

Notat

Bruk av metoden N2 Applied i konvensjonelt og økologisk landbruk

Grete Lene Serikstad, NORSØK, 2021

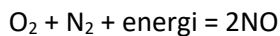
Innledning

N2 Applied kan være en interessant metode for lokal produksjon av nitrogengjødsel.

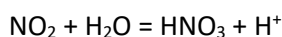
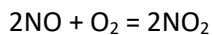
- Lokal gjødselproduksjon med luft og elektrisk strøm
- Nitrogen fra lufta tilsettes den flytende organiske gjødsla og øker N-innholdet i sluttproduktet
- pH i gjødsla reduseres, og surgjøringa reduserer ammoniumtapet til luft fra den flytende gjødsla
- Reduserer denne prosessen også metan- og lystgassutslippene på gårdsnivå?
- Kan metoden øke utnyttinga av nitrogen i husdyrgjødsla?

Metoden er også aktuell for behandling av biorest fra biogassanlegg. Dette vil ikke bli diskutert i dette notatet.

Kjemisk reaksjon

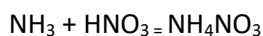


Til denne prosessen trengs det en temperatur mellom 2 700 og 4 700 °C.



pH reduseres

I gjødsel med ammoniakk dannes ammoniumnitrat:



Bruk i konvensjonelt landbruk

N2 Applied kan være et alternativ til innkjøpt kunstgjødselnitrogen i konvensjonelt landbruk, og for å bedre utnyttinga av nitrogenet i husdyrgjødsla. Det er imidlertid mye vi ennå ikke vet om prosessen og effektene av den. Det er derfor behov for å vurdere ulike sider av prosessen også her før grønt lys/positiv holdning til bruk i *konvensjonelt* landbruk:

- Strømforsbruk og total kostnad per kg nitrogen
- Tap av lystgass i prosessen. Yara garanterer for utslipp av maksimum 3,6 kg CO₂-ekvivalenter per kg N framstilt i sin Klimagaranti for kunstgjødsel framstilling. Mesteparten av dette er lystgassutslipp.
- N-tap over tid ved handtering/spredning/bruk av gjødsel med forhøyet N-innhold

- Veier redusert tap av N fra husdyrgjødsel og høyere N-innhold opp for kostnader og merarbeid?

Ifølge Nylund & Ingels (2019) trengs det 30 kWh per kg $\text{NO}_x\text{-N}$ i framstillingen. Kapuinen (2020) oppgir forbruk av energi i ulike undersøkelser, hvor 55,6 kWh per kg nitrogen oppgis som den laveste energimengden. Det vil produseres en god del spillvarme i prosessen, som kan brukes til oppvarming av f.eks drivhus. Med bedre utnytting av nitrogenet i husdyrgjødsel og høyere N-innhold i produktet kan det bli bedre avlinger og dermed mindre behov for innkjøpt nitrogengjødsel.

Bruk i økologisk landbruk

I tillegg til spørsmålene ovenfor bringer spørsmålet om dette er aktuelt for bruk i økologisk landbruk inn et annet, avgjørende moment:

Opprinnelsen til nitrogenet som tilføres prosessen – N_2 i gassform fra lufta

Prinsipielt er denne prosessen en kunstgjødselabrikk i miniatyr – det var slik mineralsk nitrogen ble framstilt tidligere. Det er den samme prosessen som skjer når det lyner. Bruk av nitrogengass fra lufta er en viktig årsak til at mineralsk nitrogen i kunstgjødsel ikke er tillatt brukt i økologisk landbruk.

Luftas nitrogen er inert (N_2), i motsetning til reaktivt eller biologisk aktivt nitrogen (NH_3 , N_2O , NO_3 osv.). En illustrasjon på det er at det går helt fint for oss å puste inn luft med 78 % nitrogen, mens vi kan dø av å puste inn luft med nitrøse gasser ved langt lavere konsentrasjon.

I N_2 Applied-prosessen er poenget å omdanne nitrogenet til reaktivt N, slik at plantene kan nyttiggjøre seg det.

Med tanke på kretsløp av næringsstoffer kan prosessen med å bruke inert N prinsipielt sammenlignes med bruk av fossilt karbon. Så lenge karbonet fins i Nordsjøen eller under sanden i Midt-Østen i form av olje (tilsvarende med kull) er det «inert», det kommer ikke inn i karbonkretsløpet i jord/planter/luft osv. Vi vet etter hvert mye om hva det medfører av uheldige konsekvenser å hente opp oljen/kullet og omdanne karbonet til CO_2 og andre karbonforbindelser.

