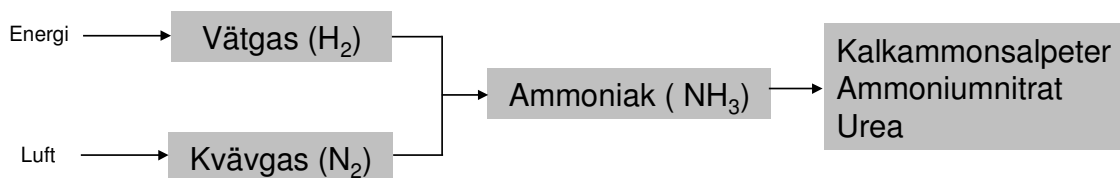


# Grönt kväve - Mineralkväve baserat på förnybara resurser

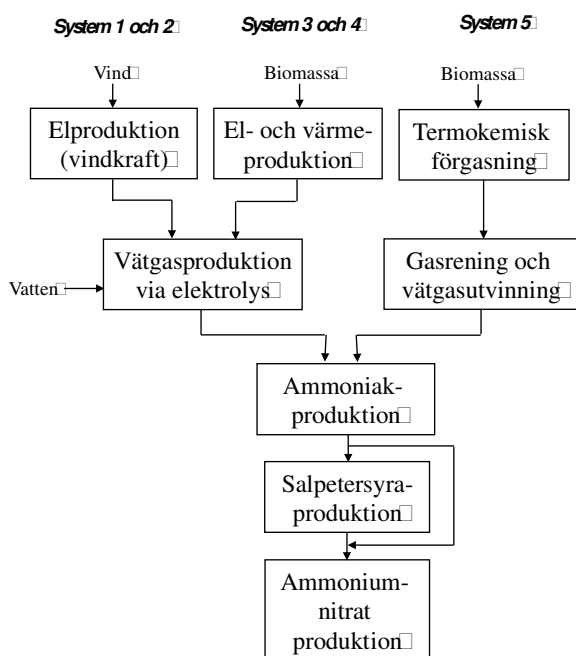
## 1. Bakgrund

Dagens produktion av kvävegödsel är baserad på fossila och ändliga resurser, och är en av de största energiinsatserna i det svenska lantbruket. Tillverkningen av kvävegödsel baserar sig för närvarande till största delen på naturgas. Förgasning av kol och spillolja förekommer dock också, framför allt i Kina. Det man vill producera från dessa kolhaltiga material är vätgas. Tillsammans med kvävgas från vanlig luft kan man sedan syntetisera vätgasen till ammoniak i den s.k. Haber-Bosch reaktionen. Ammoniak kan utnyttjas som gödningsmedel direkt men processas ofta vidare till kalkammonsalpeter eller ammoniumnitrat och även vidare till sammansatta NPK-gödselmedel (Figur 1).



Figur 1. För att tillverka kvävegödselmedel som till exempel kalkammonsalpeter, ammoniumnitrat och urea behövs det vätgas och kvävgas. Kvävgas kan tas från vanlig luft, men vätgasen måste framställas och det kräver energi.

Det är även möjligt att producera den vätgas som behövs från förnybara energikällor. Syfte med detta projekt var att utreda konsekvenserna och möjligheterna för lantbruket när kväve produceras från förnybara källor (Figur 2).



Figur 2. Beskrivning av de studerade systemen.

Fem system för tillverkning av vätgas och vidare till kvävegödsel studerades:

1. Produktion av vätgas genom vindkraftsdriven elektrolys (småskalig teknik).
2. Produktion av vätgas genom vindkraftsdriven elektrolys (storskalig teknik).
3. Produktion av vätgas genom elektrolys av biobaserad el (Salix och halm).
4. Produktion av vätgas genom elektrolys av biobaserad el (genom att integrera teknik i ett befintligt kraftvärmeverk som eldar skogsrester).
5. Produktion av vätgas genom termokemisk förgasning av biomassa.

Ett antal frågeställningar för de utvalda systemen utreddes, till exempel:

- Möjligheter att reducera användningen av fossil energi och utsläppen av växthusgaser jämfört med nuvarande fossilbaserade system
- Troliga produktionskostnader
- Effekter på energibalanser för etanol och RME-produktion
- Arealbehov för nationell självförsörjning med kväve

## 2. Material och metoder

De studerade systemen har först noggrant beskrivits i samråd med en referensgrupp bestående av Klas Noelker (avdelningschef för ammoniakprocesser på företaget Udhe i Tyskland) och Christian Hulteberg (VD för Biofuel Solution i Malmö). Systembeskrivningarna inbegriper produktion och transport av råvaror, val av produktionsteknik och storlek på anläggning. Vi har även tagit hänsyn till att de biomassabaserade systemen kräver kvävegödsling, en del av det producerade gröna kvävet antas därför återföras till odlingen.

