



Carbon Footprint

Klimapåvirkning ved gødskning
og mulige tiltag



Landbrug og klimaændringer

Formålet med denne brochure er at forklare nogle af de komplekse mekanismer, som er tilstede når et moderne landbrug er med til at påvirke klimaet og hvilke muligheder, der er for at reducere i CO₂-udledningen. Brochuren giver også et indblik i de nyeste teknologiske fremskridt, som reducerer udledningen af drivhusgasser fra produktion og brug af handelsgødning.

Carbon Footprint er et begreb, som dækker over den udledning af CO₂ (drivhusgasser), der kommer fra produktion og transport af produkter og serviceydelser. Carbon footprint kan omfatte hele livscyklussen for et produkt "fra vugge til grav" eller blot den del af forløbet, som en virksomhed har ansvaret for. Yaras carbon footprint omfatter udledningen af drivhusgasser fra kvælstofholdige gødninger produceret på Yaras fabrikker samt udledninger i forbindelse med produktionen af råvarer (ammoniakproduktion) på leverandørernes fabrikker.

Fødevarerikkerhed

Siden landbrugsudviklingen tog sin begyndelse for omkring 10.000 år siden, har den været tæt forbundet med den menneskelige civilisations fremgang. I løbet af sidste halvdel af 1900-tallet har den «grønne revolution» forårsaget en tredobling af verdens fødevarerproduktionen, mens befolkningen er steget markant fra 3 til 6 milliarder mennesker.

Med en verdensbefolkning, der forventes at vokse til omkring 8,5 milliarder inden 2030, må fødevarerproduktionen nødvendigvis stige med mere end 50 % [kilde: ref. 1]. Eftersom der bliver stadig færre arealer, der er velegnet til landbrug, er det nødvendigt at maksimere udbyttet af den eksisterende landbrugsjord (fig. 1 og 3).

Plantenæringsstoffer

Siden det 19. århundrede, hvor Justus von Liebig formulerede «Minimumsloven», har vi vidst, at hvis planterne mangler et næringsstof, vil dette begrænse planternes

vækst selvom alle andre næringsstoffer er tilstede. Tilføres dette næringsstof vil væksten øges, indtil et andet næringsstof bliver den begrænsende vækstfaktor.

Hver gang der høstes, fjernes næringsstoffer fra marken. Handelsgødninger tilføres med det formål at erstatte de manglende næringsstoffer og derved sikre en optimal og afbalanceret plantevækst uden at tære på jordreserverne (fig. 2).

Set fra et klimaperspektiv er kvælstof (N) det vigtigste næringsstof, mens fosfor (P) og kalium (K) har mindre betydning.

Klimabeskyttelse

Moderne landbrug er afgørende for at sikre fødevarerforsyningen til verdens voksende befolkning. I dag er næsten halvdelen af jordens befolkning afhængige af handelsgødning, for at kunne producere tilstrækkelig med fødevarer [kilde: ref. 2].

Men i debatten om global opvarmning må vi også stille spørgsmål ved landbrugets påvirkning af miljøet og udledning af

drivhusgasser. Er landbrugets produktivitet bæredygtigt? Hvad med udledningen af drivhusgasser fra produktion og anvendelse af handelsgødninger?

Yara har 100 års viden og erfaringer inden for produktion og anvendelse af plantenæringsstoffer og vi ser på et moderne og bæredygtigt landbrug som en vigtig del af løsningen på global opvarmning. Ved at bruge Yaras klima-garanterede handelsgødninger sammen med vores gødskningsråd og præcisionsværktøjer for optimal gødsning, kan den udledning af CO₂, som er relateret til brugen af gødning for fødevarerproduktionssektoren, samtidig reduceres med 50 %.

Rydning af skov til jordbrugsformål er en af de helt store globale kilder til udledning af drivhusgasser. Landbrugsjord er en knap ressource og skal dyrkes så optimalt som muligt for at sikre fødevarerproduktionen.

