



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Planteaffald med pesticider

Håndtering af planteaffald med
indhold af pesticider og
nedbrydning af pesticider i
komposterings- og biogasanlæg

Miljøprojekt nr. 1925

Marts 2017

Udgiver: Miljø- og Fødevarerministeriet

Redaktion:

Jesper Kjølholt, COWI A/S

Marlies Warming, COWI A/S

ISBN: 978-87-93529-75-5

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Forord	5
2.	Sammenfatning og konklusioner	6
3.	Summary and conclusions	8
4.	Indledning	10
4.1	Baggrund	10
4.2	Formål	10
4.3	Metode	11
5.	Regulering af planteaffald med pesticider i nabolande	12
5.1	Norge	12
5.2	Sverige	13
5.3	Holland	13
5.4	Tyskland	15
6.	Pesticider i planteaffald mv. fra væksthuse	16
6.1	Dansk væksthusegartneri	16
6.1.1	Tal om dansk væksthusegartneri	16
6.1.2	Pesticider i dansk væksthusegartneri	16
6.1.3	Planteaffald mv. i dansk væksthusegartneri	18
6.2	Pesticider i planteaffald mv. fra væksthuse	20
6.2.1	Danske undersøgelser	20
6.2.2	Norske undersøgelser	21
6.2.3	Svenske undersøgelser	22
6.2.4	Undersøgelser i andre lande	23
6.2.5	Opsamling vedr. pesticider i planteaffald mv.	24
7.	Nedbrydning af pesticider i komposterings- og biogasanlæg	25
7.1	Nedbrydning i komposteringsanlæg	25
7.1.1	Nedbrydningsprocesser ved kompostering	25
7.1.2	Undersøgelser af nedbrydning af pesticider i komposteringsanlæg	26
7.2	Nedbrydning i biogasanlæg	31
7.2.1	Nedbrydningsprocesser ved bioforgasning	32
7.2.2	Undersøgelser af nedbrydning af pesticider i biogasanlæg	32
8.	Diskussion og konklusioner	35
8.1	Regulering af pesticidholdigt planteaffald	35
8.2	Forekomst af pesticider i planteaffald	35
8.3	Nedbrydning af pesticider i komposterings- og biogasanlæg	36
8.4	Regelgrundlag for udbringning af planteaffald fra væksthuse på landbrugsjord	38
8.5	Samlet vurdering af behandling af pesticidholdigt planteaffald i komposterings- eller biogasanlæg	39
9.	Litteratur	40

1. Forord

Nærværende projekt er udført af COWI på grundlag af et udbud fra Miljøstyrelsen i sommeren 2016 om undersøgelse af "håndtering af planteaffald med indhold af pesticider og nedbrydning af pesticider i komposterings- og biogasanlæg". Projektets fokus har været pesticider i planteaffald fra væksthusegartneri, idet der inden for denne sektor er et antal midler til rådighed, som ikke må benyttes på friland, hvorfor der er nogle særlige overvejelser knyttet til affaldsbortskaffelse fra væksthuse.

Projektet har skullet give Miljøstyrelsen et overblik dels over, hvorledes planteaffald fra væksthuse med indhold af pesticider håndteres af myndigheder i nogle af vores nabolande, dels over mulighederne for at behandle og bortskaffe dette affald via enten komposterings- eller biogasanlæg for at fjerne eller nedbringe restindholdet af pesticider.

Der har været nedsat en følgegruppe for projektet med deltagelse af følgende personer:

Hans Martin Kühl, Miljøstyrelsen (formand)
Anne Fabricius, Dansk Gartneri
Pernille Folker-Hansen, Odense Kommune
Inge Ulsted Sørensen, Gartnerirådgivningen A/S
Lise Bach Hansen, Miljøstyrelsen
Bo Svenning Petersen, Miljøstyrelsen
Linda Bagge, Miljøstyrelsen
Jesper Kjølholt, COWI A/S (projektleder)

Fra COWI har følgende medarbejdere deltaget i projektet:

Jesper Kjølholt (projektleder), Marlies Warming og Niels Peter Arildskov.