Energibalanser och växthusgaser analyserades därefter med hjälp av livscykelanalys (LCA) metodik. LCA metoden som användes var så kallad konsekvensbaserad, vilket innebär att vi studerade effekterna av en framtida förändring. Detta till skillnad från så kallad bokförings-LCA där man bokför utsläpp som de ser ut idag eller som redan har skett. Alla resultat beräknades per kg kväve som ammoniumnitrat vid fabriksgrinden (3 kg ammoniumnitrat (AN) vilket motsvarar 1 kg ammoniumnitrat kväve (AN-N)).

Uppskattning av kostnaderna för produktion av förnybart kväve baseras på beräkningar av råvarupris samt investering och drift av anläggning enligt annuitetsmetoden. Eftersom inga kommersiella anläggningar för kvävegödselmedel baserad på förnybar energi finns i drift, har arbetet inneburit en hel del antaganden, varvid referensgruppen varit till stor hjälp. Likaså finns mycket knapphändig data för småskalig produktion.

## 3. Resultat

### 3.1 Energibalans, produktion av grönt kväve

I tabell 1 visas den beräknade primärenergianvändningen i de olika systemen (den fossila primärenergien är den energin som återfinns vid källan av det fossila bränslet, dvs alla förluster för omvandling och distribution i den fossila energikedjan är inräknade). Energiinsats för biomassabaserade system inkluderar energi för odling, torkning, transporter etc, i vindkraftssystemen inkluderas tillverkning och nedläggning av kraftverket.

Minskad användning av fossil energi uppkommer då det gröna kvävet ersätter användningen av fossilbaserad kväve, då överskottsvärme från produktionen ersätter olja till fjärrvärme och el ersätter kolkraft.

Ersättning av minskad elproduktion uppkommer i det systemet där kväveproduktion integreras i en befintlig anläggning som eldar grot. Den el som tidigare såldes till nätet används för kväveproduktion, men den minskade mängden el antas då produceras av kolkraft (marginalel).

*Tabell 1. Energibalans för de studerade systemen jämfört med fossilbaserad kvävegödsel, uttryckt som primär fossil energi (MJ/kg AN-N). Minskad använd fossil energi inkluderar undviken fossilbaserad kvävegödsel, el och värme. Ersättning av minskad elproduktion uppkommer vid minskad elproduktion jämfört med referenssystemet.*

System	1	2	3 (halm)	3 (Salix)	4 (grot)	5 (halm)	5 (Salix)
	Små- skalig vind	Stor- skalig vind	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme -integrerad	Termo- kemisk förgasn.	Termo- kemisk förgasn.
Fossil energiinsats	2	2	3	2	2	1	1
Minskad använd fossil energi	-58	-67	-153	-138	-67	-55	-55
Ersättning av minskad elprod					78		
<b>Summa</b>	<b>-56</b>	<b>-65</b>	<b>-150</b>	<b>-136</b>	<b>13</b>	<b>-54</b>	<b>-54</b>

### **3.2 Växthusgaser, produktion av grönt kväve**

De beräknade utsläppen av växthusgaser redovisas i tabell 2. Alla system visar en nettominskning av växthusgaser.

I vindkraftsystemen ses inga stora skillnader mellan små- och storskalig teknik. Att ersätta fossila kvävegödselmedel dominerar här resultaten så att produktionen bara spelar en underordnad roll.

I de biomassabaserade systemen återfinns de största skillnaderna mellan olika tekniska lösningar och inte mellan val av råvara. System 3 med biobaserad kraftvärme har den största minskningen av växthusgaser. Detta beror främst på den stora mängden överskottsvärme, som antogs ersätta oljeeldad fjärrvärme. Även markanvändningen har en inverkan på resultaten, odling av Salix antas här öka inlagringen av kol medan användning av halm minskar mängden markkol jämfört med att lämna den kvar på fält.

