



Flex Fertilizer System ApS
CVR-nr. 36080760

Erhverv
J.nr. 2019 - 15917
Ref. MABAB/MADMO
Den 7. juli 2022

Afgørelse om forlængelse af midlertidig dispensation

Miljøstyrelsen (MST) meddeler hermed forlængelse af midlertidig dispensation til, at jordbrugsvirksomheder kan anvende flydende kunstgødning fra virksomheden Flex Fertilizer System ApS, CVR-nr. 36080760 (Flex Fertilizer), uden anvendelse af ureaseinhibitor og uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning på følgende på vilkår:

1. Dispensationen er midlertidig, og den **gælder fra 1. august 2022 indtil den 1. maj 2023**.
2. Brugere skal følge de af Flex Fertilizer anviste retningslinjer ved anvendelse af gødningsprodukterne.
3. Basis-gødninger til jorden skal have surhedsgrad på pH 3 eller lavere.
4. Alternativt til ovenstående vilkår 3 skal anvendes andre ureaseinhibitorer, som anvist af Flex Fertilizer, som f.eks. borsyre, hvor det er relevant for gødskningsplanen.
5. Bedrifter skal kunne dokumentere de anvendte gødningers pH eller brug af andre ureaseinhibitorer, samt at den af Flex Fertilizer anbefalede mængde ureaseinhibitor er tilsat.
6. Flex Fertilizer skal til brug for at dokumentere virkningen af vilkår 3 og 4 **inden den 1. februar 2023** indsende følgende dokumentation til MST:
 - Kontrakt med et kvalificeret testinstitut om at udføre mark- eller laboratorieforsøg til belysning af ammoniakfordampningen, og
 - Et forslag til en testplan, som skal godkendes af MST. Undersøgelserne skal enten:
 - leve op til godkendelseskravene i VERA-protokollen for teknologier til reduktion af ammoniakfordampning fra udbragt gødning (bilag 1), som dog kan fraviges ved anvendelse af vindtunneller til måling af ammoniak til test af effekt af en behandling, eller

- foretages ved forsøg i uafhængigt laboratorium, hvor den relative ammoniakreducerende effekt sammenlignet med en ureagødning tilsat en ureaseinhibitor kan påvises.

Indtil den 1. august 2022 gælder den hidtidige forlængelse af dispensation af 13. juli 2021 til den 1. august 2022.

Retsgrundlag

Dispensation er forlænget i medfør af bekendtgørelse nr. 1551 af 2. juli 2021 om anvendelse af gødning (gødningsanvendelsesbekendtgørelsens) § 8, stk. 5.

§ 8. Udbringning af diammoniumsulfat (svovlsur ammoniak) uden for perioden 1. februar til 1. april og udbringning af kunstgødning, som indeholder ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof), skal ske ved nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, jf. dog stk. 2.

Stk. 2. Udbringning af ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) kan ske uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, såfremt der er tilsat den af ureaseinhibitorproducenten anbefalede mængde ureaseinhibitor, eller gødningen højst indeholder 6 pct. kvælstof.

Stk. 3. Bedrifter, der uden for perioden 1. februar til 1. april udbringer kunstgødning, uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, skal kunne dokumentere, at gødningen ikke indeholder diammoniumsulfat (svovlsur ammoniak).

Stk. 4. Bedrifter, der udbringer ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, skal kunne dokumentere, at den af producenten anbefalede mængde ureaseinhibitor er tilsat, eller at gødningen højst indeholder 6 pct. kvælstof.

Stk. 5. Miljøstyrelsen kan efter ansøgning fra virksomheder, der sælger flydende kunstgødning, dispensere til at bedrifter kan anvende andre metoder til reduktion af ammoniakemissionen end de, der fremgår af stk. 2-4. Miljøstyrelsen kan i dispensationen til virksomheden fastsætte vilkår, herunder om tilvejebringelse af dokumentation for den ammoniakreducerende effekt inden for en fastsat tidsfrist, og vilkår, som de bedrifter, der anvender gødningen, skal overholde. Ansøgning om dispensation skal være indgivet senest den 1. januar 2020. Miljøstyrelsen kan forlænge en dispensation og ændre i vilkårene, herunder ophæve eksisterende vilkår og fastsætte nye vilkår.

Sagsfremstilling

MST modtog en 26. juli 2019 en ansøgning fra Flex Fertilizer, om dispensation fra reglerne i daværende husdyrgødningsbekendtgørelses § 27, stk. 12-14.

Til ansøgningen havde Flex Fertilizer vedlagt egne udførte studier til påvisning af ammoniakreducerende effekt.

MST modtog den 17. januar 2020 svar fra Aarhus Universitet (AU) om, at Flex Fertilizer egne udførte studier til påvisning af ammoniakreducerende effekt ikke kan benyttes ved en vurdering af, hvor meget produkterne eventuelt vil reducere ammoniakfordampningen ved brug i praksis.

MST gav Flex Fertilizer en midlertidig dispensation den 30. januar 2020, til at bedrifter kunne anvende flydende kunstgødning fra virksomheden Flex Fertilizer uden anvendelse af ureaseinhibitor og uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning på følgende på vilkår:

1. Dispensationen var midlertidig og gjaldt indtil den 1. august 2020.
2. Brugere skulle følge de af Flex Fertilizer anviste retningslinjer ved anvendelse af gødningsprodukterne.
3. Bladgødningers surhedsgrad skulle være pH 5 eller lavere.
4. Basis-gødninger til jorden skulle have surhedsgrad på pH 3 eller lavere.
5. Alternativt til ovenstående vilkår 3 og 4 skulle anvendes andre ureaseinhibitorer, som anvist af Flex Fertilizer, som f.eks. borsyre, hvor det var relevant for gødskningsplanen.
6. Bedrifter skulle kunne dokumentere de anvendte gødningers pH eller brug af andre ureaseinhibitorer, samt at den af Flex Fertilizer anbefalede mængde ureaseinhibitor var tilsat.

Det fremgår videre af dispensationen, at MST forventede at kunne forlænge den midlertidige dispensation og supplere med vilkår, som fastlægger, hvordan virksomheden tilvejebringer dokumentation for den ammoniakreducerende effekt samt med en tidsfrist herfor.

MST har forlænget den midlertidige dispensationen ad flere omgange. Første gang den 10. juli 2020 til den 1. november 2020 og anden gang den 30. oktober 2020 til den 1. august 2021, idet MST stadig var i korrespondance med AU ift. endelige vilkår. Dispensationen blev yderligere forlænget tredje gang den 13. juli 2021 til den 1. august 2022, idet FVM igangsatte et arbejde sammen med MST og andre relevante myndigheder, forskningsinstitutioner og øvrige parter med henblik på at tilvejebringe et fagligt grundlag, der kunne skabe rammerne for forslag til indretning af regler for anvendelse af kunstgødninger med potentiel høj ammoniakemission, som sikrer de overordnede miljømæssige hensyn i forhold til at hindre ammoniakfordampning ud fra ensartede karakteristika på forskellige gødningsprodukter.

MST forlængede derfor dispensationen af 30. januar 2020, så den gælder indtil 1. august 2022.

Dispensationen af 30. januar 2020 er vedlagt som bilag 2.

MST har den 19. december 2019 anmodet AU om oplysninger om, hvordan en effekt af det nuværende vilkår 3 og 4 kan dokumenteres. AU anbefalede i svar af 16. juni 2020¹ (**vedlagt som bilag 3**), at der for at få et validt udtryk for behandlingen skal gennemføres markforsøg med produkterne. Resultaterne af disse skal indgå i vurderingen af, om fordampningen er lav som ved anvendelse af standard ureagødninger udbragt efter reglerne i gødningsanvendelsesbekendtgørelsen. Det blev anbefalet, at der skal gennemføres et studie, som lever op til godkendelseskravene i den såkaldte VERA-protokol for teknologier til reduktion af ammoniakfordampning fra udbragt gødning.

AU finder, at vindtunnelteknologien vil være en billig test, som giver retvisende resultater. Det kan nævnes, at der i VERA-undergruppen for måling af ammoniakfordampning fra udbragt husdyrgødning (<https://www.vera-verification.eu/test-protocols>) er konsensus om, at vindtunneler kan anvendes til test af effekt af en behandling.

Fødevarerministeriet (FVM) bestilte den 27. januar 2022 Aarhus Universitet DCA til at lave et notat om forsuring af ureabaserede gødninger med ønsker om at undersøge reduktionspotentialerne for alternative udbringningsteknikker af svovlsur ammoniak og ureabaserede kvælstofforbindelser – herunder om forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstofforbindelser er en mulighed. Formålet med bestillingen var at vurdere, om forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstof-gødninger til pH 1 ville kunne sikre et tilstrækkeligt lavt pH niveau, således at ammoniakemissionen reduceres væsentligt. Notatet blev leveret den 14. februar 2022. Notatet er af FVM fremsendt til Flex Fertilizer den 22. marts 2022 og vedlagt som bilag 4.

Notatet konkluderer, at den foreslåede tilsætning af syre langt fra vil være tilstrækkelig til at hindre en betydelig pH-stigning i jorden, men det kan forventes, at der under nogle forhold kan ske en vis reduktion af ammoniaktab ved en forsuring af ureagødning pga. en forsinkelse af hydrolysen. I gennemsnit forventes reduktionen i ammoniaktab at være beskedent. Det vil kræve et meget omfattende forsøgsarbejde at kvantificere en gennemsnitlig effekt af forsuring af ureabaseret gødning på ammoniaktab under markforhold, idet effekten fremkommer i et samspil med mange betydende faktorer.

FVM har ikke modtaget ønsker fra andre gødningsvirksomheder i forhold til at måtte benytte forsuring af kunstgødning eller borsyre som inhibitor.

I den nye gødningsanvendelsesbekendtgørelse, der træder i kraft den 1. august 2022, jf. bekendtgørelse nr. 1102 af 29. juni 2022 om jordbrugsvirksomheders

¹ Bilag 3 Besvarelse_ test af Flex Fertilizer System150620 Levering af Del 2 på bestillingen: ”Bestilling via forskningsbanken nr. 3.31 rådgivningsbistand til Miljøstyrelsen under Arbejdsprogram for ydelsesaftale AU planteproduktion 2020” 15. juni 2020

anvendelse af gødning indgår som ny § 8, stk. 1, nr. 3, en ny bestemmelse om bladgødskning. Efter bestemmelsen bliver det muligt som ny ammoniakreducerende teknik, under de i bekendtgørelsens anførte betingelser, at udbringe kunstgødning, som indeholder ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) via bladgødskning.

Udkast til afgørelse har været sendt til partshøring til Flex Fertilizer i perioden 20. juni 2022 til 4. juli 2022. MST modtog høringssvar fra Flex Fertilizer den. 27. juni 2022.

I høringssvaret kommenterer Flex Fertilizer på notatet fra AU af 14. februar 2022 og på MST's udkast til dispensation. Endeligt indeholder høringssvaret et forslag til en alternativ tilgang til test og dokumentation.

I høringssvaret anfører Flex Fertilizer, at antagelser for udbringning, som notatet fra AU af 14. februar 2022 beror på, er fejlagtige.

Som kommentar til udkastet til dispensation bemærker Flex Fertilizer, at det vil være en stor omkostning for virksomheden at teste efter VERA-protokollen i forhold til virksomhedens omsætning. Det oplyses også, at omkostningerne ved krav om at anvende et kvalificeret testinstitut betragtes som en potentiel fratagelse af Flex Fertilizers dispensation. Flex Fertilizer oplyser, at virksomhedens andel af det samlede danske kunstgødningsmarked er under 1 pct.