Etter hvert har vi også fått en del kunnskap om hvilke uheldige konsekvenser det kan ha når mengden biologisk aktivt nitrogen øker. Det er særlig kunstgjødselnitrogen som bidrar til dette, men også andre menneskeskapte prosesser, som forbrenning av fossilt drivstoff. Rockström m.fl. (2009) påpekte at naturens tålegrense er overskredet mht. biologisk aktivt nitrogen, se figuren nedenfor. Dette har seinere blitt stadfestet av Steffen m.fl. (2015), som hevder at ubalansen i nitrogenkretsløpet er den mest alvorlige faktoren når planetens fargrensener vurderes. Dette har gått raskere enn for karbondioksid og global oppvarming, hvor den industrielle revolusjon startet prosessen for flere hundre år siden, mens kunstgjødsel-produksjon startet for om lag 100 år siden. Dessuten har det meste av kunstgjødselnitrogenet blitt produsert de siste 50 årene, og med stadig stigende årlige mengder.

Naturens eget kretsløp sørger for å omdanne biologisk aktivt nitrogen til inert nitrogen i luft ved hjelp av bakterier. Naturen har også sørget for mekanismer den andre veien, fra inert til reaktivt: lyn og biologisk nitrogenfiksering vha. bla. *Rhizobium*-bakterier og noen blågrønnalger. Belgvekster fikserer nitrogen ved hjelp av *Rhizobium*-bakterier, så når vi mennesker dyrker bønner, erter, kløver og vikke påvirker vi også nitrogenkretsløpet, men i langt mindre skala enn ved kunstgjødselproduksjon.

Verdiene varierer noe i ulike publikasjoner, men størrelsesorden på fiksering av nitrogen ved de ulike prosessene kan angis slik, i millioner tonn per år (Fowler m.fl. 2013):

Naturlig biologisk N-fiksering i jord: 58

Lyn: 5

Naturlig biologisk N-fiksering i hav: 140

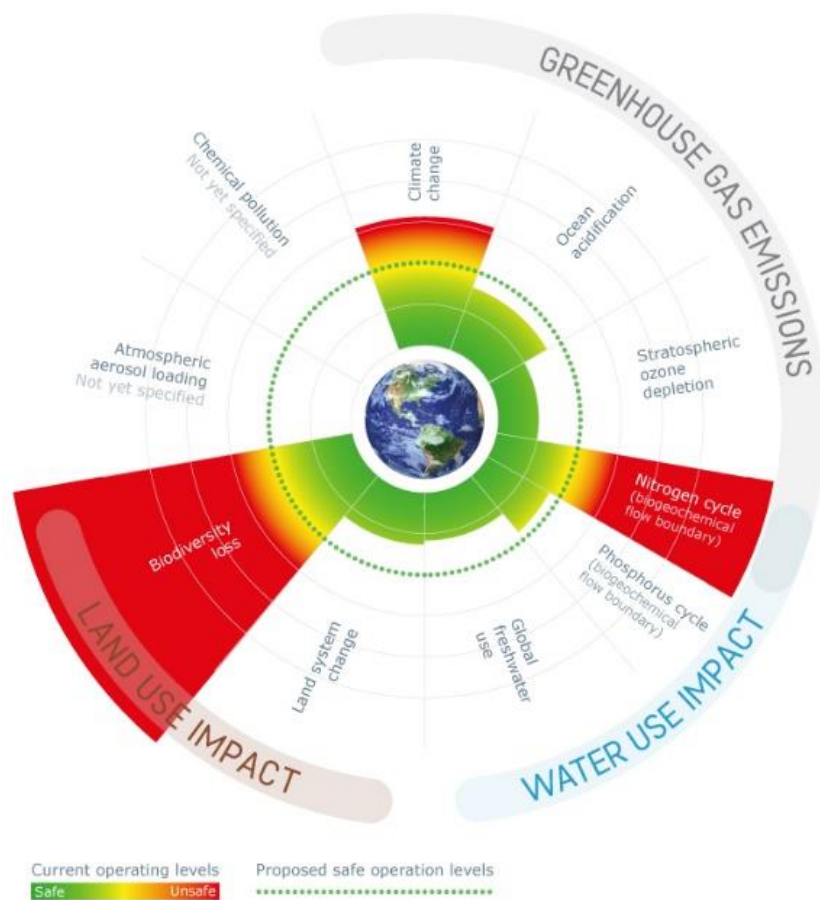
Menneskeskapt prosesser kommer på toppen av dette og bidrar til ubalanse, noe som medfører en kaskade av effekter, bla. eutrofiering i vassdrag og hav, døde soner med lavt oksygeninnhold i havene, gjengroing og tap av biologisk mangfold på land, nitrat i drikkevann, lystgassutslipp og andre uønskete effekter (Erisman m.fl. 2015):

Forbrenning: 30

Biologisk N-fiksering i jordbruket: 60

Kunstgjødselproduksjon: 120

Oversikt over ulike miljøfaktorer og hvilken status de har mht. naturens tålegrense (prikket grønn linje). Tap av biologisk mangfold, ubalanse i nitrogenkretsløpet og klimaendringer har passert denne grensa. Etter Rockström m.fl. (2009).