Projektet er gennemført i perioden juli til december 2016.

2. Sammenfatning og konklusioner

Baggrund og formål

Inden for væksthushavet i Danmark benyttes der en række pesticider, der ikke er tilladt til anvendelse på friland i Danmark, eller kun er tilladt i lavere doseringer end i væksthuse. Godkendelse af midler til væksthuse sker under den forudsætning, at dyrkningen foregår i et lukket system. Der findes derfor ikke særlige bestemmelser i Danmark, der regulerer håndtering og bortskaffelse af pesticidrester i planteaffald mv. fra væksthuse.

Der foreligger dog enkelte studier, hvor der er påvist pesticidrester i planteaffald mv. fra væksthushavet, som typisk udbringes på landbrugsjord. Der vurderes derfor at være behov for at overveje den fremtidige affaldshåndtering i væksthusektoren, hvilket eventuelt kunne ske ved behandling på f.eks. komposterings- og/eller biogasanlæg. For at give myndighederne et bedre beslutningsgrundlag for, hvordan man mest hensigtsmæssigt kan håndtere problemstillingen fremover, er nærværende projekt iværksat med følgende to konkrete hovedformål:

- At belyse, hvordan man i dag regulerer oplag og bortskaffelse af pesticidholdigt planteaffald fra væksthuse i udvalgte nabolande (Norge, Holland, Sverige og Tyskland), og
- at give overblik over den eksisterende viden om indholdet af pesticider i planteaffald mv. fra væksthuse samt om pesticidernes skæbne i komposterings- og biogasanlæg, særlig i hvilket omfang og hvor hurtigt pesticiderne nedbrydes ved de processer, der foregår i anlæggene.

Det har således ikke indgået i projektet at vurdere miljøfarligheden af de pesticider, der benyttes i væksthushavet, eller foretage en egentlig miljømæssig risikovurdering af udbringning af planteaffaldet på landbrugsjord.

Regulering af planteaffald fra væksthuse med indhold af pesticider

Der er rettet henvendelse til de nationale myndigheder inden for pesticidområdet i fire udvalgte nabolande til Danmark; Norge, Sverige, Holland og Tyskland. Henvendelse har givet det resultat, at der øjensynligt kun i Norge er udarbejdet specifik national lovgivning/regler for planteaffald mv. fra væksthushavet, mens sådant affald i de øvrige lande håndteres efter de generelle regler for håndtering og deponering af affald, herunder farligt affald, som er baseret på EU's affaldsdirektiv 2008/98/EC. I Holland er det dog praksis at sådant planteaffald behandles centralt, hvilket udspringer af en bekendtgørelse om industrielle aktiviteter med miljømæssig betydning. De norske regler er først er trådt i kraft 1. januar 2016 og er ret simple idet kravet til affaldet blot er, at det før udbringning skal opbevares mindst et år på tæt underlag og afskærmet fra nedbør, således at der ikke kan ske udsivning til omgivelserne fra oplaget. Dette gælder dog kun for affald fra væksthuse, hvor der er benyttet særlige pesticider, der ikke kan godkendes til udendørs anvendelse.

Pesticider i planteaffald fra væksthuse

Der er kun identificeret ganske få undersøgelser, der direkte vedrører forekomst af pesticidrester i planteaffald mv. fra væksthuse eller i selve de producerede planter. De mest relevante studier stammer stort set alle fra Norge, mens der ikke foreligger undersøgelser af pesticidindhold i planteaffald fra væksthuse i Danmark. I Norge har man undersøgt planteprodukter og affald fra væksthuse og påvist et betydeligt antal pesticider i planteprodukter, ikke mindst i blomster importeret fra lande uden for EU. Der blev også påvist enkelte aktivstoffer, der ikke er

tilladt i EU. Koncentrationen af langt de fleste stoffer var lavere end 1 mg/kg (vådvægt), mens den maksimale koncentration var 5,1 mg/kg for et enkelt stof og 14,4 mg/kg for summen af alle påviste stoffer. I prøver af kompost fra norske gartnerier blev der kun påvist et mindre antal pesticider, og i alle tilfælde var sumkoncentrationerne lavere end 1 mg/kg (vådvægt).

