducerat ensilage.

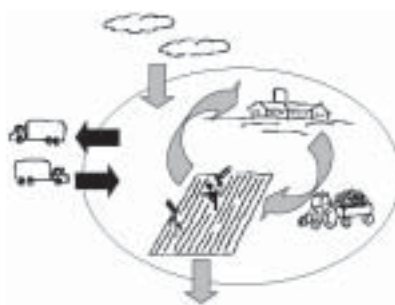
Enligt fältbalansen ackumulerades årligen en liten mängd fosfor i båda odlingssystemen (figur 5a).

Kalium försvinner från odlingssystemet

Gårdsbalansen för kalium var positiv i det konventionella systemet, och nära balans i det ekologiska systemet.

Stallbalansen var till synes positiv, vilket berodde på att mycket av det uppmätta inflödet inte gick att återfinna i utflödet. En möjlig förklaring är att kalium "försvann" i pressvattnet vid ensilagehantering, samt även vid lagring av fastgödsel.

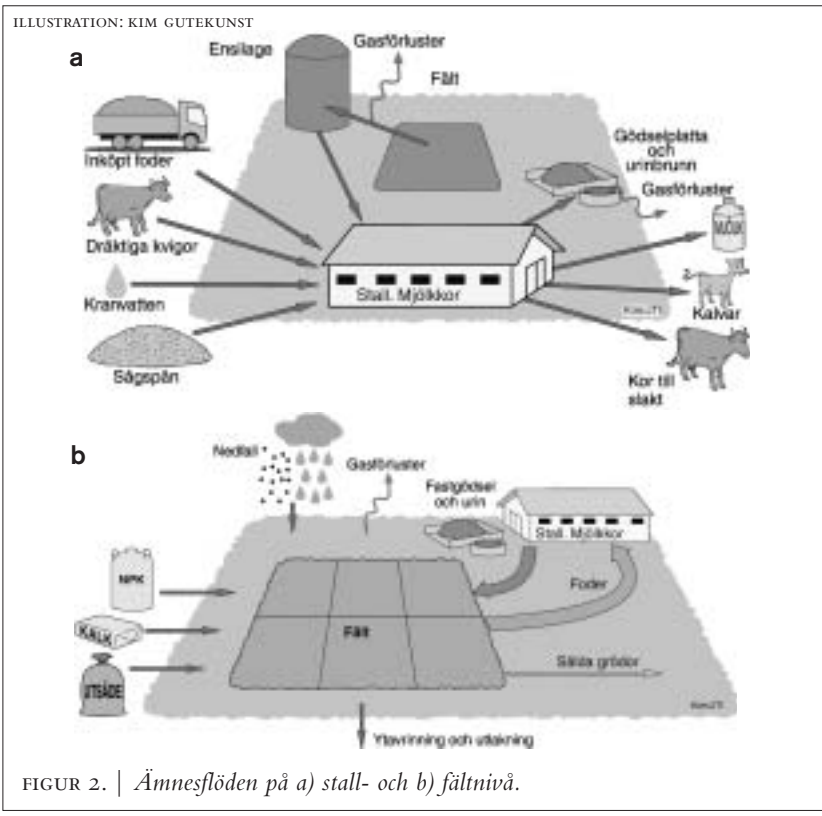
Den genomsnittliga fältbalansen för kalium var negativ och varierade mellan -29 och -15 kg per hektar och år (figur 5b). Störst tillförsel till fältet skedde via stallgödsel och urin. Skörden av vall och grönfoder svarade för



FIGUR 1. | Ämnesflöden på en mjölkgård med flödena vid grinden markerade med svarta pilar.

TABELL 1. | Gårdsbalanser för fosfor, kalium och zink under tre år vid ekologisk och konventionell drift.