Hvorfor er mineralisk N-gjødsel ikke tillatt i økologisk landbruk?

Hvis gjødsel framstilt med N₂ Applied-metoden blir godkjent til bruk i økologisk drift, vil det raskt komme spørsmål om hvorfor kunstgjødsel-N er forbudt i økologisk landbruk.

Spørsmålet om å tillate metoden N₂ Applied eller ikke aktualiserer derfor argumentasjonen for hvorfor lettløselig, mineralisk nitrogengjødsel er forbudt i økologisk landbruk. Nedenfor er noen aktuelle problemstillinger nevnt.

Mineralisk og lettløselig nitrogengjødsel ble vurdert som uaktuelt i økologisk landbruk lenge før problematikken om balansen mellom inaktivt og biologisk aktivt nitrogen ble aktuell. Sentralt den gangen var effekten slik gjødsel hadde på jorda og jordlivet, og i neste omgang plantene. Mye av disse innvendingene har blitt videreført i samband med de negative effektene av store mengder nitrogen på jord, jordliv, plantehelse og mulige negative miljøeffekter.

Mineralisk opprinnelse

Forbudet mot bruk av kunstgjødselnitrogen i økologisk landbruk kom lenge før konsekvensene av og årsakene til klimagassutslipp var kjent, det samme gjaldt i stor grad for effekter av overgjødning i jord og vann. Den gangen var det den lettløselige, mineralske formen på nitrogenet som var uønsket. Det var viktig at nitrogenet i gjødsla var i organisk form, og dermed ble tilsatt sammen med karbon og andre næringsstoffer, og med langsom gjødseleffekt. Det ble lagt vekt på betydningen av dette både for plantene og livet i jorda. Det betyr at det ikke er virkestoffet alene som har betydning, men i hvilken sammenheng driftsmiddelet står i; opprinnelse, bearbeidingsform, om de understøtter biologisk mangfold osv., i tillegg til «føre var»-tanken.

Mht. mineralisk opprinnelse er det ingen forskjell på om N₂ tas fra lufta på gården eller ved en kunstgjødselfabrikk.

Biologisk nitrogenbinding

Økologisk landbruk er helt avhengig av belgvekstenes evne til å samle nitrogen ved hjelp av Rhizobium-bakterier i knoller på røttene. Bakteriene bruker også inaktiv nitrogengass som råstoff. Det er vist at denne prosessen ikke medfører tap av lystgass, i motsetning til ved kunstgjødselframstilling (Rochette & Janzen 2005, Carter & Ambus 2006).

En annen viktig forskjell er den fysiske og biologiske mulige mengden nitrogengass belgvekstene kan benytte i prosessen, på globalt nivå. De samme begrensningene fins i liten grad ved fabrikkframstilling. Sjøl om naturen har framskaffet et genialt nitrogenkretsløp, hvor biologisk N-fiksering er en nødvendig del, rettfærdiggjør ikke det at vi mennesker skal etterligne metoden og produsere nærmest ubegrensede mengder av biologisk aktivt N. En tilsvarende økning i mengdene i de andre delene av kretsløpet – fra biologisk aktivt N tilbake til N₂ – ville i tilfelle være første steg i riktig retning, noe som per i dag ikke er tilfelle.

Innkjøpt driftsmiddel

Det er et mål om at en økologisk gård skal bruke lokale ressurser i størst mulig grad. Slik det er mulig å drive økologisk i dag er det imidlertid nødvendig å kjøpe/skaffe en god del driftsmidler inn til drifta.

I motsetning til N fra kunstgjødsel kan N som tilføres gjennom N₂Applied skaffes lokalt fra lufta og uten direkte driftskostnader hvis det er fra egen strømproduksjon.

For N₂ Applied er både egen strømproduksjon fra fornybare kilder som sol/vann eller kjøpt strøm aktuelt. Dette er positivt i seg sjøl, men kan ikke benyttes som argumenter for å tillate metoden i

økologisk drift. Da måtte også skillet mellom betaling/gratis, dvs. importert/egen produksjon brukes som godkjenningkriterium, noe som ville være svært vanskelig å fastsette regler for.