Flex Fertilizer stiller desuden spørgsmål til testprotokollens anvendelighed i forhold til at opnå relevante resultater.

Endeligt oplyser Flex Fertilizer, at virksomheden selv har lavet omfattende målinger, og der stilles spørgsmål til, hvorfor disse ikke kan anvendes som dokumentation for effekten.

Den 1. juli 2022 holdt MST, FVM, AU og Flex Fertilizer et møde, hvor Flex Fertilizers indsendte høringssvar blev drøftet. Herunder hvorledes man kan opnå tilstrækkelig dokumentation for den ammoniakreducerende effekt ved forsuring af urea som alternativ til tilsætning af inhibitor.

MST oplyste på mødet, at formålet med undersøgelserne er at sikre, at Flex Fertilizers metoder er mindst lige så effektive som fx anvendelse af tilsætning af ureaseinhibitor. FVM oplyste, at det derfor er tilstrækkeligt, at den relative effekt påvises, hvor Flex Fertilizers produkt og metode sammenlignes med, hvor meget ammoniak der fordampes, når der er tilsat den af ureaseinhibitorproducenten anbefalede mængde ureaseinhibitor til ureagødning. AU oplyste på mødet, at der som alternativ til markforsøg kan laves et laboratorieforsøg, hvor den relative effekt påvises. AU understregede, at det er afgørende, at der anvendes et uafhængigt testinstitut, idet forsøg udført af virksomheden selv ikke er uafhængige.

Begrundelse

Bladgødskning (udgår)

Det hidtidige vilkår 3 giver mulighed for at bladgødske uden at tilsætte ureaseinhibitor, uden nedfældning, uden nedbringning inden 4 timer eller uden placering i forbindelse med såning.

Den 1. august 2022 træder en regel i kraft i gødningsanvendelsesbekendtgørelsen, som gør det muligt at bladgødske med amidkvælstof under de i bekendtgørelsen anførte betingelser.

Der er dermed med de generelle regler på området taget højde for denne særlige udbringningsmetode, som hidtil har været muligt for Flex Fertilizer via dispensationen. Da der er fastsat generelle regler for bladgødskning, vurderer MST, at der ikke længere er behov for vilkår om dette, og vilkåret fjernes derfor.

Forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstofforbindelser (vilkår 3)

I gennemsnit forventes reduktionen i ammoniaktab at være beskedent. Det fremgår af oplysninger i notat af 14. februar 2022 af AU om alternative udbringningsteknikker af svovlsur ammoniak og ureabaserede kvælstofforbindelser, herunder om forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstofforbindelser.

Det vil kræve et meget omfattende forsøgsarbejde at kvantificere en gennemsnitlig effekt af forsuring af ureabaseret gødning på ammoniaktab under markforhold, idet effekten fremkommer i et samspil med mange betydende faktorer.

På den baggrund vurderer MST, at det ikke umiddelbart kan konkluderes, at der er en påviselig ammoniakreducerende effekt ved forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstof-gødninger til pH 1 og dermed heller ikke til pH 3, som angivet i vilkår. Samtidig kan det dog ikke afvises, at der kan være en effekt. Det vil kræve omfattende forsøgsarbejde at påvise dette. Dermed finder MST ikke grundlag for fastholde vilkår 3 (Basis-gødninger til jorden skal have surhedsgrad på pH 3 eller lavere) uden, at der samtidig fastsættes en betingelse om, at effekten skal kunne dokumenteres. Den fornødne dokumentation er beskrevet i afsnit om *Dokumentation for effekter*.

Anvendelse af andre ureaseinhibitorer, som f.eks. borsyre (vilkår 4)

Der er som følge af AU's svar af 16. juni 2020 behov for yderligere dokumentation af effekten for Flex Fertilizers produkter på samme niveau som, hvad der kræves for teknologier eller tilsætningsstoffer, der skal godkendes for deres bidrag til reduktion af ammoniaktab fra udbragt husdyrgødning.

MST finder ikke grundlag for at fastholde vilkår 4 (Alternativt til vilkår 3 skal anvendes andre ureaseinhibitorer, som anvist af Flex Fertilizer, som f.eks. borsyre, hvor det er relevant for gødskningsplanen) uden, at der samtidig fastsættes en betingelse om, at effekten skal kunne dokumenteres.

Den fornødne dokumentation er beskrevet i afsnit om *Dokumentation for effekter*.

Dokumentation for effekter (vilkår 6)

Det fremgår af svar af 16. juni 2020 fra AU, at for at få et validt udtryk for behandlingen, skal der gennemføres markforsøg med produkterne, og undersøgelserne skal leve op til godkendelseskravene i den såkaldte VERA-protokol for teknologier til reduktion af ammoniakfordampning fra udbragt gødning. Dog oplyser AU, at protokollen kan fraviges ved vindtunneller, idet disse kan anvendes til test af effekt af en behandling.

Første del af processen med at foretage målinger er, at der skal indgås en kontrakt med et kvalificeret testinstitut, og der skal udarbejdes forslag til en testplan, som skal sendes til godkendelse ved MST. Selve udførelse af undersøgelserne kan tage tid, og der skal være det relevante undersøgelsesudstyr til rådighed.

MST vurderer på baggrund af drøftelser med AU på møde den 1. juli 2022, at som et alternativ til markforsøg med test efter VERA-protokollen, er det en mulighed at udføre laboratorieforsøg, hvor effekten af forsuring af den flydende kunstgødning kan testes relativt op mod effekten af tilsætning af ureaseinhibitor. Det skal nærmere afklares i forbindelse med udarbejdelse af testplan, hvilke relevante gødninger som skal anvendes som reference i forhold til den testede teknik, som anvendes i Flex Fertilizers produkt. MST og FVM kan indgå i en dialog om valg af relevante referencer i den forbindelse.

MST vurderer, at det er relevant at fastsætte en frist for indgåelse af kontrakt med et testinstitut, og at der skitseres forslag til en testplan.

MST vurderer, at en rimelig frist er 6 måneder regnet fra 1. august 2022, dvs. den 1. februar 2023, og der fastsættes derfor vilkår om dette. Fristen for selve dispensationen fastsættes til 1. maj 2023, idet der er behov for en periode på forventet 3 måneder, for at MST kan vurdere forslag til testplan og kontrakt. På baggrund af de indkomne oplysninger forventer MST at fastsætte frist for, hvornår undersøgelserne skal være gennemført.

Høring

Udkast til afgørelse har været sendt til partshøring til Flex Fertilizer i perioden 20. juni 2022 til 4. juli 2022.

MST modtog høringssvar fra Flex Fertilizer den. 27. juni 2022.

Klagevejledning

Afgørelsen kan påklages til FVM's departement. En klage skal sendes til departementet.

Kontaktoplysninger til departementet kan findes på FVM's hjemmeside – www.fvm.dk - under Kontakt.

Domstolsprøvelse

Afgørelse kan indbringes for domstolene. Sagen skal anlægges inden 6 måneder fra meddelelsen eller offentliggørelsen af afgørelsen, altså d. 7. januar 2023, jf. husdyrbruglovens § 90.

På www.domstol.dk findes vejledning om at anlægge en retssag ved domstolene.

Kopi af denne afgørelse er lagt ud på MST's hjemmeside og orienteret om i en nyhed på MST's hjemmeside.

Med venlig hilsen

Mads Mortensen
Miljøstyrelsen

Bilag:

Bilag 1 Land_applied_manure_VERA protocol

Bilag 2 Oprindelig dispensation til anden metode end ureaseinhibitor - midlertidig dispensation 30-01-20

Bilag 3 Besvarelse_ test af Flex Fertilizer System150620
Levering af Del 2 på bestillingen: "Bestilling via forskningsbanken nr. 3.31 rådgivningsbistand til Miljøstyrelsen under Arbejdsprogram for ydelsesaftale AU planteproduktion 2020" 15. juni 2020

Bilag 4 AU svar Forsuring af kvælstofamid og urea 140222



VERIFICATION OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES
FOR AGRICULTURAL PRODUCTION

Test Protocol for Measurement of Gaseous Emissions from Land Applied Manure

**Version 1
2009-12-09**

Test Protocol for Measurement of Gaseous Emissions from Land Applied Manure

Content

Foreword	3
1. Introduction	4
2. Scope	6
3. Terms and definitions	7
4. System description	9
5. Requirements	10
5.1 Requirements for the organisation of the test activities	10
5.2 Requirements for the test facility and the test organization	11
5.3 Test design and sampling strategy	11
5.4 Measurement parameters	17
5.5 Occupational health and safety requirements	18
5.6 Animal welfare	18
6. User manual	19
7. Test reporting and evaluation	20
8. Bibliography	22
Annexes	24
Annex A (informative) Template for a test plan	24
Annex B (informative) Example of a contract	26

Foreword

To meet the environmental challenges within the livestock production new technologies are developed within the EU member states and elsewhere. They are developed for different parts of the livestock production chain and enhance the eco-efficiency by reducing material inputs, emission of pollutants, energy consumption, recover valuable by-products and minimize waste disposal problems. These technologies are here and elsewhere referred to as environmental technologies.

However, central stakeholders, such as farmers and authorities only have limited information on their performance which hampers the diffusion of these environmental technologies in the livestock production. Therefore, the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection, the German Federal Environment Agency and the Danish Ministry of Environment decided in cooperation with experts from Wageningen University & Research Centre in the Netherlands, the German Association for Technology and Structures in Agriculture (KTBL), the German Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries, the German Agricultural Society DLG, University of Hohenheim and Kiel University in Germany, University of Aarhus in Denmark, the Danish Institute for Agro Technology and Food Innovation (AgroTech) and the Danish Pig Production to develop common test-protocols for test and verification of a number of these environmental technologies for livestock production. The work on the different test-protocols was initiated in October 2008. The work on this test protocol for air cleaning technologies was finalised in April 2009.

These standardized test-protocols are designed to test and verify the environmental performance and operational stability of different environmental technologies for livestock production. Basically, the test-protocols can therefore be used to provide reliable and comparable information on the performance of new technologies to farmers, authorities and other stakeholder and thereby prepare the ground for that these technologies to a higher extent are used in meeting the environmental challenges of the livestock production within the EU.

Questions and comments to the test protocols should be sent to

VERA Secretariat
Kollegievej 6
DK-2920 Charlottenlund
Denmark
info@veracent.eu

1. Introduction

The sustainability of livestock production can be improved by stimulating the use of newly developed technology and equipment designed for better ecological, i.e. eco-efficient performance. The eco-efficiency of the production is enhanced by reducing material inputs, emission of pollutants, energy consumption, recover valuable by-products and minimize waste disposal problems. These environmental technologies have been developed or are in development that can be implemented in different parts of the livestock production chain, like techniques to be applied in animal houses or techniques to storage, manure processing or application.

In order to facilitate the diffusion of environmental technologies for agricultural production it is central that these technologies' environmental performance and operational stability is thoroughly tested, making use of test protocols that incorporate the most recent knowledge on measurement methods.

Therefore, in a joint initiative of parties from Denmark, the Netherlands and Germany test protocols have been developed to test and verify different types of environmental technologies for agricultural production.

The objective of this protocol is to specify the test procedure for the eco-efficiency of technology for land application of livestock manure.

In this protocol the technology is defined as:

- System of devices that reduce the contact area between the land-applied manure and the atmospheric air.
- Treatments of manure that may affect emissions from land-applied manure.

Well known systems are trailing hoses, shallow injection, manure incorporation, the use of additives and other treatments.

The environmental pollution parameters focused on in this document are:

- 1) Ammonia (NH₃).
- 2) Odour.