	Fosfor (kg)			Kalium (kg)			Zink (g)											
	Eko (År)			Konv. (År)			Eko			Konv.								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3						
Inflöde (per ha)	10	9	7	18	16	12	23	19	16	54	33	32	170	166	135	307	261	191
Utflöde	10	9	9	13	12	10	19	18	17	21	19	20	39	37	38	52	51	43
Balans	0	0	-2	5	4	2	4	1	-1	33	14	12	131	129	97	255	210	148
Balans (per ton mjölk)	0	0	-0,3	0,5	0,4	0,2	0,5	0,1	-0,2	3,5	1,6	1,3	19	20	15	27	22	16



FIGUR 2. | Ämnesflöden på a) stall- och b) fältnivå.

FAKTARUTA 2

Kadmium- och zinkutlakning

Kunskap om utlakning av spårmetaller från jordbruksmark behöver vi för att kunna fastställa om halterna ökar eller minskar i marken, och för att förut-säga effekterna på grundvatten och ytvattnet. Utlakning och ytavrinning beräknade vi genom att mäta ämneskoncentrationerna i vattnet och beräkna vattenflödet med hjälp av modellen SOIL. Utlakningen av kadmium genom marken var 0,10–0,35 gram per hektar och år, och för zink 14–36 gram per hektar och år. Kadmium i ytavrinningen utgjorde 0,08–0,19 gram per hektar och år, medan motsvarande mängd zink var 10–23 gram per hektar och år.

Utlakning plus ytavrinning svarade för 62 respektive 20 procent av de årliga kadmium- och zinkförlusterna på fältnivå. Skörden svarade för den återstående bortförelsen.

huvuddelen av bortförelsen (figur 3). Det skedde alltså en nettobortförelse av kalium från marken, och det är osäkert i vilken omfattning detta kompenseras genom kaliumvittring. Nettoförlusten av kalium var markant i det ekologiska systemet där man hade en lägre andel inköpt foder och där man inte använde kaliumgödselmedel.

Zink ackumuleras i marken

Både gårdsbalansen och fältbalansen visade att tillförelsen av zink var större än bortförelsen. I gårdsbalansen var överskottet av zink dubbelt så stort i det konventionella systemet som i det eko-

logiska, mycket beroende på inköp av zinkhaltiga fodermedel i det konventionella systemet. Bortförelse av zink skedde via mjölken. Fälthalansen var positiv i båda systemen och varierade mellan 230 och 460 gram per hektar och år (figur 5c). Det största inflödet skedde via stallgödsel. Stallbalansen var negativ, vilket tydde på en eller flera okända zinkkällor i stallet eller i gödselhanteringen (liknande resultat och tolkningar har rapporterats i andra studier). En trolig zinkkälla är galvaniserad stallinredning.

Zink ackumulerades alltså i marken. I små mängder fungerar zink som ett mikronäringsämne, men i större mängder kan zink minska den biologiska aktiviteten i marken. Halterna i Öjebyn är inte påfallande höga, men zinkupplagringen i mark bör hållas under uppsikt.

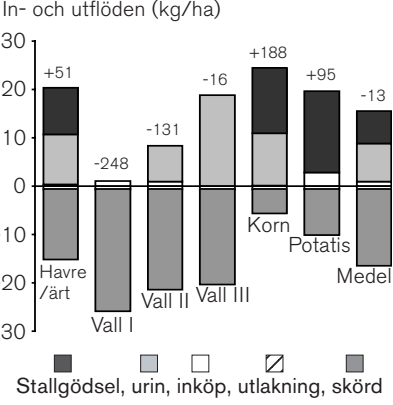
Ämnesbalanser på olika nivåer – vad visar de?

Genom att göra balansberäkningar både vid grinden, i stallet och på fältet, kan man få mer detaljerad information om storleksförhållandet mellan externa och interna flöden. En sådan analys visade att odlingsåtgårderna på gården hade stor betydelse (figur 4). Speciellt på djurgårdar där de interna flödena är

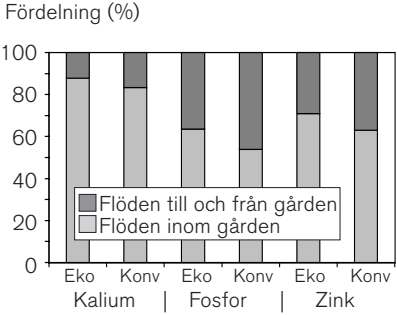
betydande, är det viktigt att komplettera gårdsbalanser med balanser där dessa flöden ingår.