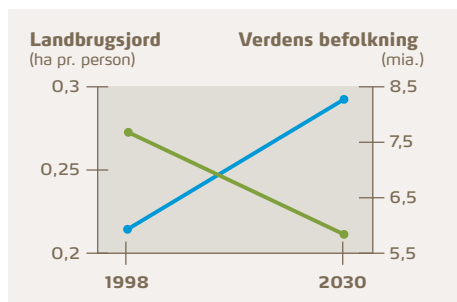


FIG 1: Eftersom det tilgængelige areal med landbrugsjord pr. person falder, er det nødvendigt at øge produktiviteten [kilde: ref. 1]

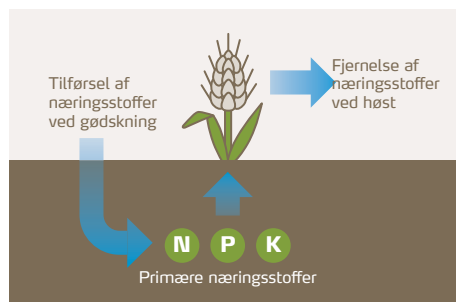


FIG 2: For at undgå udpining af jorden tilføres handelsgødninger, som erstatter de næringsstoffer, der fjernes med afgrøderne.

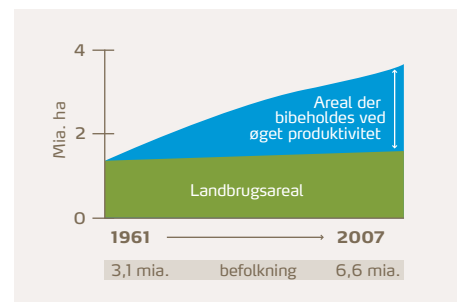


FIG 3: Et globalt estimat over hvor stort et areal, der ville være behov for til en tilstrækkelig fødevarerproduktion, hvis kornudbyttet var forblevet på samme niveau som i 1961 [kilde: ref. 3]

Livscyklusanalyse

En helhedsorienteret oversigt

Produktion, transport og brug af handelsgødninger medfører udledning af drivhusgasser, navnlig CO₂ (kuldioxid) og N₂O (lattergas). På den anden side fremmer handelsgødning biomasseproduktionen, så der bindes mere CO₂ i planterne. Brug af gødning øger udbyttet og reducerer behovet for at opdyrke nye arealer, hvorved vi undgår en øget udledning af drivhusgasser fra rydning af skov og opdyrkning af vådområder. For at vurdere klimaeffekten ved at gødske må alle forhold tages i betragtning. Gødsning må vurderes i et "livsforløb", som tager hensyn både til produktion, distribution og virkning ved anvendelse af handelsgødninger. Det giver en bedre forståelse for, hvad man kan og bør gøre, for at forbedre CO₂-balancen.

AN (ammoniumnitrat) er det kemiske navn på den mest anvendte kvælstofkilde både i Yaras handelsgødninger og i dansk landbrug. AN findes i produkter som YaraMila (NPK, NP, NK) og YaraBela (NS, KAS).

På siderne til højre, fig. 4, illustreres livscyklusen for AN-baserede handelsgødninger. Illustrationen forklarer CO₂-udledning fra gødningsproduktion, transport fra fabrik til landmand, fra landbruget, fra anvendelse af biomasse til fødevarer, foder eller bioenergi samt betydningen af at beskytte naturlige skov- og vådområder, der optager CO₂.

For at kunne sammenligne forskellige drivhusgasser omregnes de til CO₂-ækvivalenter. 1 kg N₂O svarer f.eks. til 296 kg CO₂-ækv., fordi N₂O har en 296 gange kraftigere virkning på klimaet end CO₂. Alle udledninger er beregnet ud fra indholdet af kvælstof i gødningen.

Optimering af gødningsproduktionen

AN fremstilles af ammoniak og salpetersyre. Klimapåvirkningen afhænger af energiforbruget og det råmateriale, der anvendes i ammoniakproduktionen, samt af udledningen af N₂O fra produktionen af salpetersyre.

EU har defineret «bedste tilgængelige teknologier» (Best Available Techniques - BAT) for ammoniak og salpetersyreprocesser. Produktion med BAT reducerer klimagasudledninger med 50 % sammenlignet med en gennemsnitlig europæisk fabrik uden BAT. Fabrikker uden for Europa har generelt en endnu højere udledning end europæiske fabrikker. Brugen af BAT giver en samlet udledning på 3,6 kg CO₂-ækv. pr. kg N i AN-baserede handelsgødninger [kilde: ref. 4, 5 og 6].