Measurements of the environmental impacts of leaching of nutrients, pathogens, hormones, greenhouse gases, and heavy metals following land application of livestock manure are not included.

Likewise, this test protocol will not include test methods for measuring the spreading evenness of manure application, as test methods related to this topic already have been described by a European standard (EN 13080).

It is important that the scope and performance statements of the international verification system are defined such that its information can be optimally used by different stakeholders in the member states. This implies that the test protocol should provide a broad array of reliable information that can be analyzed and summarized during the verification in such a way that it can be directly or indirectly used by the different national users as widely as possible. However, for reasons of costs and time, test protocols have restrictions in the

number of parameters to be evaluated and applied methods. The starting point in the design of the present test protocol therefore was to create an optimal balance between reliable information that meets the demands of the different users, and costs in terms of time and budgets to carry out the test procedure.

2. Scope

This protocol specifies the measuring systems required for measurement of gaseous emissions of land applied manure as basis for an environmental verification of technologies for land application of livestock manure.

The specified information includes

- a comprehensive description of the technology: working principle, system description, essential operation parameters, user manual;
- the technical performance based on data that are collected during the test period. The protocol specifies requirements for test parameters, measurement methods, sampling strategy, data collection and handling, calculation methods, reporting;
- evaluation parameters to assess the eco-efficiency of the technology;
- an evaluation of operating stability of the technology.

3. Terms and definitions

Ammonia emission

The process by which ammonia gas (NH₃) is released from a solution.

Application rate

Normally refers to the mass (tones) or volume (m³) of manure applied per unit area of land (ha).

Broadcasting

A type of manure spreader that spreads the manure over the whole surface of an area of land.

(Deep) injection in un-cropped land

The application of liquid manure by placement or direct incorporation into the soil. This can be achieved by vertical slots, typically about 150mm deep, cut into the soil by specially designed tines.

Deep injection tines may be fitted with lateral wings to increase the lateral dispersion of slurry into the soil.

To directly incorporate the manure different kinds of tillage implements may be used. Used mainly to reduce emission of ammonia, but do also reduce emission of odour.

Greenhouse gas (GHG)

Gases that contribute to the “greenhouse effect” and global warming. Include in this context carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), and nitrous oxide (N₂O).

Land application

The distribution of manure onto land by any method

Manure

A general term to denote any organic material that supplies organic matter to soils together with plant nutrients.

Shallow Injection

Shallow injection comprises a boom that supports a number of injection devices that cut slots into the soil into which livestock slurry is placed. Is mainly used to reduce ammonia emission, but may also reduce odour emission.

Slurry

A mix of faeces and urine produced by housed livestock which is normally mixed with some bedding material and cleaning water. Livestock slurry can be pumped and normally has a dry matter content between 1 and 10 %.

Solid manure

Manure produced by housed livestock which is normally applied with a large amount of bedding material. Solid manure does not flow under gravity and cannot be pumped. There are several different types of solid manure arising from different types of livestock housing systems.

Spreading evenness

The evenness of manure spreading. Spreading evenness has to be considered both in the transverse of the driving direction and in the longitudinal direction.

Spreading width

The widths of spread by one pass of a manure spreader.

Trailing hose applicator

A type of band spreader used for land application of livestock slurry. It may, for example, comprise a boom that supports a number of hoses that distribute livestock slurry in bands close to the ground e.g. between the rows of a growing crop on cropped land or on top of the grass in case of grassland. Mainly used to reduce ammonia emission, but may also reduce odour emission.

Trailing foot/shoe applicator

A type of band spreader used for land application of livestock slurry. It may, for example, comprise a boom that supports a number of foot- or shoe-shaped devices that distribute livestock slurry in bands on top of the soil moving away the crop or grass avoiding that way placement of manure on top of the crop or grass. Mainly used to reduce ammonia emission, but may also reduce odour emission.

4. System description

The manufacturer is responsible for providing a precise and full system description before the test starts. The system description shall include all relevant and essential information that is needed in order:

- to organize and design the test;
- to enable the farmer to operate, to maintain and to monitor the system properly;
- to on-line monitor the system including key parameters needed for the determination of the uptime/downtime of the system;
- to allow the verification authorities to check the system afterwards.

See table below.

The table has to be completed before the test is initiated.

Table 1. Description of the environmental technology

Manufacturer	Name of company
Model	Model name and number
Description of performance	<ul style="list-style-type: none"> • Reduction of ammonia • Reduction of odour • Other
Type of manure that can be handled by the technology	<ul style="list-style-type: none"> • Eg. solid or liquid manure • Cattle, pig, poultry, or all types of manure • Treated manure, eg. separated, digested or acidified manure types
Description of technology	<ul style="list-style-type: none"> • Shallow injection • Pressurized injection • Acidification • Pre-treatment of manure (describe) • Other
Size and weight of the technology	<ul style="list-style-type: none"> • Weight (kg) • Height (m) • Width (m) (including working width) • Length (m)
Power requirements	<ul style="list-style-type: none"> • kW per ton of manure handled or applied
Treatment of manure (taking place on the applicator)	<ul style="list-style-type: none"> • Eg. use of additives
Use of additives	<ul style="list-style-type: none"> • Type • Amount of additives (kg per m³ of slurry) • Cost of the additive at the time the test is taken (Cost in local currency per volume or weight of applied manure)
Technical drawings	Should be specified on a separate page

5. Requirements

This chapter describes the requirements related to the test of gaseous emissions from land applied manure.

The requirements described include the establishment of a test organisation and a test plan as well as requirements for the test design and sampling strategy.

In addition the chapter describes the measurement parameters to be included in the test and a specification of the methods to be used.

Finally the chapter includes requirements related to the impact of the technology on occupational health and safety as well as animal welfare.

5.1 Requirements for the organisation of the test activities

The test of a new application technology involves various actors:

- The applicant which intent to have a technology tested.
- The test organization which will conduct the required tests of the technology.
- The farmer(s) which own the facilities where the tests are conducted.

Test Plan

It is required that the applicant or test organization writes, in local language, a detailed test plan based on the template in Annex A, and that all questions of the template have to be answered. To reduce the risk that the test results in the end are rejected because they have not been produced in accordance with the test protocols it is advised to confer relevant verification authorities in case of uncertainties about how to prepare the test plan.

The applicant or the test organization can decide whether the test plan shall be handled with confidence. However, in the final test report is has to be specified whether prior tests have been conducted.

Prior to start a full-scale test on application technology an evaluation of the potential risks on normal and potential unintentional use of the product shall be performed in relation to:

- Occupational health and safety.
- External environment.

Full system description of the technology tested

Prior to the test activities starts a full system description of the technology to be tested shall be available, cf. chapter 4. The description shall include detailed instructions for operation, service and maintenance and surveillance.

During the test period

During operation of the system, the applicant/manufacturer of the application technology is responsible for electronic or manual logging of a number of key parameters to ensure the operation of the system. This logging shall include those parameters essential for the calculation of the uptime/downtime of the system, cf. chapter 4.

In the case of operational problems this should be dated and described in the test log-book by the test organization. In addition it should be dated when and how the problem is solved and signed by the farmer and the applicant/manufacturer when repairs have been finalised.

The farmer must also record the time spent on operational problems and maintenance of the application technology system.

If the applicant/manufacturer has conducted tests on earlier models of the application technology, all the test reports must be enclosed including a description of the differences between the models.

The test organisation is responsible for coordinating and implementing the test plan and for drawing up all the necessary data record tables.

In addition the test organisation must insure that the log-book is kept in the right place e.g. next to the application technology.

5.2 Requirements for the test facility and the test organization

The emissions of ammonia and odour from manure applied by an environmental manure application technology have to be related to a reference application method to allow calculation of the emission reduction efficiency of the environmental technology. The reference technology which has to be the nationwide most commonly used method for land application of the specified type of manure has to be described and specified.

The application rate has to be related to typical agricultural practice and clearly specified. During the experiments manure samples have to be taken and the manure application rate has to be measured by weighing the manure tank before and after manure application. The total ammoniacal nitrogen (TAN) applied per area shall be calculated from the weight of applied manure, the manure analysis and the surface area on which the manure was applied.

Sampling and measuring of all test parameters shall be performed by a laboratory that fulfils the general requirements of the ISO/IEC 17025. The laboratory must be accredited for testing that specific measurement unless otherwise specifically stated in the protocol.

The laboratory must be able to show that it is independent and competent.

5.3 Test design and sampling strategy

All tests of environmental technologies shall be performed according to the selected environmental parameters, ammonia and odour as described below. All tests shall be performed as case-control (reference) studies, where the case system should only deviate from the control system by the environmental technology investigated.

Table 2. Sampling strategy for test of environmental manure application technologies

Parameter	Requirement
Reference system	All tests have to be performed as case-control experiments. The control (reference system) has to be clearly defined and described.
Size of experimental plots	Circular plots having a radius of minimum 20 m in case of ammonia and more than 2,5 m ² in case of odour
Number of experimental plots	Minimum 3 experimental plots are required for both the environmental technology and the reference technology. The test can favourably be carried out at separate times of the year, meeting that way variance in weather and field conditions.
Sampling period of year	Periods in spring to autumn (5-15°C). Tests should not be performed if precipitation is expected within six hours after manure application
Number of sampling units	Ammonia: IHF method: 5 NH ₃ traps per experimental plot Z _{inst} method: 2 NH ₃ traps per experimental plot Odour: 3 sampling units per experimental plot, minimum 1 odour sampling per sampling unit
Length of sampling periods	Ammonia 6 days or more for solid manure types 4 days or more for liquid manure types Odour 20-30 minutes. The sampling has to be initiated 20 minutes after application of the manure
Composition of manure:	Solid manure: Two samples per load of applied manure per plot. Each sample has to consist of ten representatively taken subsamples. Liquid manure: Two samples per load of applied manure per plot, if the manure previously has been stirred and homogenised. Else, two samples per load of applied manure per plot, where each sample has to consist of ten representatively taken subsamples.
Definition of crop	Type and height of crop (or bare soil) in the experimental plots have to be described.
Definition of soil	The type and humidity of soil in the experimental plots have to be defined.

The data obtained by this protocol are limited to manure composed within specified limits which have to be described.

The following manure component parameters therefore have to be measured and included in the test report:

Table 3. *Measuring methods and composition of the livestock manure land-applied in the test*

Manure component	Unit	Measuring methods
Dry matter (DM)	g per kg (ww)	EØF 103°C
Total nitrogen	g per kg (ww)	Kjeldahl/Dumas
Ammoniacal Nitrogen (TAN)	g per kg (ww)	EØF 71/393
Ash content	g per kg (dry weight)	EØF 71/250
pH	pH units	GLP, eg Metrohm, Porotrode or like
Source of manure	Cattle, pig, poultry, fur, etc.	
Type of manure	Solid, liquid, separated, acidified, digested, etc.	
Application rate	Ton ha ⁻¹	Weighing of the manure load before and after plot application

Homogeneous spreading of the manure is important to obtain reliable data. Therefore, the spreading evenness of the manure applied in tests has to be considered and described.

The data obtained by this protocol are highly depending on the weather and field conditions during land application and sampling. The following parameters therefore have to be measured and reported in the test report.

Table 4. *The weather and field conditions during land application and sampling. The weather conditions have to be recorded both during land application and during the period of subsequent sampling of emissions.*

Weather and field condition	Unit
Application time	Time of the day, day and month
Wind speed (2 m)	m s ⁻¹
Wind direction	
Atmospheric humidity (2 m)	RH (%)
Radiation	W m ⁻²
Air temperature (2 m)	°C
Soil temperature 10 cm	°C
Soil type	Content of clay, silt, and sand
Soil moisture	g kg ⁻¹ soil
Precipitation	Mm

Experimental operation

The manure has to be applied on a circular plot of agricultural land with a radius varying from 20 to 24 m. The circular plot is created by applying the manure over a pre-marked area in parallel passes that vary in length.