Pesticiders nedbrydning i komposterings- og biogasanlæg

De gennemgåede undersøgelser viser, at de fleste af de undersøgte pesticider nedbrydes ved kompostering og/eller bioforgasning (eller undergår primær omdannelse så moderstoffet ikke længere kan påvises). I de fleste undersøgelser påviser man kun restkoncentrationer af pesticider i komposterings-/bioforgasningsprodukter og har hverken undersøgt specifikke nedbrydningsmekanismer for de enkelte pesticider eller beregnet forsvindingsrater.

Nedbrydningsmekanismerne for pesticider ved kompostering og ved bioforgasning antages at være de samme, som foregår i hhv. det aerobe og anaerobe jordmiljø. Det er dog sandsynligt, at nedbrydningen ved kompostering eller bioforgasning foregår mere effektivt end i jordmiljøet pga. større biologiske aktivitet og højere temperatur ved disse behandlingsmetoder. Litteraturen indikerer, at den indledende nedbrydning af pesticider ofte forløber nogenlunde effektivt under anaerobe forhold, mens fuld nedbrydning sker væsentligt langsommere, således at der kan ske ophobning af metabolitter. Under aerobe forhold, som ved kompostering, kan der generelt påregnes bedre omdannelse og hurtigere nedbrydningsrater. Sammenfattende vurderes det dog, at der foreligger for få data til, at der kan konkluderes endeligt på egnetheden af kompostering og bioforgasning som behandlingsmetoder for pesticidholdigt planteaffald.

Regelgrundlag for udbringning af planteaffald på landbrugsjord

Mængden af planteaffald fra væksthusegartnerier i Danmark er estimeret til ca. 12.000 tons/år svarende til ca. 4.200 tons tørstof/år. Affaldet fra væksthuse er ikke optaget på Bilag 1 til Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål (slambekendtgørelsen), hvilket betyder, at udspreddning af planteaffald fra væksthuse ikke kan ske i overensstemmelse med reglerne i slambekendtgørelsen.

Kommunen må vurdere, om affaldet kan blive udbragt på landbrugsjord efter §19 i miljøbeskyttelsesloven. En § 19-tilladelse vil forudsætte en form for risikovurdering. Kommunen skal også afgøre, om affaldet er farligt, og om det er egnet til materialenyttiggørelse, forbrænding eller deponering, jf. affaldsbekendtgørelsens § 4, stk. 2.

Samlet vurdering

De gennemgåede undersøgelser er ikke entydige, men indikerer, at der i såvel komposterings- som biogasanlæg kan forventes betydelig omsætning af mange pesticider, dog muligvis med undtagelser. Der er i høj grad mangel på undersøgelser, som mere systematisk forsøger at afdække indflydelsen af forskellige procesparametre (såsom temperatur, ilttilgang, opholdstid mv.) på omsætningsgrad og -rater for aktivstoffer med forskellige karakteristika. Der hævdes i flere undersøgelser at være en positiv korrelation imellem pesticiders bionedbrydelighed i jord og deres omsættelighed ved aerobe komposteringsprocesser, hvilket forekommer plausibelt ud fra teoretiske overvejelser.

Resultaterne er således lovende, men der vurderes dog at være behov for yderligere dokumentation før biologisk behandling i tekniske anlæg kan anbefales officielt til bortskaffelse af pesticidholdigt planteaffald fra væksthuse. Samtidig er de påviste niveauer af pesticider i plantemateriale og vækstmedier fra væksthuse så lave (få mg/kg vådvægt eller lavere), at der under normale omstændigheder næppe vil forekomme planteaffald, der er så pesticidbelastet, at det skal klassificeres som farligt affald, hvilket formelt ville hindre slutbehandling på komposterings- og/eller biogasanlæg.