Vid beräkning av fältbalanser för spårmetaller, i detta fall zink, är även de diffusa externa flödena viktiga (faktaruta 2). Tillförelse via luftnedfall och bortförelse via utlakning och ytavrinning har stor betydelse.

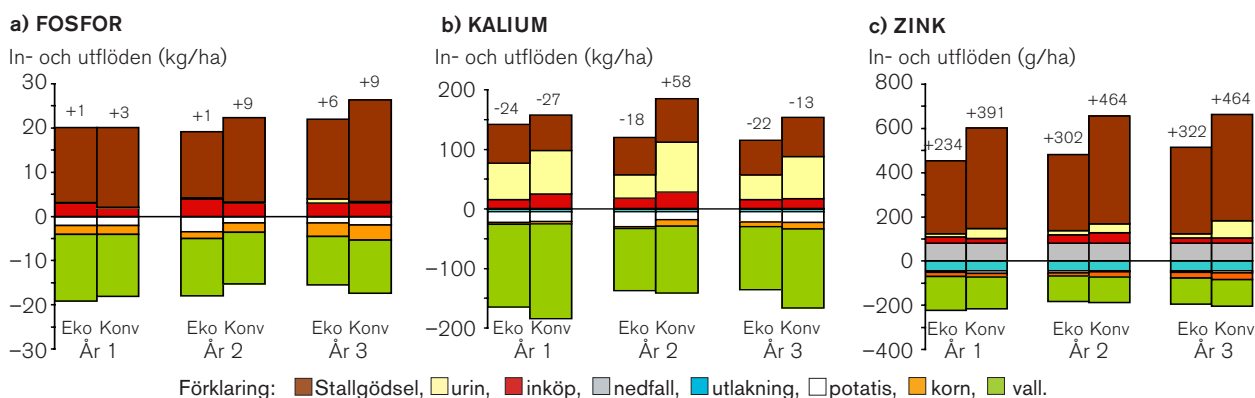
Balansberäkningarna pekade på två problem: dels att zink ackumulerades i marken, dels att det förelåg en nettobortförelse av kalium. Genom att kombinera gårds-, stall och fältbalanser blev det möjligt att bättre identifiera nya tillförelse- och bortförelsevägar, som förorsakade obalanser av dessa ämnen.



FIGUR 3. | Fälthalans för kalium för enskilda grödor inom en växtföljd i det konventionella systemet.



FIGUR 4. | Fördelningen mellan flöden inom gården (ljusgrått) respektive till och från gården (mörkgrått), i stallbalanser för kalium, fosfor och zink.



FIGUR 5. | Olika källors bidrag till fältbalanser för a) fosfor, b) kalium och c) zink under tre år vid ekologisk och konventionell drift. Inköpskällor var mineralgödsel (ej i det ekologiska systemet) och utsäde. Värdet ovanför respektive stapel är balansen.

Bättre indata skulle göra ämnesbalanserna säkrare

I flera fall är gårdsspecifika data önskvärda. Detta gäller speciellt kvantitativt viktiga flöden som sker via skördad gröda, egenproducerat foder eller via stallgödsel och urin. Ett bra exempel är kaliumhalten i grovfoder, som varierar kraftigt beroende på bland annat gödsling och jordart. För att erhålla mer korrekta beräkningar av kaliumbortförelsen via grödan, behöver man därför ha tillgång till gårdsspecifika data beträffande kaliumhalten.