Yaras fabrikker er blandt de mest energieffektive i verden. Yara har desuden udviklet og implementeret en katalysatorteknologi, der reducerer N₂O-udledninger fra salpetersyreanlæg med hele 90 %. Det betyder, at Yaras gødningsprodukter, der sælges til det danske landbrug, i dag har en lavere udledning af drivhusgasser, end det som er defineret som BAT (3,6 kg CO₂-ækv. pr. kg N i AN). Det opfylder de krav som svensk fødevarerindustri har sat for mærkning af fødevarer, som indebærer at udledningen fra produktion af handelsgødninger skal være mindre end 4 kg CO₂-ækv. pr. kg N [kilde: ref. 7].



FIG 5: Katalysatorpiller. Ny rensningsteknologi udviklet af Yara, reducerer omkring 90 % af N₂O-udledning ved produktionen.



Optimal brug af handelsgødning

Udledning af drivhusgasser fra landbruget og mulighed for at reducere disse er vigtig (figur 6). Den gennemsnitlige udledning fra jorden ved brug af AN-baserede handelsgødninger er 5,6 kg CO₂-ækv. pr. kg N [kilde: ref. 3]. Ved optimal gødskning kan udledningerne reduceres betydeligt afhængig af jordtype og klima.

Landmanden skal sikre sig, at kvælstoftype og -mængde samt tidspunktet for tilførslen af kvælstof ikke medfører betydelige tab på grund af denitrifikation, fordamning eller udvaskning. En god jordstruktur øger kvælstofvirkningen og reducerer udledningen af N₂O. Optimal kvælstofvirkning reducerer ikke alene klima- og andre miljøpåvirkninger, men er også en nøgle til høj produktivitet og rentabilitet.

Gødningsstrategier udviklet af Yara hjælper med at vælge det rette produkt og anvende det på den mest effektive måde. Styringsværktøjer som f.eks. N-Sensor™ og Megalab™, hjælper landmændene med at optimere dyrkningen og holde miljøpåvirkningen nede.

Inden for landbrug gælder det ligesom på mange andre områder, at mindre kan resultere i mere. Markundersøgelser foretaget på flere landbrugsbedrifter i Tyskland [kilde: ref. 8] undersøgte virkningen af tilførslen af gødning ved hjælp af N-Sensor. Resultaterne viste, at brugen af N-Sensor fik udbyttet til at stige med 6 %, samtidig med at brugen af kvælstofgødning faldt med 12 %. Denne øgning af N-effektiviteten har i disse forsøg reduceret CO₂-udledningen med 10 til 30 %. I Danmark har flere års forsøg vist op til 2 hkg pr. ha ved omfordeling af den kvælstofmængde, der har været til rådighed. Storskalaforsøg afsluttes i 2011.

Undgå at inddrage ny landbrugsjord

Landbrugsjord er en begrænset ressource, der skal bruges på den mest effektive måde for at sikre fødevarerproduktionen uden at skov og vådområder tages i brug. Rydning af naturlig vegetation som f.eks. regnskov tegner sig for op mod 20 % af den globale udledning af drivhusgasser [kilde: ref. 10]. I forbindelse med klimabeskyttelse er det derfor vigtigt at standse opdyrkningen af udyrkede arealer og rydning af skov.

Skoven optager og lagrer store mængder af kulstof. Mængden af kulstof, som er lagret i skov og vådområder, er langt større end for dyrkede arealer. Intensivering af landbruget kan redde regnskove,

græsområder, savanner og vådområder fra at blive omdannet til dyrkede arealer. Det har derfor en positiv virkning på kulstofbalancen [kilde: ref. 11, 12, 13].