3. Summary and conclusions

Background and objectives

In the horticultural production in greenhouses in Denmark, a number of pesticides are used that are not authorized for field use, or are only authorized for use in lower dosages than in greenhouses. Approval of products for greenhouse use is made under the presumption that such use takes place in a closed system. Therefore, no specific rules exist in Denmark, which regulate the handling and disposal of plant waste containing residues of pesticides from greenhouses.

However, a few available studies document the presence of pesticide residues in plant waste from greenhouse production. The waste is typically applied to farmland for disposal. There is therefore a need to consider the future management of plant waste in the greenhouse sector, which, for example, could include treatment at composting and/or biogasification facilities. To give the Danish EPA a better basis for decision-making on how to handle this issue in the future, this project was initiated with the following two specific objectives:

- To elucidate how storage and disposal of pesticide-containing plant waste from greenhouses is regulated today in selected neighboring countries (Norway, the Netherlands, Sweden and Germany), and
- to provide an overview of current knowledge about residues of pesticides in plant waste from greenhouses and on pesticide fate in composting and biogas facilities, particularly on how fast and to what extent pesticides are degraded by the processes taking place in such facilities.

Thus, it is not within the scope of the project to assess the environmental hazards associated with the pesticides used in greenhouse production, or to carry out an environmental risk assessment of the application of the generated plant waste on farmland.

Regulation of plant waste with pesticide residues from greenhouses

Inquiries were made to the competent national authorities within the field of pesticide regulation in four selected neighboring countries (Norway, Sweden, the Netherlands and Germany). These gave the result that apparently only in Norway specific national rules on plant waste from greenhouses have been established. In the other countries handling of such waste is regulated by the general rules for the management and disposal of waste, including hazardous waste, which is based on the EU Waste Directive 2008/98/EC. However, in the Netherlands the practice is, based on a regulation concerning industrial activities with environmental significance, to treat such plant waste on municipal facilities, e.g. by composting. The Norwegian rules entered into force on 1 January 2016 and simply state that the plant waste before application to soil must be kept for at least one year on an impermeable surface and shielded from precipitation, thus preventing leakage to the environment during storage. These rules only apply if particular pesticides, which are not authorized for outdoor use, have been used in the greenhouse.

Pesticides in plant waste from greenhouses

Only very few studies were identified, which directly report on the occurrence of pesticide residues in plant waste from greenhouses or in the plants produced there. The most relevant studies originate from Norway, while no studies of pesticide content in plant waste from greenhouses in Denmark were identified. In Norway, plant products and plant waste from greenhouses were analysed and a significant number of pesticides in plant products, especially in flowers imported from countries outside the EU, were identified. Also a few active substances not authorized in the EU were found. The concentrations of most of the active substances detected in plant products were below 1 mg/kg (ww) but a maximum of 5.1 mg/kg (ww) was observed for a

single substance and 14.4 mg/kg (ww) for the sum of substances. In samples of compost from Norwegian greenhouses only a small number of pesticides were detected and the sum of detected pesticides were in all cases lower than 1 mg/kg (ww).

Pesticide degradation in composting and biogas facilities

The reviewed studies show that the majority of the investigated pesticides decompose during composting and/or biogasification (or undergo primary degradation so that the parent compound is no longer detectable). Most studies only report on the concentrations of pesticides in the residuals from composting and/or biogasification and have not investigated degradation mechanisms or dissipation rates for the pesticides studied.

The degradation mechanisms for pesticides by composting and biogasification are assumed to be the same as those taking place under aerobic and anaerobic conditions, respectively, in the soil environment. However, it is considered likely that the degradation in composting or biogasification facilities is more efficient than in the soil due to higher biological activity and higher temperature. The literature indicates that the initial degradation of pesticides often proceeds relatively effectively under anaerobic conditions, while full degradation (mineralisation) takes place much more slowly so that accumulation of metabolites may take place. Under aerobic conditions, as by composting, a higher degree of transformation and faster degradation rates can normally be expected. In summary, however, too few data are available to allow for a final conclusion on the suitability of composting and biogasification as treatment methods for pesticide-containing plant waste.