Som synes i tabell 1 beräknades den primära fossilenergianvändningen i system 4 (integrerad produktion) vara större än att använda fossilbaserad kväve. Detta beror främst på antagandet att den minskade elproduktionen ersätts med kolkraft. Däremot minskar utsläppen av växthusgaser jämfört med fossilkväve. Detta beror på att växthusgaser inte bara är kopplade till energianvändningen, men också till utsläpp av lustgas från produktion av salpetersyra. Det gröna kvävet antogs konkurrera ut fossilbaserat kväve som producerats med gammal teknik utan lustgasrening i salpetersteget. Det gröna kvävet antogs å andra sidan använda lustgasrening. Det blir därför en nettominskning av växthusgaser i system 4, även om den primära fossila energianvändningen är högre.

I systemen med termisk förgasning är huvudprodukten kväve och endast liten del överskottsel säljs till nätet. Att ersätta fossila kvävegödselmedel dominerar här resultaten så att produktionen bara spelar en underordnad roll.

*Tabell 2. Beräknade utsläpp av växthusgaser, kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/kg AN-N*

System	1	2	3	3	4	5	5
	Småskalig vind	Storskalig vind	(halm) Storskalig kraftvärme	(Salix) Storskalig kraftvärme	(grot) Storskalig kraftvärme -integrerad	(halm) Termo-kemisk förgasn.	(Salix) Termo-kemisk förgasn.
Biomassa-produktion och transport			0,2	0,6	0,2	0,1	0,2
Markkolsförändringar			0,8	-0,7	0,3	0,3	-0,3
Vindkraftsproduktion	0,7	0,5					
Salpetersyra-produktion	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Överskottsvärme	-0,4	-1,0	-7,1	-6,1	-1,0	0,0	0,0
Överskottsel						-0,2	-0,2
Minskad elprod,					4,8		
<b>Subtotal</b>	<b>0,8</b>	<b>-0,1</b>	<b>-5,7</b>	<b>-5,8</b>	<b>4,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>
Minskad anv fossilt kväve	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3	-7,3
<b>Summa</b>	<b>-6,5</b>	<b>-7,4</b>	<b>-13,0</b>	<b>-13,1</b>	<b>-2,6</b>	<b>-6,7</b>	<b>-7,1</b>

### 3.3 Produktionskostnader grönt kväve

Att producera grönt kväve i liten skala genom att använda el från vindkraft kommer att medföra höga kostnader för produktionen. Det är främst kostnader för framställning av ammoniak som blir höga (tabell 3). En stor del av de höga kostnaderna för framställning av grönt kväve i liten skala beror just av skalan på anläggningarna. Samtliga industriella processer som finns i dagsläget är normalt stora eller mycket stora anläggningar. Att skala ned dessa till en mycket liten skala medför ökade kostnader för tillverkningen. Kostnaderna avser produktionskostnader och det faktiska priset för slutanvändaren kommer att bli än högre beroende på hur stora påslag som sker i kedjan fabrik till kund.

*Tabell 3. Kostnader (MSEK per år, SEK per kg AN och SEK per kg AN-N) för småskalig produktion av ammoniumnitrat baserad på vindkraft*

	Totalt årliga kostnader	Kostnader per kg AN	Kostnader per kg AN-N
Prod vindkraftsel	1,3	1,4	4,3
Prod vätgas (elektrolys)	2,3	2,5	7,5
Vätgaslager (5 dagar)	0,5	0,6	1,7
Ammoniakprocess	4,1	4,6	13,8
Salpeterprocess	2,4	2,6	7,8
Ammoniumnitratprocess	2,2	2,5	7,4
<b>Totalt, produktionskostnad</b>	<b>12,8</b>	<b>14,3</b>	<b>42,6</b>

Beräknade kostnader för storskalig produktion av grönt kväve finns sammanfattad i tabell 4. För den storskaliga produktionen återfinns de största kostnaderna i samband med tillverkning av vätgas genom elektrolys. Kostnaderna anger produktionskostnaden vid fabriksgrinden och till dessa kostnader kommer även påslag från mellanhänder innan det gröna kvävet når kunden.

Tabell 4. Kostnader (MSEK per år, SEK per kg AN och SEK per kg AN-N) för storskalig produktion av ammoniumnitrat baserad på biobaserad el. Intäkter för värmeproduktion i det biobaserade kraftvärmeverket är redan avdraget i elproduktionskostnaden

	Totalt årliga kostnader	Kostnader per kg AN	Kostnader per kg AN-N
Prod biobaserad el	158	0,8	2,5
Prod vätgas (elektrolys)	60	0,3	1,0
Ammoniakprocess	132	0,7	2,1
Salpeterprocess	76	0,4	1,2
Ammoniumnitratprocess	71	0,4	1,7
Totalt, produktionskostnad	498	2,3	8,0

### 3.4 Effekter på utsläpp av växthusgaser i odling

Att använda grönt kväve i odling kommer att ha påverkan på den totala växthusgasbalansen för en gröda. I tabell 5 visas resultaten för rapsodling som använder olika typ av kvävegödselmedel. Data för kvävegödsel är tagna från ovanstående resultat, övrig indata är hämtad från Bernesson (2004). Resultatet visar att utsläppen av växthusgaser kan reduceras kraftigt vid användandet av biobaserad kvävegödsel i odling av raps.