Avslutning

For bruk både i konvensjonelt og økologisk landbruk gjelder at kunnskapen om kortsiktige og langsiktige effekter av metoden N2 Applied ikke er tilstrekkelig per i dag. Om metoden er aktuell for konvensjonelt landbruk må vurderes ut fra svarene på spørsmålene i innledningen. I tillegg bør kostnader ved montering og produksjon/drift/vedlikehold av anlegget vurderes. Massen må dessuten separeres på forhånd for å få rett konsistens, og ekstra lagringstank for ferdig masse er nødvendig. Det foregår en del FoU på ulike aspekter ved metoden, i Norge og i andre land, bla. prosjektet «Plasma activation of digestates, an industrial project with N2applied», hvor NMBU deltar. Se også litteraturlista nedenfor.

Finnish Food Authority – tilsvarende Mattilsynet i Norge – har tillatt bruk av gjødsel fra N2 Applied i økologisk landbruk. Deres argument for dette:

- Ved behandling av et gjødselprodukt som er godkjent i økologisk landbruk kan det behandlede gjødselproduktet også godkjennes, forutsatt at behandlingen ikke endrer typebetegnelsen (*eng. designation type*)
- Plasmaprosessen i N2 Applied endrer ikke typebetegnelsen på gjødselproduktet

Imidlertid er ikke metoden i praktisk bruk på økologiske gårder i Finland per i dag. Dette fordi spillvarmen ikke benyttes, noe som gjør at prosessen ikke er økonomisk lønnsom (P. Kapuinen pers. med.).

For økologisk landbruk bør en ta utgangspunkt i de fire internasjonale prinsippene for økologisk landbruk, utarbeidet og vedtatt av IFOAM Organics International, når nye driftsmidler og metoder for framstilling av disse skal vurderes. Prinsippene omfatter helse, økologi, rettferd og varsomhet. Ut fra framstillingen foran kan det konkluderes med at N2 Applied ikke er i tråd med disse prinsippene.

Økologi

Økologisk landbruk skal bygge på levende økologiske systemer og kretsløp, arbeide med dem, etterligne dem og hjelpe til å bevare dem.

Helse

Økologisk landbruk skal opprettholde og fremme helsa til jord, planter, dyr, mennesker og jordkloden som en udelelig helhet.

Rettferdighet

Økologisk landbruk skal bygge på relasjoner som sikrer rettferdighet når det gjelder vårt felles miljø og mulighet for livsutfoldelse.

Varsomhet

Økologisk landbruk skal drives på en ansvarlig og varsom måte for å ta vare på miljøet og beskytte helse og velvære for nåværende og fremtidige generasjoner.

Aktuell litteratur

Carter, M.S. & P. Ambus 2006. Biologically Fixed N₂ as a source for N₂O production in a grass-clover mixture, measured by N-15(2). *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 74, 13–26

Cottis, T. 2021. Fargo 2020-2022. Field trials in grass and grain. N₂ Applied Webinar 28.1.2021, Høgskolen Innlandet

Erisman, J.W. m.fl. 2015. Nitrogen: too much of a vital resource. *Science Brief*. WWF Netherlands.

Fowler, D. m.fl. 2013. The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Phil. Trans. R. Soc. B* 368: 20130164. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0164>

Graves, D.B., L.B. Bakken, M.B. Jensen & R. Ingels 2019. *Plasma Activated Organic Fertilizer*. *Plasma Chemistry and Plasma Processing* 39, s. 1-19 (2019)

Higgins, S. N₂ Applied Agronomic Trial 2020 Northern Ireland. N₂ Applied Webinar 28.1.2021

Jensen, E.S. m. fl. 2012. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32 (2), s. 329-364

Kapuinen, P. Smart Nitrogen Farming goes Organic - Smart N Organic. Research Seminar of FORI, 23.11.2020

Lawson, D. 2021. Trials on NEO treated slurry. N₂ Applied Webinar 28.1.2021

Nylund, M. & R. Ingels 2019. Factsheet Global Warming LCA. N₂ Applied

Rochette, P. & H.H. Janzen 2005. Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 73, 171–179

Rockström, J. m.fl. 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472-475

Rollett, A. & J. Williams 2021. Winter wheat. Yield and nitrogen use efficiency of plasma-treated digestate. N₂ Applied Webinar 28.1.2021

Steffen, W. m.fl. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347 (6223), 1259855

Tian, H. m.fl. 2020. A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature* 586, s. 248-256 <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2780-0>

Faktaark fra N₂ Applied:

- Introduction from N₂ Applied
- N₂ Applied Technology Description
- Comparison of Plasma enrichment with other methods
- Combining profitability and sustainability
- The Application of Nitrogen Enriched Organic Fertiliser (NEO)