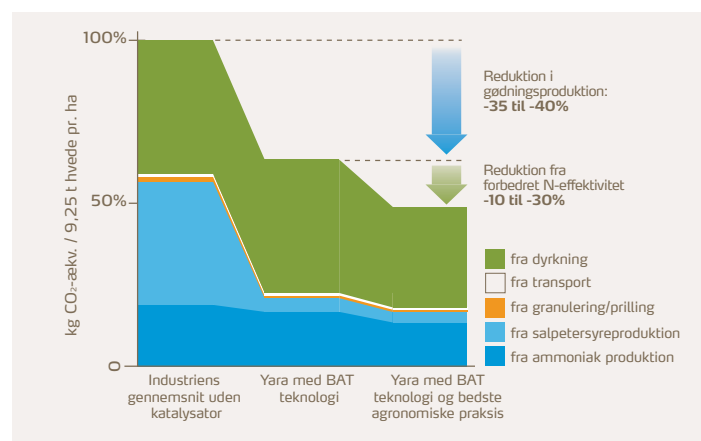


FIG 6: Yara har reduceret CO₂-udledningen fra gødningsproduktionen med 35-40 % i forhold til udledningen fra et helt "livsforløb". Forbedres N-effektiviteten i landbruget reduceres klimabelastningen med yderligere 10-30 % [kilde: ref. 8, 9].

Hvilken type handelsgødninger bør man bruge?

I mange dele af verden er urea den vigtigste gødningstype. I Europa derimod, har AN-baserede gødninger (som f.eks. AN, KAS og AN-baserede NPK'er) vist sig at være de mest effektive i landbruget og samtidig mere miljøvenlige end urea.

Urea har en lavere CO₂-udledning under selve produktionsprocessen end AN-baserede handelsgødninger. Det skyldes især, at dele af den CO₂, der genereres under ammoniakproduktionen, opsamles i urea. Denne CO₂ frigøres dog, så snart urea fordeles på marken. Derudover fører anvendelse af urea til en større udledning af N₂O under nitrifikationsprocessen i jorden.

Urea afgiver også mere ammoniak til atmosfæren under dyrkning end AN. Dette øger risikoen for, at de nationale målsætninger for udledning af forurenende stoffer, der fremgår af Gøteborg-protokollen, ikke overholdes. Et tab af kvælstof i form af ammoniak fra urea betyder reduceret udbytte eller øget tilførsel af kvælstof for at kompensere for tabet.

Samlet set har urea en højere udledning af CO₂ end AN. I tilgift har urea andre uheldige effekter på miljøet.

A GØDNINGSPRODUKTION

Når man arbejder med «bedste tilgængelige teknologier» (BAT) på ammoniak- og salpetersyreanlæg, er den samlede CO₂-udledning for AN-baserede gødninger 3,6 kg CO₂-ækv. pr. kg N.

Ammoniakproduktion

Binding af kvælstof fra luften kræver energi. Naturgas er den mest effektive energikilde. Yaras fabrikker er blandt verdens bedste målt ud fra energieffektivitet.

- Det gennemsnitlige europæiske energiforbrug: 35,2 GJ pr. ton ammoniak
- EU BAT-energiforbrug: 31,8 GJ pr. ton ammoniak (= 2,2 kg CO₂/kg N i AN)

Salpetersyreproduktion

Salpetersyre anvendes til fremstilling af AN-baserede gødninger. Salpetersyreproduktion frigiver N₂O. Katalysatorteknologien udviklet af Yara reducerer udledningen af N₂O til under BAT-niveauet.

- Udledning af N₂O uden rensning: 7,5 kg N₂O pr. ton salpetersyre
- EU BAT-udledning med rensning: 1,85 kg N₂O pr. ton salpetersyre (= 1,3 kg CO₂-ækv. pr. kg N i AN)

Granulering/prilleprocessen

AN-produkter fremstillet af ammoniak og salpetersyre er granulerede eller prillede, så de udgør en fast gødning af høj kvalitet. Størkning kræver energi.

- Typisk energiforbrug: 0,5 GJ pr. ton af produktet (= 0,1 kg CO₂ pr. kg N i AN)

REDUKTIONSMULIGHEDER:

- Forbedrer energieffektiviteten i ammoniakproduktionen og andre produktionssystemer
- Installer og optimer katalysatorteknologi af N₂O yderligere

B TRANSPORT

AN transporteres med skib eller via vej- eller banetransport.