Tabell 5. Emissioner av växthusgaser vid odling av raps när olika sorters kvävegödsel används, g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/kg raps

System	Typ av kvävegödselmedel använd i odling							Fossil
	1	2	3 (halm)	3 (Salix)	4 (grot)	5 (halm)	5 (Salix)	
	Småskalig vind	Storskalig vind	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme-integrerad	Termo-kemisk förgasn.	Termo-kemisk förgasn.	
Utsäde	3	3	3	3	3	3	3	3
Produktion P&K gödsel	24	24	24	24	24	24	24	24
Produktion N gödsel	43	-6	-323	-347	266	34	3	413
Markemissioner	329	329	329	329	329	329	329	329
Produktion bekämpn.medel	2	2	2	2	2	2	2	2
Traktorarbete	72	72	72	72	72	72	72	72
Torkning	30	30	30	30	30	30	30	30
Produktion av maskiner	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Totalt</b>	<b>505</b>	<b>455</b>	<b>139</b>	<b>115</b>	<b>728</b>	<b>496</b>	<b>465</b>	<b>875</b>
<b>Minskning i relation till fossilkvävesystemet</b>	<b>42%</b>	<b>48%</b>	<b>84%</b>	<b>85%</b>	<b>17%</b>	<b>43%</b>	<b>46%</b>	<b>0%</b>

### 3.5 Effekter på energibalanser för etanol och RME-produktion

Insatsen av fossil energi kan också kraftigt minskas, vilket skulle innebära ett steg mot ett lantbruk mindre beroende av fossila resurser. Det innebär också att energibalansen för förnybara drivmedel kan förbättras. I tabell 6 och 7 visas energibalansen för RME och etanol vid användande av olika sorters kvävegödsel i odling av raps respektive vete. Energibalansen räknas som utgående energi dividerad med ingående energi. En hög energibalans är alltså eftertraktansvärd. Data för kvävegödsel är tagna från ovanstående resultat, övrig indata är hämtad från Bernesson (2004). Allokering mellan biodrivmedel och biprodukter har gjorts baserad på lägre värmevärde hos produkterna.

Tabell 6. Energibalans för RME när olika sorters kvävegödsel används i odling av raps, MJ/ha

System	Typ av kvävegödselmedel använd i odling							Fossil
	1	2	3	3	4	5	5	
			(halm)	(Salix)	(grot)	(halm)	(Salix)	
	Småskalig vind	Storskalig vind	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme -integrerad	Termo-kemisk förgasn.	Termo-kemisk förgasn.	
<b>Energiinsatser</b>								
Odling	4865	4743	3961	3950	5417	4843	4784	11717
Processenergi	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Kemikalier etc till processen	2508	2508	2508	2508	2508	2508	2508	2508
Prod av maskiner och byggnader	91	91	91	91	91	91	91	91
Summa energiinsatser	10464	10342	9560	9549	11016	10442	10383	17316
Summa energiinsatser, allokerat till RME	6737	6658	6155	6148	7092	6723	6685	11148
Energi ut, RME	40343	40343	40343	40343	40343	40343	40343	40343
<b>Balans (Ut/In)</b>	<b>6,0</b>	<b>6,1</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>5,7</b>	<b>6,0</b>	<b>6,0</b>	<b>3,6</b>

Tabell 7. Energibalans för etanol när olika sorters kvävegödsel används i odling av vete, MJ/ha

System	Typ av kvävegödselmedel använd i odling							Fossil
	1	2	3	3	4	5	5	
			(halm)	(Salix)	(grot)	(halm)	(Salix)	
	Småskalig vind	Storskalig vind	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme	Storskalig kraftvärme -integrerad	Termo-kemisk förgasn.	Termo-kemisk förgasn.	
<b>Energiinsatser</b>								
Odling	6958	6853	6183	6174	7431	6939	6888	12831
Processenergi	3777	3777	3777	3777	3777	3777	3777	3777
Kemikalier etc till processen	11780	11780	11780	11780	11780	11780	11780	11780
Prod av maskiner och byggnader	118	118	118	118	118	118	118	118
Summa energiinsatser	22632	22528	21858	21849	23106	22614	22563	28506
Summa energiinsatser, allokerat till etanol	13761	13697	13290	13284	14048	13749	13718	17331
Energi ut, etanol	52062	52062	52062	52062	52062	52062	52062	52062
<b>Balans (Ut/In)</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,0</b>