The circular plot is created to achieve an equal fetch length to the centre of the plot, when wind direction changes. Manure landing outside the circular plot has to be incorporated into the soil as soon as possible to stop emission of ammonia, or the precise area of the experimental plot needs to be measured to calculate the fetch length (distance from outer boundary to central mast) with varying wind directions.

Shortly after the manure is applied to the first half of the plot – which usually is within five minutes after the start of the manure application, the central mast is placed in the centre of the experimental plot. After placement of the central mast in the centre of the plot ammonia measurements are started at both background and central masts, halfway through the manure application.

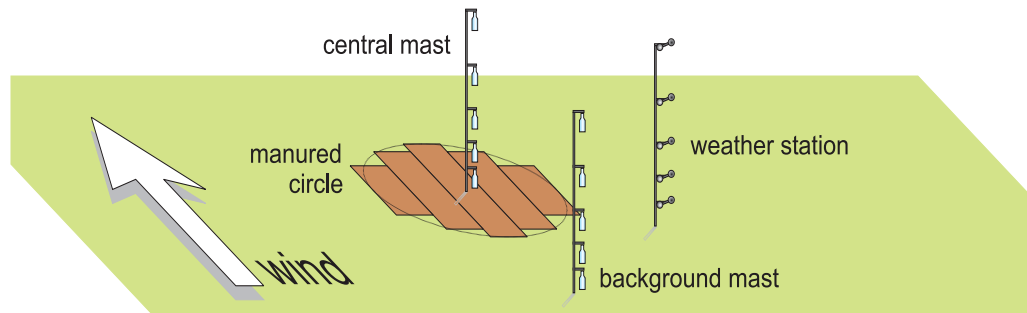


Figure 1. Layout of a circular plot for the measurement of NH_3 volatilization using the micrometeorological mass balance method, with masts supporting NH_3 traps at various heights in the centre of the plot and at the windward boundary of the plot.

5.3.1 Measurement of ammonia emission

The emission of ammonia from land applied manure shall be measured by using a test design based on the micrometeorological mass balance technique.

Micrometeorological mass balance technique

The micrometeorological mass balance technique¹ involves a measuring mast situated centrally in each experimental plot, and a background measuring mast located outside the plots for measurement of the background NH_3 levels.

Two different methods of the micrometeorological method can be used for estimation of ammonia emission from land-applied manure: The Integrated Horizontal Flux (IHF) method and the Theoretical profile shape (Z_{inst}) method². The two methods have been found to produce equal results³ and both methods can therefore be used for test of environmental land application technologies.

¹ Denmead 1983; Ryden et al., 1984; Leuning et al., 1985; Sherlock et al., 1989; Huijsmans et al., 2001

² Wilson et al., 1983; Thompson and Meisinger, 2004; Wilson and Shum, 1992; Klarensbeek et al., 1993

³ Thompson and Meisinger, 2004; Klarensbeek et al., 1993; Wilson et al., 1983; Hansen, 2006

When using the IHF methods⁴ the centrally located mast shall be fitted with at least five measuring units (NH₃ traps) between 0.25 and 3.30 m above the soil surface.

At the windward boundary of the plot another mast is placed with three NH₃ traps at heights between 0.40 and 3.30 m above ground level. At the boundary, fewer traps may be used because the background concentration is low and independent of height.

When using the Z_{INST} methodology⁵ both the centrally located mast and the background mast have to be fitted with two measuring units mounted at a fixed distance above soil surface depending on height and roughness of crop and size of the experimental plot. Besides, the radius of the experimental plots has to be either 20 or 50m.

Ammonia sampling systems

Two systems can be used to trap NH₃: either acid bubblers or passive flux samplers.

When using acid bubblers as NH₃ traps air is drawn through an acid solution via a stainless steel inlet tube with a perforated Teflon cap. The volume of air is measured with flow meters.

The flow rate has to be 2 to 4 dm³ min⁻¹. Ion-chromatography and colorimetry are used to measure the NH₄⁺ concentration in the solutions.

Passive flux samplers consists of an outer cylinder fitted with mounting pivots and fins to keep the device aligned with the wind and a detachable venturi shield which holds a thin orifice plate.

Passive flux samplers are coated before the measurements by an acid solution⁶

When passive flux samplers are used for trapping of ammonia, the determination of a wind profile is not required.

The flux of NH₃ shall be measured continuously for at least 96 hours following manure application, independent of sampling system.

In general the measurements continue for at least 96 hours (4 days) after manure application.

During the first twelve hours – when the rate of NH₃ volatilization is highest – the ammonia traps have to be replaced three to five times to avoid oversaturation of the ammonia sampling system.

Further replacement takes place every morning for the following 3 days.

The amount of NH₃ volatilized during each interval is estimated from the amount of NH₃ trapped, and from the airflow data.

Manure samples have to be taken while the manure is being applied, often of each batch, if there is more than one.

⁴ Wilson et al., 1992; Leuning et al., 1985, Sherlock et al., 2002; Huijsmans et al., 2001; Ryden et al., 1984

⁵ Wilson *et al.*, 1983; Sherlock et al., 1989; Gordon et al., 1988

⁶ Leuning *et al.*, 1985

The manure application rate is calculated from the amount applied and the area (plotsize) on which the manure is applied. The amount applied is measured by weighing the manure application device before and after manure application on each plot.

The area applied manure is measured by measuring the size of the experimental plot; this measuring is also carried out to assess the fetch to the central mast for the different wind directions.

Meteorological data

When acid bubblers are used for ammonia trapping the wind speed has to be measured with five cup anemometers placed at different heights to calculate the wind profile at the experiment location.

The meteorological mast has to be placed close to the manured plot and in the open field.



Figure 2. Meteorological mast holding cup anemometers to measure wind speed at five heights. In the background the centrally located mast holding the ammonia traps

The experimental plots of the micrometeorological mass balance measuring system have to be situated at least 100 m apart, and 300 m away from ammonia emitting sources like animal houses and manure storage facilities. As a free wind-profile is required the experimental plots have to be situated as far away from wind breaks like houses and trees as possible, and no closer than 10 times the height of the wind break.

5.3.2 Measurement of odour

The effect of an environmental technology on the odour nuisance of the applied manure shall be quantified by use of a static flux chamber technique. The measuring system is described in detail by Hansen et al. (2006).

The chambers have to cover an area of manure-applied soil surface of more than 2,5 m² to restrict effects of inhomogeneous manure spreading. The chambers have to be equipped with oscillating internal ventilators to allow for simulation of internal wind speed and for mixing of internal air.

The external surface of the chamber has to be covered by aluminum foil to restrict unequal solar heating of the chamber during sampling. The manure-treated surface has to be covered by the static flux chamber immediately after manure application. 20 min after covering, 30 L of air is sucked from the chamber into 30-L nalophan bags by means of vacuum boxes.

The odour concentration in the nalophan bags has to be determined by dynamic dilution olfactometric analyses within 24 h (CEN, 2003). All air samples and odour analyses have to be replicated in triplicate or more.

5.4 Measurement parameters

Different sampling conditions and measuring systems have to be employed for measurement of ammonia and odour. In Table 5 the conditions and measuring systems needed for measurements of ammonia and odour are listed.

Table 5. Sample conditions and measuring methods for the different primary measurement parameters

Parameter	Sample conditions	Measuring method
Ammonia	<p>Sampling methods: Continuously and simultaneously measurements of ammonia flux from case and control experimental plots applied livestock manure.</p>	<p>The micrometeorological mass balance method. -Gas bubblers, -Passive flux samplers</p>
Odour	<p>Sampling methods: Simultaneously sampling of air above manure amended case and control experimental plots and subsequently determination of odour concentration.</p> <p>Number of samplings: Minimum 3 samples of air pre-concentrated in static flux chambers per experimental plots</p> <p>Sampling equipment: 30 l nalophan bags.</p> <p>Analyses of odour samples</p>	<p>Sampling methods that are in compliance with the CEN standard EN 13725, 2003</p> <p>Determination of odour concentration by dynamic olfactometric analyses (CEN standard EN 13725, 2003)</p>

5.5 Occupational health and safety requirements

As there is no significant manual handling involved this issue is not relevant for application technologies. The issue may be relevant for manure treatment technologies like acidification.

In general all industrial machinery and equipment – must comply with the Machinery Directive 89/392/EEC (Amended 98/37/EEC). They must be designed and constructed in such a way that they can be used, adjusted and maintained throughout all phases of their life without putting persons at risk.

5.6 Animal welfare

Not relevant.

6. *User manual*

In general, the user manual shall be written in a local language and in consideration of EN 62079:2003 (Preparation of instructions - Structuring, content and presentation) that provides general principles and detailed requirements for the design and formulation of all types of instructions.

The manual shall include the information provided with the system description according to chapter 4. In particular, it should bear instructions for:

- the operation of the system;
- the prevention of and dealing with incidents (environmental safety);
- operational health and safety measures (see chapter 5.5);
- service and maintenance;
- surveillance of the installation.

7. Test reporting and evaluation

The test report shall be written in English and, if necessary, in the local language. The report shall include chapters on the below mentioned subheadings. The following text gives a description of the contents which must be included in the chapters.

Foreword

The foreword should include a description of the three parties that have been involved in the test - the applicant, the test organisation and the farmers.

The period in which the test has been performed must also be mentioned with specific dates.

The foreword must end with the date and signatures of the person(s) who have been responsible for the test. The signature must be accompanied by the name and address of the test organisation.

Introduction

The introduction shall include a description of the manufacturer involved in the test and give a general description of their application technology system. If the applicant/ manufacturer have performed previous tests, these shall be specified, and references shall be provided.

Materials and Methods

The materials and methods section shall include a description of:

- the manure involved in the test;
- the technology including photos and any drawings;
- the measurement method.

The description of the technology shall be followed by a description of the test design, the dimensioning of the test and the measurement methods, including a specification of the measurement instruments used, the measurement points, and the measurement frequency and calibration procedures.

Furthermore the test report shall include a description of the statistical data processing method.

Results

The description of the results starts with a presentation of the application technology efficiency, which is the primary target of the test. The individual raw data shall be shown first in graphs and subsequently the processed data shall be given in tables with median, average and 95 percentile.

After the presentation of the raw data a discussion of the results shall be given.

The potential saving of artificial fertilizer shall be shown, as a value for saved nitrogen.

An evaluation of the operating stability of the system shall be given. This evaluation shall be based on observations made during the entire testing period and shall include all recorded data describing the stability of the tested technology.

Furthermore, the test report shall include an evaluation of the potential risks which may be related to the use of the system including potential impact on:

- the occupational health and safety;
- other environmental issues.

These evaluations shall include situations with normal operation of the technology system and any unforeseen use and problem.

The test report shall include advice to the verification authorities on how to inspect the system.

Finally the test report shall include an evaluation of how the results can be applied to other types of manure.

Conclusion

The conclusion describes and discusses the test results and validates the application technology in general. The conclusion chapter shall include aspect only which can be justified in the results chapter in the test report.

References

Relevant references to be specified.

Annexes

Annexes can be added if relevant.

8. Bibliography

Denmead, O.T. 1983. *Micrometeorological methods for measuring gaseous losses of nitrogen in the field*. p. 133–157. In J.R. Freney and J.R. Simpson (ed). *Gaseous loss of nitrogen from plant–soil systems*. Martinus Nijhoff/Dr W Junk Publishers, The Hague, the Netherlands.