- Europæisk gennemsnit: 0,1 kg CO₂ pr. kg N

REDUKTIONSMULIGHED:

- Optimering af logistikken fra produktionsanlæg til landmænd

C BRUG AF HANDELSGØDNINGER

Kvælstof, både fra organiske og uorganiske kilder, vil ved hjælp af mikroorganismer omdannes i jorden. Under den proces kan der tabes N₂O til luften. Desuden tabes der CO₂ fra kørsel med landbrugsmaskiner.

- Den gennemsnitlige CO₂-udledning for AN-baserede gødninger: 5,6 kg CO₂-ækv. pr. kg N (fra jorden)

REDUKTIONSMULIGHED:

- Sikre en balanceret gødsning
- Tilpas kvælstofmængden til forholdene
- Brug placeret gødsning, hvor det er relevant
- Tilfør gødning i rette mængde til rette tid for at sikre hurtig optagelse
- Brug moderne teknologi såsom præcisionsgødsning (N-Sensor™, Precise, MegaLab™) og planlægningsværktøjer (DLBR Mark og Næsgaard Mark)
- Oprethold en god jordstruktur ved jordbearbejdning til rette tid (dræning og forhindring af pakning).
- Vælg rette gødninger (AN-baserede gødninger frem for urea)
- Optimal udnyttelse af husdyrgødning