Regulations for application of plant waste to farmland

The volume of plant waste from horticultural greenhouses in Denmark is estimated to be about 12,000 tonnes/year corresponding to 4,200 tonnes dry weight/year. Waste from greenhouses is not included in Annex 1 to the Statutory Order on the use of waste for agricultural purposes. This means that the use of waste from greenhouses cannot be used in accordance with the rules in the Statutory Order.

The municipality has to assess whether or not the waste can be used on agricultural land according to section 19 of the Environmental Protection Act. A section 19 authorization will require some kind of risk assessment. The municipality must also determine whether the waste is hazardous and whether it is suitable for materials utilization, incineration or landfilling, according to section 4 (4) of the Waste Directive.

Overall assessment

The identified studies are somewhat inconclusive but do indicate that a considerable turnover of many pesticides can be expected by composting as well as biogasification, with some possible exceptions. There is a substantial lack of studies providing systematic information and data on the influence of various process parameters (e.g. temperature, oxygen supply, residence time) on degradation extent and rates for pesticide active substances with different characteristics. Several studies claim that there is a positive correlation between biodegradability of pesticides in soil and their turnover by composting processes, which seems plausible based on theoretical considerations.

Although the preliminary findings seem promising there is a need for more evidence before treatment at municipal composting or biogasification facilities can be recommended officially as a disposal method for pesticide-containing plant waste from greenhouses. The identified levels of pesticides in plant material and organic growth media from greenhouses are so low (a few mg/kg wet weight, or lower) that under normal circumstances it seems unlikely that plant waste should occur with such high pesticide residue levels that it must be classified as hazardous waste. Such a classification would formally prevent composting and/or biogasification facilities from receiving the waste.

4. Indledning

4.1 Baggrund

Dansk væksthushortneri omfatter en række forskellige delproduktioner, hvoraf dyrkning af pryddplanter til indendørs anvendelse (potteplanter) er den både antals- og arealmæssigt vigtigste hovedgruppe, mens grøntsagsproduktion er den anden væsentlige hovedgruppe.

En række af de pesticider, der må anvendes i væksthushortneri, er ikke tilladt til anvendelse på friland i Danmark og rester af dem må derfor heller ikke tilføres miljøet. Forudsætningen for godkendelse af midlerne til brug i væksthuse er, at dyrkningen i væksthuse anses for at foregå i et lukket system¹. Der findes derfor ikke konkrete bestemmelser i Danmark, der regulerer håndtering og bortskaffelse af pesticidrester i planteaffald mv. fra væksthuse ud over den generelle håndtering af affald i kraft af implementeringen af EU's rammedirektiv for affald.

Der foreligger dog enkelte studier, hvor der er påvist pesticidrester i planteaffald og/eller brugte vækstmedier, der typisk udbringes på jord.

En mulig måde at håndtere dette på kunne f.eks. være at lade planteaffald og vækstmedier behandle i komposterings- eller biogasanlæg for at få nedbrudt eventuelle pesticidrester til et niveau, hvor komposten eller biogasrestproduktet kan udbringes på dyrknings- eller anden jord uden nærmere restriktioner.

4.2 Formål

Med henblik på at etablere et bedre beslutningsgrundlag for, hvordan man mest hensigtsmæssigt kan håndtere problemstillingen med planteaffald fra væksthuse fremover, har Miljøstyrelsen derfor ønsket gennemført et projekt med følgende to konkrete hovedformål:

- At belyse, hvordan man i dag regulerer oplag og bortskaffelse af pesticidholdigt planteaffald fra væksthuse i udvalgte nabolande (Norge, Holland, Sverige og Tyskland), samt
- at give et overblik over den eksisterende viden om pesticidindhold i planteaffald mv. fra væksthushortnerier samt om pesticidernes skæbne i komposterings- og biogasanlæg, særlig i hvilket omfang og hvor hurtigt pesticiderne nedbrydes ved de processer, der foregår i anlæggene.

Det har således ikke indgået som en del af projektet at beskrive eller vurdere miljøfarligheden af de aktivstoffer og midler, der benyttes i væksthushortneri, eller foretage en egentlig miljømæssig risikovurdering af pesticidanvendelsen eller af udbringning af planteaffald mv. fra væksthuse på landbrugsjord, men alene at undersøge om kontrolleret kompostering og bioforgasning af dette affald på fællesanlæg kan anses for gangbare bortskaffelsesmetoder, set fra myndighedernes side.