EN 13080 *Agricultural machinery - Manure spreaders - Environmental protection - Requirements and test methods*.

EN 13725 *Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*.

ISO/IEC 17025 *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.

Hansen M.N.; Kai P.; Møller H.B. 2006. *Effects of anaerobic digestion and separation of pig slurry on odor emission*. Applied Engineering in Agriculture. **22(1)**: 135-139.

Huijsmans, J.F.M.; Hol, J.M.G.; Hendriks, M.M.W.B. 2001. *Effect of application technique, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to grassland*. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences. **49**: 4, 323-342. 22 ref.

Klarenbeek J.V.; Pain B.F.; Phillips V.R.; Lockyer D.R. 1993. *A Comparison of methods for use in the measurement of ammonia emissions following the application of livestock wastes to land*. **53**: 205-218.

Leuning R.; Freney J.R.; Denmead O.T.; Smith N.P. 1985. *A sampler for measuring atmospheric ammonia flux*. Atmospheric Environment **19**: 1117-1124.

Ryden J.; McNeill J.E. 1984. *Application of the Micrometeorological Mass balance Method to the determination of ammonia loss from a grazed sward*. Journal Sci. Food Agric. **35**: 1297-1310.

Sherlock, R.R., J.R. Freney, P.E. Bacon, and T.J. van der Weerden. 1995. *Estimating ammonia volatilization from unsaturated urea fertilized and urine affected soils by an indirect method*. Fert. Res. **40**: 197–205.

Sherlock R.R; Sommer S.G.; Khan R.Z.; Wood W.; Guertal E.A.; Freney J.R.; Dawson C.O.; Cameron K. *Ammonia, Methane, and Nitrous Oxide from pig slurry applied to a pasture in New Zealand*. Journal of Environmental Quality **31**: 1491-1501.

Sherlock R.R; Freney J.R.; Smith N.P.; Cameron K. 1989. *Evaluation of a sampler for assessing ammonia losses from fertilized fields*. Fertilizer research. **21**: 61-66.

Thompson R.B. and Meisinger J.J. 2004. *Gaseous nitrogen losses and ammonia volatilization measurement following land application for cattle slurry in the mid-Atlantic region of the USA*. Plant and Soil **266**: 231-246.

van der Weerden T.J.; Moal J.F.; Martinez J.; Pain B.F.; Guiziou F. 1996. *Evaluation of the Wind-Tunnel Method for Measurement of Ammonia volatilisation from land*. J . agric. Engng Res. **64**: 11–14.

Wilson J.D.; Catchpoole V.R.; Denmead O.T.; Thurtell G.W. 1983. *Verification of a simple micrometeorological method for estimating the rate of gaseous mass transfer from the ground to the atmosphere*. Agricultural meteorology **29**: 183-189.

Wilson J.D.; Shum W.K.N. 1992. *A re-examination of the integrated horizontal flux method for estimating volatilisation from circular plots*. Agricultural and Forest Meteorology. 57: 281-295.

Annexes

Annex A (informative) Template for a test plan

NAME OF TEST INSTITUTE

TEST PLAN FOR [name of the environmental technology]

CONTACT DATA ETC.:

Type of technology	
Name and address of manufacturer/applicant	
Facility owner (farmer):	
Address of farmer:	
Start of test of test (dd/mm/yy):	
End of test (dd/mm/yy):	
Name and address of test institute	
Responsible technician:	
Consultant(s) from the test institute:	
Contact person from the company financing the test:	
Service technician(s) from the company:	
File:	

BACKGROUND AND AIM [maximum of one page]

Include a description of the eco-efficient technology, in supplement to the description of table 1. The development of the environmental technology since previous tests shall be specified (if performed).

The section shall include a precise description of the aim of the test and a specification of the primary test parameters.

DESCRIPTION OF TEST PLAN: [In accordance with section 5. Requirements]

PROCESSING OF RESULTS

Raw data shall be presented in tables, which shall be included in appendices in the final test report. The raw data shall also be presented in graphs, which shall be included in the results section in the final test report.

The average and the standard deviation of reported emissions shall be calculated for both the reference and the environmental technology.

The measurement parameters shall be analysed in order to determine whether emissions from manure applied by environmental application technology are significantly different from the emissions from a reference application technology.

Annex B (informative) Example of a contract

CONTRACT

BETWEEN [name of the company financing the test]

AND [name of the test organisation]

AND [name of the farmer(s)]

ABOUT Test of the environmental technology called [name of product]
delivered from [name of manufacturer/applicant]

1. AIM

1.1. The aim is to test the application technology called [name of technology] according to the test protocol called [name to be agreed on]

2. SCOPE AND TEST PROCEDURE

2.1. The enclosed test protocol states how the test shall be conducted and specifies which data recordings and analyses shall be performed.

2.2. The farmer, the company financing the test and the manufacturer/applicant shall agree that all results shall remain confidential during the test period and until the final test report is published.

2.3. Data recordings and analyses can be conducted by other institutes, provided that this is specified in the contract.

2.4. The service contracts shall be drawn up before the test starts and shall not be changed during the test period.

3. REQUIREMENTS

3.1. The results of the test shall not be manipulated to benefit the

farmer or anyone else.

- 3.2. During the contract period, the farmer shall not conduct tests together with other parties other than the test institute.

4. VISITS / INFORMATION / ANALYSIS

- 4.1. The technician from the test institute collects data and provides the farmer with data recording tables. Further details of the visits are described in the enclosed test protocol.
- 4.2. The results of the test shall remain confidential until the results have been published.

5. TERMINATION OF THE CONTRACT

- 5.1. The contract runs until DD/MM/YY.
- 5.2. The contract is irrevocable for the farmer, the test institute and the manufacturer/applicant until DD/MM/YY.
- 5.3. In case of unforeseen problems the contract and test protocol can be reconsidered. If it is not possible to find a solution, the farmer, the test institute and/or the manufacturer/applicant may terminate the test with one month's notice.

6. VISITING RULES

- 6.1. In order to disseminate the knowledge of the new technology, the farmer shall agree to receive visits when contacted by the test institute.

7. COMPENSATION

- 7.1. Compensation is paid for extra work carried out during the test period. The farmer is paid DKK/Euro XXX,- per hour for extra work.

This point shall include any agreements made by the three parties regarding the amount of compensation and what the compensation covers.

8. RESPONSIBILITY

- 8.1.
- 8.2.

9. RECONSTRUCTION COSTS

- 9.1. Costs relating to changes or installations that can be attributed to a specific test are covered by the test institute or the manufacturer/applicant.
- 9.2. Equipment and material purchased by the test institute or the manufacturer/applicant belong to these parties, unless otherwise agreed.
- 9.3. Ownership after completion of the test shall be specified.
- 9.4. If the farmer terminates the present contract during the test period (see point 5.3), the test institute and manufacturer/applicant reserve the right to decide what to do with the equipment installed on the farm. The farmer can, by agreement with the test institute, acquire the entire installation at a fixed price.
- 9.5. If the test institute or the manufacturer/applicant terminate the present contract during the test period (see 5.3), the ownership of the installation and equipment is as specified in point 9.3. Furthermore, if the manufacturer/applicant terminates the contract during the test period, they shall pay for the measurements taken so far.
- 9.6. If the farmer goes bankrupt or the farm is put up for sale, the test institute is entitled to reclaim the equipment purchased by the test institute. The same applies to the manufacturer/applicant if the company goes bankrupt or closes down.
- 9.7. The farmer is responsible for maintaining the equipment and covering the costs of fire insurance for the equipment installed in connection with the test. The farmer is also responsible for ensuring that the equipment is in compliance with the environmental approval.
- 9.8. With regard to test facilities established on the farm in connection with the test, the test institute and the manufacturer/applicant are subject to the legislation of the country in which the test is performed. The test institute is therefore not liable for any operating loss and cannot be held responsible for any indirect loss arising from the test facilities.

Date and place

Farmer

Date and place

Applicant/Manufacturer

Date and place

Test organisation



Flex Fertilizer System ApS
CVR-nr. 36080760

Erhverv
J.nr. 2019 - 15917
Ref. MABAB/MADMO
Den 30. januar 2020

Afgørelse om midlertidig dispensation

Miljøstyrelsen meddeler hermed en midlertidig dispensation indtil den 1. august 2020, til at bedrifter kan anvende flydende kunstgødning fra virksomheden Flex Fertilizer System ApS, CVR-nr. 36080760, uden anvendelse af ureaseinhibitor og uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning på følgende vilkår:

1. Dispensationen er midlertidig og gælder indtil den 1. august 2020.
2. Brugere skal følge de af Flex Fertilizer System ApS anviste retningslinjer ved anvendelse af gødningsprodukterne.
3. Bladgødningers surhedsgrad skal være pH 5 eller lavere.
4. Basis-gødninger til jorden skal have surhedsgrad på pH 3 eller lavere.
5. Alternativt til ovenstående vilkår 3 og 4 skal anvendes andre ureaseinhibitorer, som anvist af Flex Fertilizer ApS, som f.eks. borsyre, hvor det er relevant for gødskningsplanen.
6. Bedrifter skal kunne dokumentere de anvendte gødningers pH eller brug af andre ureaseinhibitorer, samt at den af Flex Fertilizer System ApS anbefalede mængde ureaseinhibitor er tilsat.

Vilkårene kan dokumenteres overholdt ved fremvisning af f.eks. indlægssedler, emballage eller lignende, som angiver pH-værdi af produktet eller tilsætning af anden ureaseinhibitor, som anvist af Flex Fertilizer ApS, som f.eks. borsyre.

Miljøstyrelsen forventer at kunne forlænge den midlertidige dispensation og supplere med vilkår, som fastlægger, hvordan virksomheden tilvejebringer dokumentation for den ammoniakreducerende effekt samt med en tidsfrist herfor.

Regelgrundlag

Dispensation er givet i medfør af husdyrgødningsbekendtgørelsens¹ § 27, stk. 15.

Miljøstyrelsen kan herefter på baggrund af en ansøgning fra en virksomhed, der sælger flydende kunstgødning, dispensere til, at bedrifter kan anvende andre metoder til reduktion af ammoniakemissionen end de, der fremgår af husdyrgødningsbekendtgørelsens § 27, stk. 12-14.

Miljøstyrelsen kan i dispensationen til virksomheden fastsætte vilkår, herunder om tilvejebringelse af dokumentation for den ammoniakreducerende effekt inden for en fastsat tidsfrist, og vilkår, som de bedrifter, der anvender gødningen, skal overholde.

Ansøgning om dispensation skal være indgivet senest den 1. januar 2020.

Miljøstyrelsen kan forlænge en dispensation og ændre i vilkårene, herunder ophæve eksisterende vilkår og fastsætte nye vilkår.

Følgende fremgår af husdyrgødningsbekendtgørelsens § 27, stk. 11-15:

Stk. 11. Udbringning af diammoniumsulfat (svovlsur ammoniak) uden for perioden 1. februar til 1. april og udbringning af kunstgødning, som indeholder ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof), skal ske ved nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, jf. dog stk. 12.

Stk. 12. Udbringning af ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) kan ske uden nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, såfremt der er tilsat den af ureaseinhibitorproducenten anbefalede mængde ureaseinhibitor, eller gødningen højst indeholder 6 pct. kvælstof.

Stk. 13. Bedrifter, der uden for perioden 1. februar til 1. april udbringer kunstgødning, uden nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, skal kunne dokumentere, at gødningen ikke indeholder diammoniumsulfat (svovlsur ammoniak).