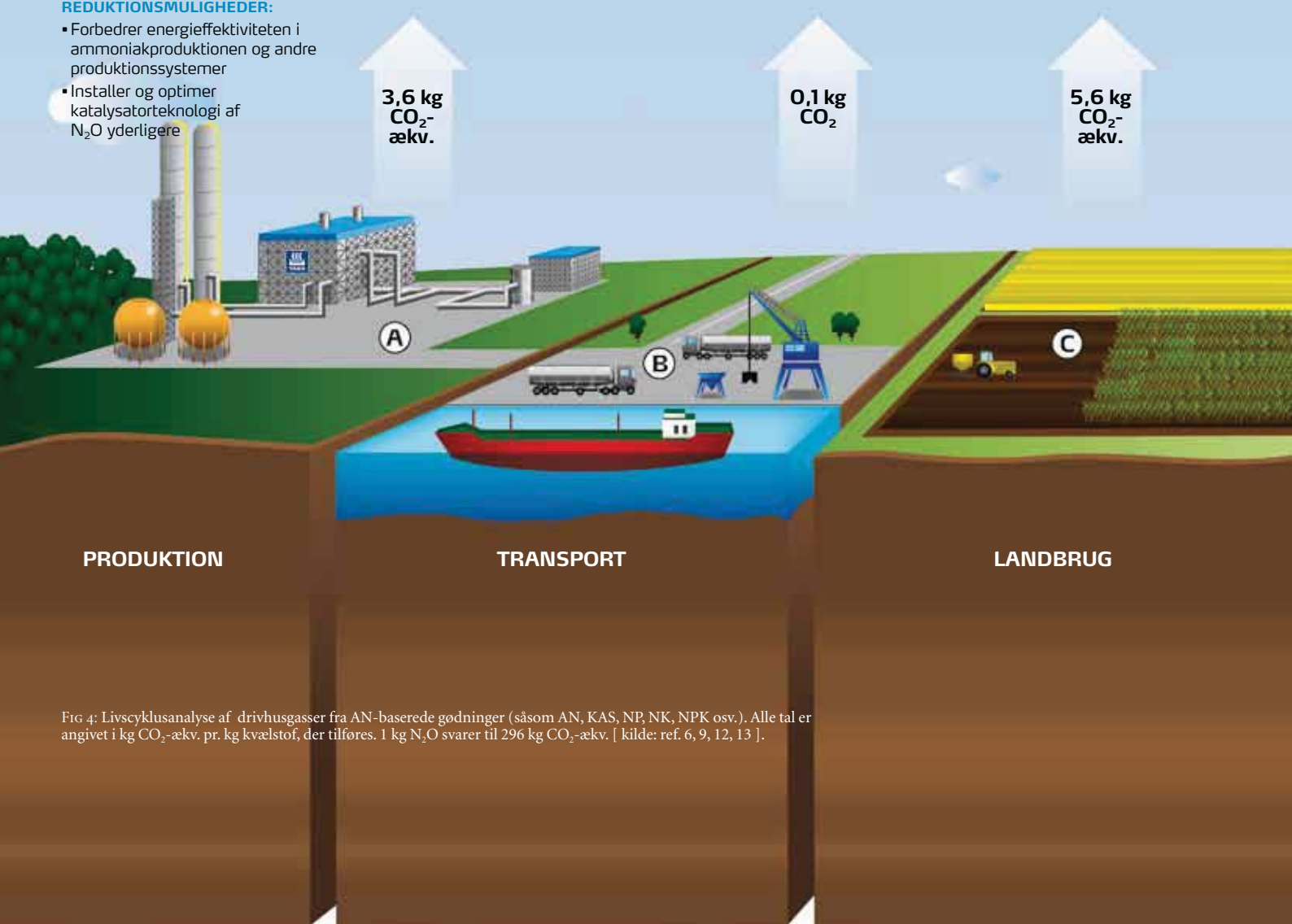


FIG 4: Livscyklusanalyse af drivhusgasser fra AN-baserede gødninger (såsom AN, KAS, NP, NK, NPK osv.). Alle tal er angivet i kg CO₂-ækv. pr. kg kvælstof, der tilføres. 1 kg N₂O svarer til 296 kg CO₂-ækv. [kilde: ref. 6, 9, 12, 13].

D BIOMASSEPRODUKTION

Planter opsamlers store mængder CO₂ i løbet af vækstperioden. Optimal gødsning kan øge biomasseproduktionen og dermed CO₂-optagelsen med en faktor på 4-5 sammenlignet med ugødede marker. F.eks. optager korn 12.800 kg CO₂ pr. ha ved et udbytte på 8 t/ha, der er gødet med 170 kg N/ha. Dette svarer til, at der optages 75 kg CO₂ pr. kg tilført N.

- Eksemplets udledning: -75 kg CO₂ pr. kg N

REDUKTIONSMULIGHED:

- Sikrer optimal gødsning for at øge biomasseproduktionen og CO₂-optagelsen pr. ha.
- Undgå fældning af skov og inddragelse af vådområder (større areal anvendes til fødevarerproduktion hvis landbruget ikke drives optimalt)
- Bevar og opbyg jordens kulstoflagre ved nedmuldning af organisk materiale ved brug af teknikker som reduceret jordbearbejdning
- Brug efter- og fangafgrøder til at reducere N-udvaskningstab og producere yderligere biomasse til optagelse af CO₂
- Genetabler dårlig drevet jord

E BIOMASSEFORBRUG

Størstedelen af den biomasse, der produceres, bruges til fødevarer eller foder. CO₂-optagelsen er derfor kun kortsigtet og kan ikke opfattes som en redning på globalt plan. Balancen er anderledes for bioenergi, eftersom bioenergi forhindrer forbrænding af fossile brændstoffer. F.eks. kan brugen af biomasse i stedet for olie til opvarmning reducere udledningen af CO₂ med helt op til 70-80 %.

REDUKTIONSMULIGHED:

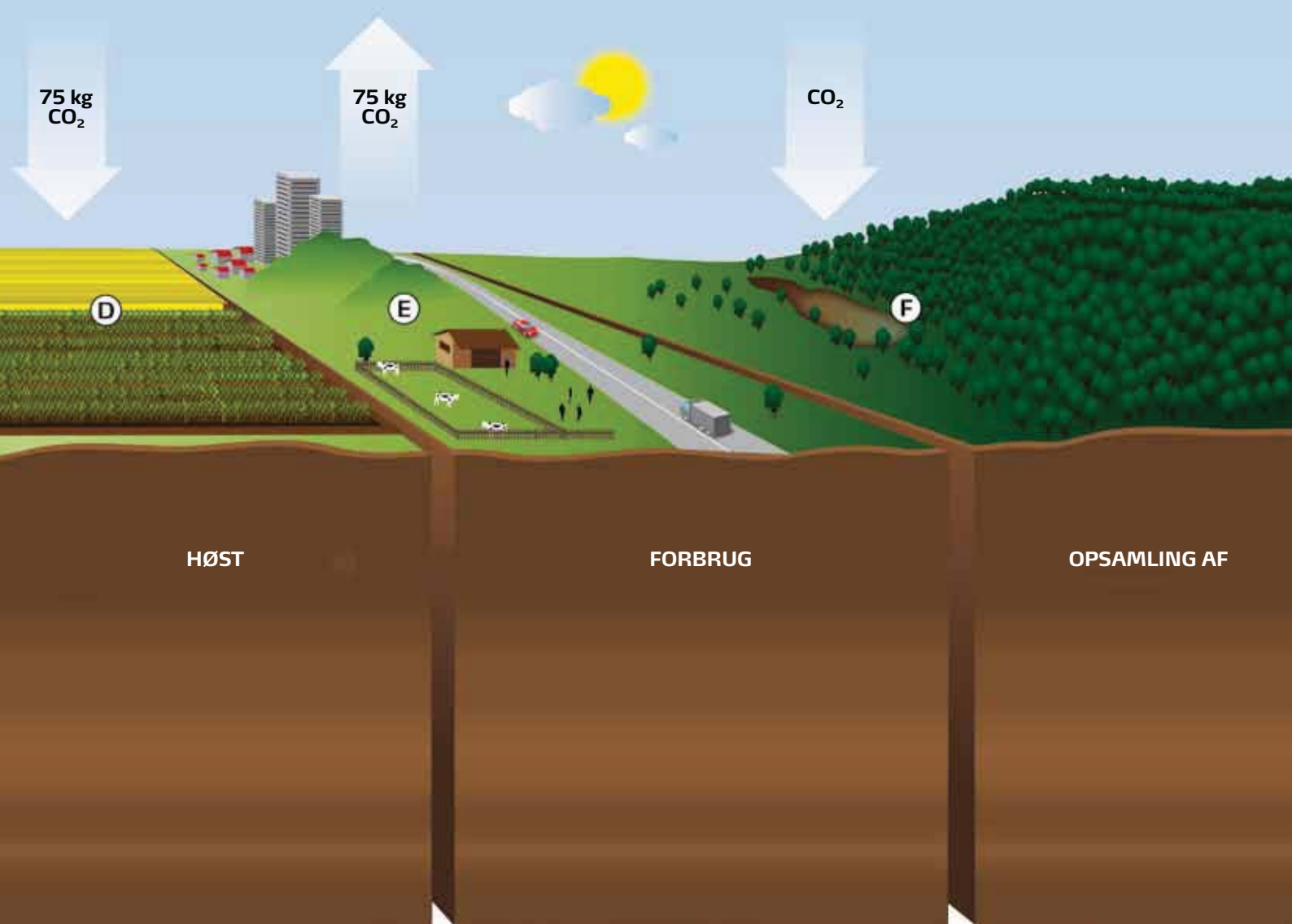
- Optimer effektiviteten af bioenergiproduktionen
- Øg produktiviteten i fødevarer- og foderproduktionen, hvilket giver mulighed for udnyttelse af større arealer til bioenergi

F SKOV OG VÅDOMRÅDER

Skov og vådområder lagrer 2-8 gange så meget CO₂ som opdyrkede arealer. Ændringer i arealanvendelse, primært på grund af afbrænding af tropeskove, er en stor kilde til udledning af CO₂, idet de tegner sig for 20 % af den menneskeskabte udledning af CO₂. Beskyttelse af tropeskove og nordlige skovområder er det vigtigste bidrag til at bremse den globale opvarmning. Intensivt landbrug reducerer presset for yderligere ændringer på arealanvendelsen.