¹ Et "væksthus" er i Pesticidforordningen (1107/2009/EF) defineret som et faststående, lukket rum til afgrødeproduktion, som man kan gå ind i, og som er forsynet med sædvanligvis transparente vægge og tag, der giver mulighed for kontrolleret udveksling af materialer og energi med omgivelserne og forhindrer udslip af plantebeskyttelsesmidler i miljøet.

4.3 Metode

Løsningen af den første del af opgaven (kapitel 5), hvordan regulering af pesticidholdigt planteaffald foregår i udvalgte nabolande, har været baseret på interviews med de kompetente nationale myndigheder i de fire udvalgte lande samt gartneriets brancheorganisationer i landene. Spørgeskemaerne, som er benyttet i forbindelse med interviews med myndigheder og brancheorganisationer, er vedhæftet som Bilag 1.

Tilgangen til projektets anden del, sammenstilling af viden om forekomst af pesticider i planteaffald (kapitel 6) og om pesticiders omsætning i komposterings- og biogasanlæg (kapitel 7), har altovervejende været litteraturbaseret og er foregået på basis af generelle internetsøgninger, søgninger i udvalgte bibliografiske databaser samt på relevante myndigheder og vidensinstitutioners hjemmesider. I Kapitel 6 er der fokuseret på relevante undersøgelser af pesticider, som er godkendt til anvendelse i væksthuse i Danmark. Kapitel 7 omfatter derimod undersøgelser af en bredere vifte af pesticider for at muliggøre mere generelle konklusioner om pesticiders omsætning og skæbne i komposterings- og biogasanlæg.

5. Regulering af planteaffald med pesticider i nabolande

5.1 Norge

I Norge er myndighedernes regulering og administration af pesticidområdet, herunder godkendelse af aktivstoffer og midler, henlagt til Mattilsynet, som er en styrelse/statsinstitution under Lantbruks- og matdepartementet.

En ny "Forskrift om plantevernmidler" blev vedtaget i 2015 og trådte i kraft den 1. juni samme år. Forskriftens § 25 indeholder bestemmelser om "Behandling og levering av rester, emballasje og ubrukte plantevernmidler", herunder en ny bestemmelse for håndtering af planteaffald og vækstmedier o.lign., som lyder:

"Når det er brukt spesialpreparat for veksthus, skal vegetativt avfall, jordblandinger, vekstmedium og lignende som fjernes fra veksthuset, lagres i minst ett år på tett underlag og skjermet fra nedbør på en slik måte at det ikke gir avrenning til omgivelsene." (§25, afsnit 6)

Der er udarbejdet en vejledning til forskriften om plantevernmidler, der dog ikke indeholder yderligere detaljer om den konkrete håndtering af planteaffald o.lign. fra væksthuse. Bestemmelsen gælder kun for affald fra væksthuse, hvor der er benyttet "spesialpreparat for veksthus", der defineres som "plantevernmidler som etter en miljøvurdering ikke vil være godkjent for vanlig bruk på friland".

Bestemmelsen, der trådte i kraft den 1. januar 2016, gælder altså ikke bredt for midler, der kun er godkendt til anvendelse i væksthuse og ikke på friland, men kun for midler mærket med betegnelsen "Spesialpreparat for veksthus", som er midler, hvor man har fundet det nødvendigt med en sådan mærkning ud fra en miljøvurdering².

Per 18. oktober 2016 var der ingen midler på det norske marked, som var forsynet med en sådan mærkning, og Mattilsynet har derfor p.t. ingen konkrete erfaringer med tilsyn eller hvilke løsninger branchen har valgt³.