Luftnedfall och utlakning har stor betydelse för metallbalanserna. Här krävs goda regionala data bestående av långa mätserier av nederbörds mängder och metallhalter i nederbörd och torrdeposition. Beträffande utlakningen krävs bland annat en tillförlitlig jord-

artskartering i kombination med gårdsspecifika data beträffande användning av kalk- och gödselmedel och deras metallinnehåll.

För att beräkningarna ska ge en representativ bild av ämnesflöden och balanser måste flera år inkluderas, på grund av den stora variationen från år till år (figur 5). Även inom ett enskilt år kan det råda stora skillnader mellan enskilda fält och grödor (figur 3), bland annat för att skötsel och gödsling är grödspecifika. En medelbalansberäkning för hela gården ger därför en inte helt rättvisande bild. Simuleringsmodeller för beräkning av ämnesflöden kan vara bra verktyg för att till en del kunna hantera dessa problem. Vi har utvecklat en dynamisk och rumsligt uppdelad modell för ämnesflöden inom en gård (FARMFLOW). Modellen

simulerar konsekvenserna av obalanser inom gården för längre tidsperioder. Den har parametersatts med data från Öjebyprojektet för beräkningar av fosforflöden. Avsikten är att kunna tillämpa modellen för flera växtnäringsämnen och utnyttja den som ett instrument inom rådgivningsverksamheten.

Ämnesord

Gårdsbalans, stallbalans, fältbalans, ekologisk, konventionell, mjölkproduktion, fosfor, kalium, zink

Läs mer

Öborn, I., Modin-Edman, A.-K., Bengtsson, H., Gustafson, G.M., Salomon, E., Nilsson, S.I., Holmqvist, J., Jonsson, S. & Sverdrup, H. 2005. A system approach to assess farm-scale nutrient and trace element dynamics. A case study at the Öjebyn dairy farm. *Ambio* 34 (4-5), 301-310.

Författare

AgrD Helena Bengtsson disputerade 2005 vid institutionen för markvetenskap, SLU, Box 7014, 750 07 Uppsala. Helena.Bengtsson@mv.slu.se

Gunnela Gustafson är forskare vid institutionen för husdjurens utfodring och vård, och vid Centrum för uthålligt lantbruk (CUL). CUL, Box 7047, 750 07 Uppsala. Gunnela.Gustafson@huv.slu.se

Agronom Simon Jonsson har varit försöksledare vid institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Öjebyns försöksgård. Han är numera pensionerad.

Anna-Karin Modin-Edman är doktorand vid institutionen för kemiteknik, Lunds universitet, Box 124, 221 00 Lund. Anna-Karin.Modin@chemeng.lth.se

S. Ingvar Nilsson är professor i markkemi och jordmänslära vid institutionen för markvetenskap, SLU. Ingvar.Nilsson@mv.slu.se

Eva Salomon är AgrD och forskningsledare vid Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI), Box 7033, 750 07 Uppsala. Eva.Salomon@jti.slu.se

Harald Sverdrup är professor i kemiteknik vid institutionen för kemiteknik, Lunds Universitet. Harald.Sverdrup@chemeng.lth.se

Ingrid Öborn är professor i marklära vid institutionen för markvetenskap, SLU. Ingrid.Oborn@mv.slu.se



S. I. Nilsson, H. Sverdrup, A.-K. Modin-Edman, H. Bengtsson, E. Salomon, G. Gustafson & I. Öborn. Infälld: S. Jonsson

Ansvarig utgivare: Kristina Glimelius, SLU, NL-fakulteten, Box 7082, 750 07 UPPSALA
Redaktör: David Stephansson, SLU, Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap, Box 7082, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 14 92. Telefax: 018-67 17 00. E-post: David.Stephansson@adm.slu.se
Internet: www.slu.se/forskning/fakta/
Prenumeration och lösnnummer: SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA
 Telefon: 018-67 11 00. Telefax: 018-67 35 00. E-post: Publikationstjanst@slu.se
Prenumerationspris: 340 kronor + moms
Tryck: Elanders Tofers AB, 2006