Stk. 14. Bedrifter, der udbringer ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) uden nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, skal kunne dokumentere, at den af producenten anbefalede mængde ureaseinhibitor er tilsat, eller at gødningen højst indeholder 6 pct. kvælstof.

Stk. 15. Miljøstyrelsen kan efter ansøgning fra virksomheder, der sælger flydende kunstgødning, dispensere til at bedrifter kan anvende andre metoder til reduktion af ammoniakemissionen end de, der fremgår af stk. 12-14. Miljøstyrelsen kan i dispensationen til virksomheden fastsætte vilkår, herunder om tilvejebringelse af dokumentation for den ammoniakreducerende effekt inden for en fastsat tidsfrist, og vilkår, som de bedrifter, der anvender gødningen, skal overholde. Ansøgning om dispensation skal være indgivet senest den 1. januar 2020. Miljøstyrelsen kan forlænge en dispensation og ændre i vilkårene, herunder ophæve eksisterende vilkår og fastsætte nye vilkår.

Sagens oplysninger

I forbindelse med udarbejdelsen af regelændringen i husdyrgødningsbekendtgørelsen, der trådte i kraft den 1. august 2019, kontaktede Miljø- og Fødevarerministeriet de nuværende leverandører af flydende kunstgødning i Danmark for at undersøge udbredelsen af brug af NBPT/NPPT som ureaseinhibitor. Undersøgelsen viste, at

¹ Bekendtgørelse nr. 760 af 30/07/2019 om miljøregulering af dyrehold og om opbevaring og anvendelse af gødning (Husdyrgødningsbekendtgørelsen)

over 95 pct. af markedet vurderes at være dækket af producenterne DanGødning eller Flex Gødning, som begge samtidigt tilbyder at levere NBPT/NPPT som ureaseinhibitor, således at den flydende gødning kan udbringes uden krav om nedbringning, da NBPT/NPPT er en bredt anerkendt ureaseinhibitor.

Under 5 pct. af markedet udgøres af gødning fra andre leverandører af flydende kunstgødning, som i visse tilfælde anvender andre metoder til at undgå ammoniaktab ved udbringning end tilsætning af ureaseinhibitor.

Ministeriet fik tilsendt en række oplysninger om disse metoder, men havde ikke mulighed for at vurdere miljøeffekten af disse metoder, inden husdyrgødningsbekendtgørelsen skulle træde i kraft.

Da kravet kom med kort varsel, havde disse firmaer endvidere ikke tid til at udarbejde og samle den fornødne dokumentation.

Miljø- og Fødevareministeriet indsatte således dispensationsmuligheden i husdyrgødningsbekendtgørelsens § 27, stk. 15.

Det fremgår af høringsnotat af 9. juli 2019 til husdyrgødningsbekendtgørelsen, at det er hensigten, at dispensationsprocessen kan foregå i flere tempi.

Først skal virksomheden indgive en dispensationsansøgning til Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen kan på baggrund af ansøgningen meddele dispensation til, at virksomhedens gødningsprodukter anvendes i en nærmere afgrænset periode, mens virksomheden fremskaffer dokumentation for den ammoniakreducerende effekt. Inden den frist, som Miljøstyrelsen har fastsat, skal virksomheden indsende den krævede dokumentation til Miljøstyrelsen.

Herefter skal Miljøstyrelsen vurdere den dokumentation, som virksomheden har indsendt.

Hvis dispensationens tidsbegrænsning udløber, inden Miljøstyrelsen er færdig med at vurdere den modtagne dokumentation, vil Miljøstyrelsen kunne forlænge dispensationen. Miljøstyrelsen kan desuden ændre i dispensationens vilkår, herunder opheve eksisterende vilkår og fastsætte nye vilkår. Det er således muligt for Miljøstyrelsen f.eks. at fastsætte vilkår om yderligere dokumentation.

Det er hensigten, at Miljøstyrelsens dispensation – inklusive eventuelle forlængelser – skal have en varighed, der sikrer, at gødningsprodukter fra virksomheder, der rettidigt ansøger om dispensation, kan være omfattet af dispensationen, indtil Miljøstyrelsen enten kan bekræfte, at produktet/metoden har en tilstrækkelig ammoniakreducerende effekt, og produktet/metoden på baggrund heraf er indarbejdet i husdyrgødningsbekendtgørelsen, eller Miljøstyrelsen kan afkræfte effekten af produktet/metoden.

Kravet om nedbringning inden 4 timer, nedfældning, placering i forbindelse med såning eller tilsætning af ureaseinhibitor trådte i kraft den 1. januar 2020, jf. ikrafttrædelsesbestemmelsen i husdyrgødningsbekendtgørelsens § 57, stk. 2.

Miljøstyrelsen modtog den 26. juli 2019 en ansøgning fra Flex Fertilizer System ApS, CVR-nr. 36080760, om dispensation fra reglerne i husdyrgødningsbekendtgørelsen § 27 stk. 12-14 til at kunne anvende andre metoder til at kunne opnå reduktion af ammoniakemission.

Det fremgår af ansøgningen, at der søges om 3 alternative metoder til at hæmme ammoniakfordampning fra gødningen:

1. dels igennem forsuring (for bladgødninger pH 5 eller lavere, for basis-gødninger til jorden pH 3 eller lavere)
2. dels igennem kompleks-binding af ammonium/ammoniak (f.eks. $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgNO_3$ mv. danner komplekser med ammoniak, der mindsker fordamningen og dermed tabet til atmosfæren)
3. dels ved anvendelse af andre urease-inhibitorer, som f.eks. borsyre, hvor det er relevant for gødskningsplanen.

Vedlagt ansøgningen var en række forsøg, som virksomheden selv havde udført.

Den 19. december 2019 havde Miljøstyrelsen et møde med Aarhus Universitet.

Aarhus Universitet vurderede ved mødet, at det ikke ud fra det tilsendte alene kan vurderes, om produkterne har en ammoniakreducerende effekt, som kan sidestilles med tilsætning af ureaseinhibitor.

Miljøstyrelsen har den 17. januar 2020 modtaget en foreløbig vurdering fra Aarhus Universitet, hvoraf det fremgår, at der må kræves tilvejebringelse af dokumentation for den ammoniakreducerende effekt.

Aarhus Universitet vurderer, at virksomhedens forsøg er retningsvisende, men at de ikke kan benyttes til en godkendelse af produktet. Det er vanskeligt, at læse markesedlerne for de enkelte behandlinger på de fremsendte billeder; men trods dette vurderes det, at studiet under de givne forhold viser en reduktion af ammoniak-fordampningen fra urea ved tilsætning af firmaets produkter.

Imidlertid kan dette studie ikke benyttes ved en vurdering af, hvor meget produkterne eventuelt vil reducere ammoniakfordampningen ved brug i praksis. Derfor er der behov for yderligere dokumentation af produkterne. Det forventes, at effekten skal dokumenteres på samme niveau, som hvad der kræves for teknologier eller tilsætningsstoffer, der skal godkendes for deres bidrag til reduktion af ammoniaktab fra udbragt husdyrgødning.

Aarhus Universitet vurderer derfor umiddelbart, at det indebærer, at der skal gennemføres et studie, som lever op til godkendelses-kravene i den såkaldte VERA-protokol for teknologier til reduktion af ammoniakfordampning fra udbragt gødning.

Ifølge den på nettet tilgængelige VERA-protokol kræver en godkendelse, at ammoniak-emission skal måles med den såkaldte IHF-metode eller Zinst-metoden. Der foreligger dog aftale om, at vindtunneler kan anvendes ved målinger af ammoniak-emissionen fra gødning med og uden tilsætning af additiver.

Endelig vurderer Aarhus Universitet, at der i case control afprøvning af firmaets produkt skal indgå urea ubehandlet og urea behandlet med virksomhedens produkter, kraven til test vil i øvrigt være som beskrevet i VERA test-protokol vejledning.

Den 21. januar 2020 anmodede Miljøstyrelsen om virksomhedens kommentarer til Aarhus Universitets foreløbige vurdering samt virksomhedens kommentarer til dette udkast til dispensation.

Den 22. januar 2020 modtog Miljøstyrelsen en e-mail fra Flex Fertilizer ApS, hvoraf det fremgår, at de ikke fandt, at det ville være hensigtsmæssigt, hvis Miljøstyrelsen meddeler den midlertidige dispensation indtil den 1. august 2020, idet de bemærker, at de dermed har 3 måneder til at lave forsøg, inkl. vores vurdering af disse, hen over en sommerferie. Det mener de bliver svært at nå. De foreslog derfor i stedet, at den midlertidige dispensation skal udløbe den 1. november 2020, idet de dermed har hele vækstsæsonen til at lave forsøgene. Videre undgår man, ifølge Flex Fertilizer ApS, forvirring omkring anvendelse af deres produkter ude hos landmændene.

Det fremgår yderligere af e-mailen, at de beklager, hvis billeder mv. er for utydelige, og at de gerne bistår med opklaring af utydelige labels mv.

Det fremgår af e-mail af 22. januar 2020, at Flex Fertilizer System ApS mener, at det ikke i sig selv er retvisende at sammenligne virksomhedens produkter med urea og urea + ureaseinhibitor som kriterie ved en godkendelse, idet det bemærkes af virksomheden, at man med ureaseinhibitoren holder al ureaen på en ikke-flygtig form indtil ureaseinhibitoren er opbrugt. Samtidig vil man, ifølge Flex Fertilizer System ApS, i praksis se landmænd bruge et urea-ammonium-nitrat (UAN) produkt, da det er mere hurtigt tilgængeligt for planten.

De mener derfor, at en sammenligning bør ske i forhold til et UAN produkt i stedet eller som supplement. Det vil ifølge Flex Fertilizer System ApS give et mere retvisende billede af, hvad den typiske landmand gør i Danmark, og hvilke produkter, der kan godkendes, når der tilsættes ureaseinhibitor. Det kan, ifølge virksomheden, ske enten i form af et rent UAN produkt eller et blandingsprodukt som f.eks. Dangødnings NtS24-6, der er UAN tilsat ammonium-thiosulfat som svovlkilde.

Det fremgår af e-mailen, at man kunne sammenligne med et ikke-ureaholdigt alternativt som f.eks. NS27-4 granulat, der er en af de mest solgte kvælstofgødninger i Danmark. Dermed vil man, ifølge Flex Fertilizer System ApS, få et mere nuanceret billede af, hvad det i praksis er for produkttegenskaber, man godkender ved ureaseinhibitor tilsætning eller ved at undlade at bruge urea. Målet må, ifølge Flex Fertilizer System ApS, være at bruge gødninger, der fordamper lige så lidt eller mindre end godkendt praksis i dag.

Flex Fertilizer System ApS anfører, at hvis man forkaster deres produkter, fordi de ikke slår ureaseinhibitoren, som ingen, ifølge dem, anvender, har man opnået det modsatte af det, man ønsker mht. ammoniak-reduktion.

Endelig fremgår det af e-mail af 22. januar 2020, at Flex Fertilizer System ApS beder om, at man tager hensyn til omkostningsniveauet ved forsøgene, idet de er en mindre virksomhed, og de har begrænsede ressourcer. Aarhus Universitet er velkomne til at kontakte dem mht. ideer og planlægning – evt. for at lære mere om deres nuværende metode i plastbøtter. Flex Fertilizer System ApS beder slutteligt om, at man genovervejer metodevalget og ikke låser sig fast på VERA metoden.

Begrundelse

Miljøstyrelsen vurderer på det foreliggende grundlag, at der er potentiale for, at de anvendte metoder af Flex Fertilizer System ApS kan anvendes som alternativ til kravet om nedbringning eller tilsætning af ureaseinhibitor.