Vi kan se att energiinsatsen för odling kraftigt minskar för både raps och vete vid användande av grönt kväve. För RME blir energibalansen dessutom betydligt bättre. För etanol blir inverkan av grönt kväve inte lika stor eftersom insatserna av energi och kemikalier till processen är dominerande i energibalansen.

### **3.6 Arealbehov för nationell självförsörjning med kväve**

Omkring 167 000 ton fossilbaserat kväve i enkla och sammansatta gödselmedel används varje år i svenskt jordbruk. Inget kväve baserat på förnybara energikällor används i Sverige idag. För alla storskaliga system, utom förgasning, finns all teknik för produktion av grönt kväve tillgänglig i kommersiell skala. Småskalig produktion är mer svårbedömd då de anläggningar som byggs idag är storskaliga. Dock äger utveckling rum, och i Minnesota i USA pågår för tillfället byggnationen av en demoanläggning för småskalig produktion av ammoniak baserad på vindkraft (New Energy and Fuel, 2011). Ett liknande projekt skulle mycket väl vara möjligt i Sverige. En fullständig övergång till grönt kväve i Sverige kommer dock att ta tid.

Det kan dock vara intressant att få en bild av vad det skulle innebära om allt det kväve som används idag skulle produceras av förnybar energi. För det storskaliga vindkraftssystemet, krävs ca 700 MW installerad effekt för att försörja svenskt jordbruk med kväve. Detta kan jämföras med dagens 1600 MW kapacitet (vindkraft utgör mindre än 2% av den totala elproduktionen i Sverige) (Energimyndigheten, 2010). Med andra ord inte en helt orimlig tanke. Det småskaliga vindsystemet kräver något mer energi för samma mängd kväve. Cirka 600 anläggningar á 2 MW skulle behövas för att försörja Sverige, motsvarande 1200 MW installerad effekt.

I det storskaliga halm-kraftvärme systemet behövs cirka 5 TWh halm för att producera grönt kväve till svenskt jordbruk. I Sverige uppskattas halmpotentialen till 3-4 TWh per år med hänsyn tagen till att en del halm behöver lämnas på fält för att upprätthålla en god markstruktur (Nilsson och Bernesson, 2009). För Salixsystemet behövs cirka 95 600 hektar odlas för att försörja Sverige med grönt kväve. Detta kan jämföras med den totala odlingsarealen i Sverige idag på blygsamma 15 000 hektar. Dock är det viktigt att notera att i båda dessa fall produceras utöver kväve också stora mängder värme som kan användas för att ersätta fossila alternativ i fjärrvärmenät.

Grotsystemet är speciellt eftersom det här modellerades som integrerat i redan befintliga anläggningar. Omkring 5 TWh per år av skogsavfall skulle krävas för att försörja Sverige med kväve. Statistik över skördad grot är bristfällig, men det uppskattas att grot insamlas från ca 32 000 hektar (16% av den totala slutavverkningen) under 1999, vilket motsvarar 8,6 TWh (Energiaskor, 2011). Skogsavfall används idag främst inom industrin och el- och värmeproduktion. Det verkar med andra ord finnas tillräckligt med skogsavfall och potentialen att öka mängderna är stor även om det finns biologiska, ekonomiska och tekniska begränsningar.

## **4. Diskussion och slutsatser**

Grönt kvävet måste konkurrera med fossilbaserat kväve på den vanliga marknaden. Priserna på fossilt kvävegödsel följer världsmarknadspriset på ammoniak som i sin tur följer naturgas och oljepriserna. Under 2008 nåddes ett rekordhøgt pris för kvävegödsel på 18 kr/kg N för att under 2009 nå ett rekordlågt pris på 7 kr/kg N. Under 2011 ligger priserna runt 11 kr/kg N. Detta ska sättas i relation till de beräknade kvävepriserna för grönt kväve som blev 42 SEK/

per kg N vid småskalig tillverkning och 8 SEK/ kg N vid storskalig tillverkning. Till dessa priser måste påslag ske för transport hantering och försäljning till kund.