REDUKTIONSMULIGHED:

- Beskyt tropiske skove og vådområder
- Genplant og genopret arealer til oprindelige vådområder
- Gød skove for at øge den langsigtede opsamling af CO₂
- Øg produktiviteten på eksisterende landbrugsjord for at undgå yderligere ændringer i arealanvendelse



Yara nedbringer udledningen af CO₂

Carbon Footprint Garanti

- Yara har forpligtet sig til at fremlægge oplysninger om sin CO₂-udledning. Derved bliver landmænd, grovarehandlen og rådgivningstjenesten samt andre parter inden for landbruget i stand til at træffe beslutninger ud fra miljømæssige overvejelser og således minimere landbrugets klimapåvirkning.
- Yara garanterer, at Carbon Footprint Garantien for gødning, som produceres af Yara og sælges i Danmark, Finland, Norge og Sverige, ligger under 4 kg CO₂-ækvivalenter pr. kg N. Dette gælder fra 1. januar 2010. Garantien omfatter udledning af drivhusgasser fra produktion af indholdet i kvælstofgødninger produceret på Yaras fabrikker samt udledninger i forbindelse med produktionen af råvarer (ammoniakproduktion) på leverandørernes fabrikker.
- Yaras garanti imødekommer svensk fødevarerindustri klimamærkning af fødevarer. Yara støtter en international gennemførelse af dette initiativ.
- Yaras carbon footprint er verificeret af en uafhængig tredjepart, Det Norske Veritas (DNV).
- Yara har udviklet og implementeret katalysatorteknologi med det formål at reducere udledningen af drivhusgasser fra produktionen af salpetersyre. Denne teknologi anses for den bedst tilgængelige teknologi (BAT), defineret i EU's IPPC-direktiv (Integrated Pollution Prevention and Control).
- Yara tilbyder katalysatorteknologien til andre gødningsproducenter verden over.
- Yaras fabrikker er certificerede iht. ISO 9001 (kvalitetsledelse) og ISO 14001 (miljøstyring) af DNV og er desuden certificerede af SGS (Société Générale de Surveillance) med det formål at leve op til europæisk gødningsindustri (EFMA) program for produkthåndtering (Product Stewardship).
- Yara deler sin viden om plantenæringsstoffer og bedste agronomiske praksis med alle indenfor landbrugssektoren med det formål at optimere brugen af handelsgødning og reducere negativ påvirkning på miljø og klima fra landbruget.





Knowledge grows

For yderligere oplysninger kontakt:
Yara Danmark Gødning A/S
Kastelsvej 5
DK-7000 Fredericia
Tlf: 79 22 33 66
www.yara.dk

Litteratur

- [ref. 1] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003): World Agriculture towards 2015/2030. An FAO Perspective. Ed. Jelle Bruinsma, Earthscan Publications Ltd, London, UK.
- [ref. 2] Erisman J.W., M.A. Sutton, J. Galloway, Z. Klimont, W. Winiwarter (2008): How a century of ammonia synthesis has changed the world. Nature Geoscience 1: 636-639.
- [ref. 3] Fertilizers, Climate Change and Enhancing Agricultural Productivity Sustainably. IFA (2009).
- [ref. 4] IPPC Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Ammonia, Acids and Fertilizers, EU Commission, August 2007.
- [ref. 5] Energy Efficiency and CO₂ Benchmarking of European Ammonia Plants - Operating Period 2007-08, Plant Surveys International Inc, December 2009.
- [ref. 6] Methodology for calculating the carbon footprint of AN-based fertilizers (2010), www.yara.com
- [ref. 7] Climate labeling for food (2009), www.klimatmarkningen.se/in-english/
- [ref. 8] Agri Con GmbH (2010), www.agricon.de
- [ref. 9] Brenttrup F., Palliere C. (2008): GHG Emissions and Energy Efficiency in European Nitrogen Fertiliser Production and Use. Proceedings of the International Fertiliser Society 639. York, UK.
- [ref. 10] IPCC (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.
- [ref. 11] Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006): Livestock's long shadow - environmental issues and options. FAO, Rome, Italy.
- [ref. 12] Bellarby J., Foeroid B., Hastings A., Smith P. (2008): Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Greenpeace International, Amsterdam, NL.
- [ref. 13] Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko (2007): Agriculture in Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Om Yara

Yara International ASA er en global virksomhed, der er specialiseret i plantenæringsstoffer og industrielle løsninger. Som verdens største leverandør af mineralsk gødning bidrager Yara til at producere fødevarer og vedvarende energi til en voksende verdensbefolkning. Vores produkter bruges også til rensning af luften og eliminering af giftige gasser. Virksomheden ligger i Oslo og har omkring 8.000 ansatte og aktiviteter i mere end 50 lande.