Miljøstyrelsen vurderer desuden, at der er behov for, at denne effekt dokumenteres yderligere for at sikre, at der sker en tilsvarende ammoniakreducerende effekt som ved tilsætning af ureaseinhibitor eller nedfældning.

Miljøstyrelsen vurderer, at der er behov for en periode på ca. 6 måneder til at opstille de rette krav til dokumentationen fra Flex Fertilizer System ApS.

Miljøstyrelsen vurderer derfor, at der kan dispenseres frem til den 1. august 2020 til, at bedrifter kan anvende produkterne fra Flex Fertilizer System ApS uden nedfældning eller tilsætning af ureaseinhibitor, når de angivne vilkår følges.

Miljøstyrelsen forventer derefter at kunne forlænge perioden for dispensation suppleret med vilkår, som fastlægger endeligt, hvordan virksomheden skal fremskaffe dokumentation for den ammoniakreducerende effekt.

Med denne afgørelse er der således ikke opstillet vilkår til hvorledes effekten af Flex Fertilizer System ApS' produkter dokumenteres, og det er ikke fastlagt hvor lang en periode, virksomheden skal anvende til at gennemføre dokumentationsforsøg for den ammoniakreducerende effekt. Fristen for, hvornår dokumentationsforsøgene skal være afsluttet, vil som udgangspunkt blive fastlagt i den dispensation, der gives pr. 1. august 2020.

Flex Fertilizer System ApS har dermed ikke udelukkende 3 måneder til at lave forsøg.

Dispensationen – inklusive forlængelser – skal have en varighed, der sikrer, at gødningsprodukter fra Flex Fertilizer System ApS kan være omfattet af dispensationen, indtil Miljøstyrelsen enten kan bekræfte, at produktet/metoden har en tilstrækkelig ammoniakreducerende effekt, og produktet/metoden på baggrund heraf er indarbejdet i husdyrgødningsbekendtgørelsen, eller Miljøstyrelsen kan afkræfte effekten af produktet/metoden.

Miljøstyrelsen vurderer derfor, at det ikke er uhensigtsmæssigt at meddele den midlertidige dispensation indtil den 1. august 2020.

Miljøstyrelsen har noteret sig Flex Fertilizer System ApS' kommentarer til case control afprøvningen og bemærkning vedrørende VERA test-protokol, og vil inddrage dette i dialogen med Aarhus Universitet om udarbejdelse af de endelige betingelser til dokumentationsvilkår.

Miljøstyrelsen lægger vægt på, at der er en begrundet forventning om, at brugbar og tilstrækkelig dokumentation kan leveres, og at dette vil vise, at det alternative gødningssystem har en dokumenterbar effekt på ammoniakbegrænsningen på linje med anvendelse af de traditionelle ureaseinhibitorer.

Miljøstyrelsen har desuden lagt til grund, at der samlet set på landsplan er tale om en begrænset anvendelse af disse metoder, mindre end 5 %, og at der således isoleret set, i tilfælde af at der ikke skulle kunne opnås den forventede ammoniakreduktion, alene vil være tale om et mindre omfang, der ikke i væsentlig grad påvirker det overordnede formålet med reglen om mindre ammoniakemission.

Miljøstyrelsen finder det derfor miljømæssigt forsvarligt at dispensere fra reglerne.

Kopi af denne afgørelse er lagt ud på Miljøstyrelsens hjemmeside og i en nyhed på vores hjemmeside med orientering til abonnenter på Miljøstyrelsens nyheder, hvad angår husdyrregulering.

Med venlig hilsen

Mads Mortensen

Til Miljøstyrelsen

Følgrebrev

Dato 15. juni 2020

Journal 2020-0042538

Levering af Del 2 på bestillingen: "Bestilling via forskningsbanken nr. 3.31 rådgivningsbistand til Miljøstyrelsen under Arbejdsprogram for ydelsesaftale AU planteproduktion 2020"

Miljøstyrelsen har i en bestilling fremsendt d. 14. januar 2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at "vurdere det modtagne materiale fra ansøger i forbindelse med ansøgningen om dispensation. Herunder ønsker vi forslag til vilkår om, hvilken dokumentation virksomheden skal levere for den ammoniakreducerende effekt, og tidspunkt for hvornår dokumentationen skal leveres". Der er d. 17. januar 2020 leveret en del 1 af besvarelsen, der er en umiddelbar og foreløbig vurdering af det modtagne materiale. Del 2, der er en endelig vurdering, fremsendes hermed. Besvarelsen er udarbejdet af Professor Sven Gjedde Sommer fra Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet. Seniorrådgiver Tavs Nyord fra samme institut har været fagfællebedømmer.

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 3.31 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Klaus Horsted
Specialkonsulent, DCA-centerenheden



Bestilling via forskningsbanken nr. 3.31 rådgivningsbistand til Miljøstyrelsen under Arbejdsprogram for ydelsesaftale AU planteproduktion 2020

Sven G. Sommer Aarhus Universitet, Faculty of Technical Sciences (Tech). Institut for Ingeniørvidenskab, Finlandsgade 12, bygning 98352, 8200 Aarhus N, Danmark

Fagfællebedømmer: Tavs Nyord

Den 17. januar 2020 sendte Aarhus Universitet et svar på en bestilling via forskningsbanken nr. 3.31 rådgivningsbistand til Miljøstyrelsen under Arbejdsprogram for ydelsesaftale AU planteproduktion 2020. I bestillingen blev Aarhus Universitet anmodet om at vurdere, om gødningstyperne fra Flex Fertilizer System ApS (FF) har en tilstrækkelig lav ammoniakemission, om der kunne dispenseres fra kravet i husdyrgødningsbekendtgørelsen om tilsætning af ureaseinhibitorer. I svaret indgik en foreløbig vurdering af produkterne, og det blev oplyst, at der ville komme en yderligere vurdering inden 1. maj 2020, en dato som er udskudt til 15 juni 2020 efter aftale med Miljøstyrelsen.

I en partshøringskrivelse den 22 januar 2020 anfører Allan Holm Nielsen fra FF to forhold. 1) den ammoniakreducerende effekt af, at tilsætte stoffer til ureagødningen bør ikke sammenlignes med effekten af urea tilsat ureaseinhibitor, men i stedet urea ammonium nitrat gødninger eller et blandingsprodukt. I brevet nævnes Dangødnings N:S24:6, der er UAN tilsat ammoniumthiosulfat som svovlkilde. 2) Det nævnes, at en VERA test vil være for dyr for virksamheden, idet der i en VERA test indgår 3 gentagelser af behandling og 3 af kontrol og måling med vindtunnel eller mikrometeorologisk måleteknik.

Referencen, som FF's ureagødninger skal sammenlignes med, bør være udbringning som beskrevet i husdyrgødningsbekendtgørelsen § 27 stk. 11 og 12:

Stk. 11. Udbringning af diammoniumsulfat (svovlsur ammoniak) uden for perioden 1. februar til 1. april og udbringning af kunstgødning, som indeholder ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof), skal ske ved nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, jf. dog stk. 12.

Stk. 12. Udbringning af ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) kan ske uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, såfremt der er tilsat den af ureaseinhibitorproducenten anbefalede mængde ureaseinhibitor, eller gødningen højst indeholder 6 pct. kvælstof.

Det anbefales, at den ammoniakreducerende effekt af FF's behandlinger sammenlignes med fordampningen fra en ureagødning udbragt i flydende gødning på jordoverfladen, som det er praksis i jordbruget, hvor den flydende ureagødning bliver nedbragt ved udbringning i vårsæd eller tilsat ureaseinhibitor (N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (NBPT)) ved udbringning i vintersæd. Ureahandelsgødning skal indeholde mere end 6% kvælstof, og ammoniaktabet måles i forhold til Urea-N indholdet (Urea: kemiske navne er carbamid og kemiske nomenklatur er carbonyldiamid ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$).

For at få et validt udtryk for behandlingen anbefales det, at der gennemføres markforsøg med produkterne og resultaterne af disse indgår i vurderingen af om fordampningen er lav som ved anvendelse af standard ureagødninger udbragt efter reglerne i bekendtgørelsen. Aarhus Universitet finder, at vindtunnelteknologien vil være en billig test, som giver retvisende resultater. Det kan nævnes, at i VERA undergruppen for måling af ammoniakfordampning fra udbragt husdyrgødning (<https://www.vera-verification.eu/test-protocols>) er der konsensus om at vindtunneler kan anvendes til test af effekt af en behandling. Desværre er det reviderede udkast til protokol, hvor dette er beskrevet, ikke godkendt af komiteen, hvilket indebærer, at en test ved brug af vindtunneler p.t. sandsynligvis alene vil blive godkendt i Danmark.

Så vidt vi kan vurdere på baggrund af brevvekslingen i sagen, er der tale om 3 gentagelser af hver af følgende behandlinger:

- Kontrol: standard ureagødning tilsat enten ureaseinhibitor eller nedfældet, nedbragt inden 4 timer.
- Forsuring: For bladgødninger pH 5 eller derunder,
- Forsuring: For basis-gødninger til jorden pH 3 eller derunder
- Komplex-binding af ammonium/ammoniak (f.eks. $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgNO_3$, antages af FF at danne komplekser med ammoniak, hvilket skulle mindske fordampningen
- Anvendelse af andre urease-inhibitorer, som f.eks. borsyre, hvor det er relevant for gødskningsplanen.

Indledende vurdering af forsuring af kvælstofamid og urea som alternativ til nedbringning

Rådgivningsnotat fra DCA – National Center for Fødevarer og Jordbrug

Peter Sørensen

Institut for Agroøkologi, AU

Datablad

Titel:	Indledende vurdering af forsuring af kvælstofamid og urea som alternativ til nedbringning
Forfatter(e):	Seniorforsker Peter Sørensen, Institut for Agroøkologi, AU
Fagfællebedømmelse:	Professor Jørgen Eriksen, Institut for Agroøkologi, AU
Kvalitetssikring, DCA:	Specialkonsulent Lene Hegelund, DCA Centerenheden, AU
Rekvirent:	Departementet, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)
Dato for bestilling/levering:	27.01.2022/ 14.02.2022
Journalnummer:	2022-0335549
Finansiering:	Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening" indgået mellem Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM) og Aarhus Universitet under ID nr. 3.35 i "Ydelsesaftale Planteproduktion 2022-2025".
Ekstern kommentering:	Nej.
Eksterne bidrag:	Ja. Gødningsfirmaet Flex Fertilizer System ApS har bidraget med informationer omkring praktisk anvendelse af forsuret handelsgødning
Citeres som:	Sørensen P. 2022. Indledende vurdering af forsuring af kvælstofamid og urea som alternativ til nedbringning. 6 sider. Rådgivningsnotat fra DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Aarhus Universitet, leveret: 14.02.2022.
Rådgivning fra DCA:	Læs mere på https://dca.au.dk/raadgivning/

Baggrund

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM) har den 27. januar 2022 bestilt et notat ved DCA om forsuring af ureabaserede gødninger med følgende beskrivelse:

Af gødningsanvendelsesbekendtgørelsen fremgår, at

§ 8. Udbringning af diammoniumsulfat (svovlsur ammoniak) uden for perioden 1. februar til 1. april og udbringning af kunstgødning, som indeholder ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof), skal ske ved nedfældning, ved nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, jf. dog stk. 2.

Stk. 2. Udbringning af ureabaserede kvælstofforbindelser (amidkvælstof) kan ske uden nedfældning, nedbringning inden 4 timer eller ved placering i forbindelse med såning, såfremt der er tilsat den af ureaseinhibitorproducenten anbefalede mængde ureaseinhibitor, eller gødningen højst indeholder 6 pct. kvælstof.