Kostnadsuppskattningarna är dock mycket grova och försedda med stora osäkerheter. Mer detaljerad ekonomisk modellering och beräkningar behövs för att stödja eventuella investeringsbeslut.

Sammanfattningsvis kan sägas att växthusemissionerna och fossilenergianvändningen kan sänkas och det verkar inte finnas några tekniska hinder för att börja producera grönt kväve. De preliminära ekonomiska beräkningarna visar också på potentialen att producera grönt kväve till ett konkurrenskraftigt pris. Vi hävdar att grönt kväve till jordbruket bör vara en prioriterad aktivitet eftersom kväve är en av grundpelarna för en trygg försörjning av mat och bioenergi. Det är dock svårt att ge generella rekommendationer om val av teknik och råvaror eftersom det till stor del är beroende på sammanhanget. Varje fall måste mycket noggrant undersökas och råvaror bör vara hållbart producerade.

## 5. Referenslista

- Bernesson S (2004). Life Cycle Assessment of Rapeseed Oil, Rape Methyl Ester and Ethanol as Fuels - A Comparison Between Large- And Small-Scale Production. Miljö, teknik och lantbruk, Rapport 2004:01. Department of Biometry and Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Energiaskor (2011). GROT-uttag och Askåterföring -tillvägagångssätt, rekommendationer, effekter. Skogsstyrelsen Västra Götaland, RecAsh och Life. [http://www.energiaskor.se/pdf-dokument/aska\\_till\\_skog\\_och\\_mark/GROT.pdf](http://www.energiaskor.se/pdf-dokument/aska_till_skog_och_mark/GROT.pdf) Downloaded 2011-08-09
- Energimyndigheten (2010). Energiläget i siffror. Energy in Sweden - Facts and figures. Swedish Energy Agency
- New Energy and Fuel (2010). Wind to Fertilizer Construction Begins. Published 15/6 2010 <http://newenergyandfuel.com> Homepage visited 2011-08-03.
- Nilsson, D., Bernesson, S., 2009. Halm som bränsle - Del 1: Tillgångar och skördetidpunkter. Rapport 011, Institutionen för energi och teknik, Uppsala.

## 6. Publikationer i projektet

### Konferens

Ahlgren S, Baky A, Bernesson S, Nordberg Å, Norén O , Hansson P A (2009). Mineral Nitrogen Fertilisers Based on Renewable Resources - Implications for Alternative Fuels. XXXIII CIOSTA - CIGR V Conference, 17-19 Juni 2009, Reggio Calabria, Italy.

Ahlgren S, Bernesson S, Baky A, Nordberg Å , Hansson P A (2011). Mineral nitrogen fertilisers produced from biomass – technical solutions and emission reduction possibilities. 19th European Biomass Conference and Exhibition, 6-10 Juni 2011, Berlin.

### Rapport

Ahlgren S, Bernesson S, Baky A, Nordberg Å , Hansson P A (2011). Green nitrogen- Possibilities for production of mineral nitrogen fertilisers based on renewable resources in Sweden. Rapport nr 030. Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet. *Manuskript, kommer i tryck under hösten 2011.*



### **Vetenskaplig artikel**

Ahlgren S, Reese M, Bernesson S, Baky A, Nordberg Å , Hansson P A (2011). Production of mineral nitrogen fertilisers based on electrolysis – estimations of environmental impact and production costs. *Manuskript*

## **7. Övrig resultatförmedling till näringen**

ETs hemsida [http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl/om-fakulteten/institutioner/institutionen-for-energi-och-teknik/forskning/lantbrukets\\_teknik\\_system/projekt/lantbrukets-energiforsorjning-gron-konstgodsel/](http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl/om-fakulteten/institutioner/institutionen-for-energi-och-teknik/forskning/lantbrukets_teknik_system/projekt/lantbrukets-energiforsorjning-gron-konstgodsel/)

JTIs hemsida <http://www.jti.se/index.php?page=visa-projekt&projectid=61>

Olika delar av arbetet har dessutom redovisats på ett flertal möten, seminarier och konferenser, som exv:

EU-konferensen "Rural areas shaping the future" 2009-10-28 (P-A Hansson)

SEROs Energiseminarium 2009-05-15 (P-A Hansson)

Hushållningssällskapets rådgivarkonferens 2009-10-05 (P-A Hansson)

Öppet seminarie på KTH 2011-10-21: Biomass production in a sustainability perspective (P-A Hansson)