FVM ønsker at undersøge reduktionspotentialerne for alternative udbringningsteknikker af svovlsur ammoniak og ureabaserede kvælstofforbindelser – herunder om forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstofforbindelser er en mulighed.

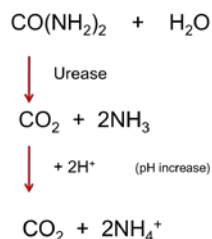
Formålet med denne bestilling er at vurdere, om forsuring af kvælstofamid og ureabaserede kvælstofgødninger til pH 1 vil kunne sikre et tilstrækkeligt lavt pH niveau, således at ammoniakemissionen reduceres væsentligt.

Besvarelse

Vi har ikke kendskab til undersøgelser af ammoniaktab målt efter tilførsel af forsuret ureabaseret gødning. Derfor må notatet baseres på generel viden om urea omsætning i jord i relation til jordbundsforhold.

Urea kaldes også kvælstofamid, og efter tilførsel til jord omsættes det til ammonium (NH_4^+)/ammoniak (NH_3) under medvirken af enzymet urease, der findes overalt i jorden, hvor der er biologisk aktivitet. Ved denne proces forbruges protoner og pH stiger (Fig. 1). Forholdet mellem ammonium og ammoniak er bestemt af pH og ved høj pH øges andelen på ammoniakform og dermed ammoniakfordampningen. I jord omdannes ammonium efterfølgende til nitrat ved nitrifikation og ved denne proces frigives syre. Begge processer påvirkes bl.a. af jordens pH og temperatur.

Urea hydrolysen sker i løbet af få dage, mens den efterfølgende nitrifikation går langsommere (få uger). F. eks. fandt Petersen et al. (2004) en nitrifikationshastighed på ca 2-3 kg N/ha/dag efter tilførsel af 100 kg N/ha i ammonium gødning i starten af maj. Jordtypen har betydning for omsætningshastigheden ved nitrifikation, og der ses typisk en hurtigere nitrifikation ved højere lerindhold i jorden.



Figur 1. Kemisk beskrivelse af urea hydrolyse. Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) omdannes vha. urease til ammoniak (NH_3). Ammoniak omdannes ved optagelse af to protoner til ammonium (NH_4^+), hvorved pH stiger.

Ved urea hydrolysen frigives 2 OH^- molekyler per urea molekyle, hvilket giver en kraftig basisk effekt få dage efter tilførslen. Men da der ved nitrifikationen dannes 2 protoner (H^+) per ammonium molekyle, svarende til i alt 4 protoner (H^+) per urea molekyle vil urea-tilførslen samlet set (efter et par måneder) have en forsurende effekt i jorden.

Vi har fået oplyst af FVM, at gødningsfirmaet Flex Fertilizer System ApS laver en forsuret gødning, der indeholder 50% urea og 10% koncentreret svovlsyre. Det er dog ikke oplyst om denne gødning har pH på 1, som efterspurgt i bestillingen. Ved en støkiometrisk beregning finder vi, at der for at neutralisere den basiske effekt af urea hydrolysen (før nitrifikation) i forhold denne gødningssammensætning skal tilsættes ca. 8 gange mere syre end anvendt i denne blanding. Det betyder, at det vil kræve en meget stor mængde af syre i forhold til urea i gødningen, at lave en forsuret gødning der helt kan neutralisere den basiske effekt af hydrolysen.

Hastigheden af urea hydrolysen i jord er influeret af pH og falder både ved lav og høj pH (Fig. 2). Tilsvarende er nitrifikationen også langsommere ved både lav og høj pH. Ved tilførsel af en forsuret gødning kan derfor forventes en reduceret urease aktivitet omkring den tilførte gødning indtil en andel af ureaen er hydrolyseret, svarende lidt til effekten af en urease inhibitor. Ved anvendelse af urease-inhibitorer er fundet en øget kvælstofudnyttelse, der tilskrives reduceret ammoniaktab (Abalos et al., 2014). Det er dog usikkert hvor effektiv en forsurende er i forhold til ureasehæmmere. En forsinkelse af urea hydrolysen betyder at urea gives længere tid til en fordeling i jorden, og det giver større sandsynlighed for nedbørshændelser før hele mængden af tilført urea er omsat til ammonium/ammoniak. Ved nedbør før urea er omsat vil der være en infiltration og fortynding i jordvæsken, der reducerer risikoen for høj pH og ammoniaktab.

Gødningsfirmaet Flex Fertilizer System ApS har oplyst, at de i små test forsøg i laboratoriet har kunnet registrere et reduceret ammoniaktab de første dage efter tilførsel af en forsuret ureagødning (kun målt i én jordtype). Dette kan sandsynligvis forklares ved en kombineret reduktion i urease aktiviteten og en lidt lavere pH i jorden umiddelbart efter tilførslen. Det er meget usikkert hvad effekten er over en lidt længere periode, idet pH omkring gødningen senere vil stige.

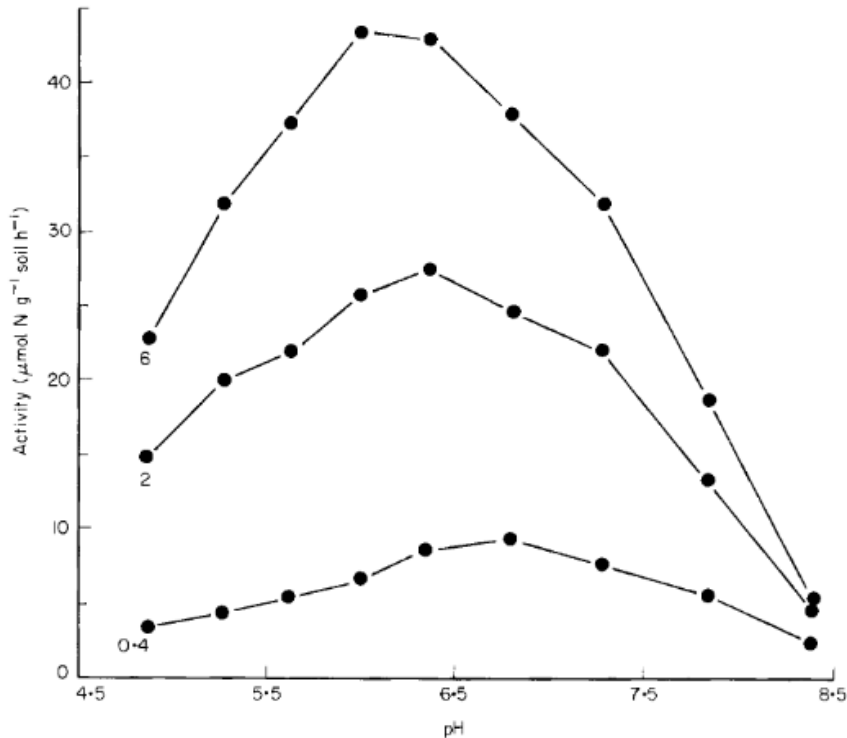


Fig. 8. Effect of soil pH on urease activity at different substrate concentrations (numbers on the curves indicate mol urea-N dm⁻³ soil solution).

Figur 2. Effekt af jordens pH på urease aktiviteten ved tilførsel af varierende mængde urea (Rachhpalsingh & Nye, 1984).

Jord har en pH buffereffekt, der stiger med stigende ler indhold. Det betyder at tilførsel af syre eller base i nogen grad vil blive neutraliseret af jordens bufferkapacitet, og at jordens pH og bufferkapacitet kan være afgørende for pH og dermed ammoniaktab efter tilførsel af gødning. I jord med høj buffervirkning forventes effekten af den tilsatte syre i gødningen derfor hurtigt neutraliseret. Tilsvarende vil pH stigningen ved hydrolyse af urea være begrænset i jord med højt ler indhold og dermed bufferkapacitet.

Betydningen af jordtype for ammoniaktab kan illustreres med et forsøg beskrevet af Sørensen and Jensen (1996), hvor der blev tilført 200 kg urea-N/ha i en flydende gødning, der blev indarbejdet i de øverste 10 cm jord i to forskellige jordtyper før såning af italiensk rajrgræs. I lerjord med 17% ler og pH 6,8 fandtes et N tab på 3% af tilført N, mens der var et tab på 34% i sandjord med 5% ler og pH 7,0. En efterfølgende måling viste at pH i sandjorden steg fra 7,0 til 9,0 nogle dage efter tilførslen af denne mængde urea. I samme forsøg blev tilført samme mængde N i urin. Urin består hovedsagligt af kvælstof på urea form. Urin blev tilført jordoverfladen uden indarbejdning og her var der et tab af tilført N på 23% fra lerjorden og 54% på sandjorden. En del af det høje tab på sandjorden må tilskrives kombinationen af en unormal høj pH 7 på sandjorden kombineret med den lave bufferkapacitet. På lerjorden har der ved overfladeudbringning sandsynligvis også været midlertidig høj pH lige omkring den tilførte urin på grund af en høj koncentration, og tilsvarende må forventes efter tilførsel af flydende urea gødning på jordens overflade.

Disse effekter forventes endvidere at vekselvirke med, om der kommer nedbør kort tid efter tilførslen, der vil medføre en hurtigere infiltration, omfordeling og fortynding af den tilførte urea i jorden.

Samlet vurdering af effekten af forsuring af urea gødning

Det fremgår af ovenstående at ammoniaktab efter tilførsel af urea gødning bestemmes af et kompliceret samspil mellem bl.a. jordens pH og bufferkapacitet (jordtype), fordelingen og koncentrationen af urea i jorden, nedbør samt temperatur efter tilførslen.

Den foreslåede tilsætning af syre vil langt fra være tilstrækkelig til at hindre en betydelig pH stigning i jorden, men det kan forventes, at der under nogle forhold kan ske en vis reduktion af ammoniaktab ved en forsuring af urea gødning pga. en forsinkelse af hydrolysen.

I gennemsnit forventes reduktionen i ammoniaktab at være beskednen, idet syren i en gødning med 50% urea og 10% koncentreret svovlsyre kun kan reducere base dannelsen fra fuldstændig urea hydrolyse med ca. 12%. Det er ikke oplyst om ovennævnte blanding opfylder kravet om pH 1, men vi har antaget at denne blanding opfylder de påtænkte krav til forsuring.

Det vil kræve et meget omfattende forsøgsarbejde at kvantificere en gennemsnitlig effekt af forsuring af urea-baseret gødning på ammoniaktab under markforhold, idet effekten fremkommer i et samspil med mange betydende faktorer.

Referencer

- Abalos, D., Jeffery, S., Sanz-Cobena, A., Guardia, G., Vallejo, A. 2014. Meta-analysis of the effect of urease and nitrification inhibitors on crop productivity and nitrogen use efficiency. *Agriculture Ecosystems & Environment*, **189**, 136-144.
- Petersen, J., Hansen, B., Sørensen, P. 2004. Nitrification of ¹⁵N-ammonium sulphate and crop recovery of ¹⁵N-labelled ammonium nitrates injected in bands. *European Journal of Agronomy*, **21**, 81-92.
- Rachpalsingh, Nye, P.H. 1984. The effect of soil-pH and high urea concentrations on urease activity in soil. *Journal of Soil Science*, **35**, 519-527.
- Sørensen, P., Jensen, E. 1996. The fate of fresh and stored N-¹⁵-labelled sheep urine and urea applied to a sandy and a sandy loam soil using different application strategies. *Plant and Soil*, **183**, 213-220.