Ifølge gartneriets brancheorganisation i Norge, Norsk Gartnerforbund⁴, har man endnu ikke noget overblik over, i hvilket omfang de nye regler er under implementering i praksis, og der foreligger p.t. ikke yderligere vejledningsmateriale. Den typiske håndtering og bortskaffelse er midlertidig oplagring i (kompost)bunker uden for drivhusene og efterfølgende udspredning på og nedpløjning i landbrugsjord uden for vækstsæsonen.

²

http://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/bruk_av_plantevernmidler/hvilke_krav_gjelder_for_lagring_av_veksthus_avfall.21638

³ Mattilsynet, personlig kommunikation (mail) med Torhild Compaore, 18. oktober og 4. november 2016.

⁴ Norsk Gartnerforbund, Ronny Berdinesen, personlig kommunikation, 20. og 28. oktober 2016.

Baggrunden for, at man i Norge har valgt at regulere på området er, at man over en årrække i stigende grad er blevet opmærksom på, at væksthuse ikke kan betragtes som lukkede systemer og dermed kan være kilder til belastning af jord, overfladevand og grundvand med uønskede stoffer. Mattilsynet peger især på resultater af forskning og projekter i Norge og Sverige, som har dokumenteret pesticidindhold i produkter og i spildevand fra væksthuse eller udsivning fra områder med væksthusegartnerier⁵.

Der peges f.eks. på undersøgelser foretaget i 2010 af Roger Roseth på Bioforsk (siden 2015 en del af Norsk Institutt for Bioøkonomi, NIBIO), som en væsentlig del af baggrunden, idet undersøgelsesrapporten (Roseth, 2010) dokumenterer indhold af en række pesticider i planteaffald og vækstmedier mv. samt i udsivende vand fra kompostbunker ved væksthuse, og dermed sætter fokus på problemstillingen. Resultaterne af denne og beslægtede undersøgelser fra Norge og Sverige omtales nærmere i kapitel 6.

Allerede i 2009 var man fra myndighedsside i Norge i et vist omfang opmærksom på problematikken med afgivelse af pesticider fra væksthusegartnerier. Dette afspejles f.eks. i en publikation fra Statens Forurensningstilsyn, SFT, om "Kartlegging av plantevernmiddebruk i veksthus som kan ha forårsaket grunnforurensning" (SFT, 2009).

5.2 Sverige

Kemikalieinspektionen (KEMI) er den statslige myndighed i Sverige, som har ansvaret for pesticidområdet inkl. godkendelser. KEMI⁶ har i svar på vores henvendelse til dem tilkendegivet, at der ikke findes nogen særskilt regulering af pesticidholdigt affald i Sverige, og at der heller ikke er nogen aktuelle planer om sådan regulering.

I Sverige gælder for planteaffald med indhold af pesticider den samme lovgivning og de samme regler som for håndtering, bortskaffelse og deponering af andet affald, herunder farligt affald, dvs. bestemmelser baseret på den svenske implementering af EU's rammedirektiv for affald (2008/98/EC). Affaldslovgivning og tilhørende bestemmelser hører i Sverige under Naturvårdsverket⁷.

I branchen bekræfter man, at der ikke gælder særlige regler i Sverige for håndtering og bortskaffelse af planteaffald mv. fra væksthuse, og at sædvanlig praksis ligner den fra Danmark og Norge. Dvs. midlertidig oplagring i en (kompost)bunke i umiddelbar nærhed af væksthuset uden særlige beskyttelsesforanstaltninger og efterfølgende udbringning på agerjord, typisk en gang om året⁸.

5.3 Holland

Den pesticidgodkendende myndighed i Holland er College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (Ctgb; på engelsk: Board for the Authorisation of Plant Protection Products and Biocides). Som svar på vores henvendelse viderefremmede Ctgb dog forespørgslen til Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM; på engelsk: Ministry of Infrastructure and the Environment) og National Plant Protection Organization (NPPO)⁹ som de relevante myndigheder til at besvare spørgeskemaet og indhente informationer.

⁵ Se fodnote 2 for detaljer.

⁶ Peter Bergkvist, KEMI, personlig kommunikation, 7. oktober 2016

⁷ Emil Jansson, Naturvårdsverket, personlig kommunikation, 18. oktober 2016

⁸ Bengt Jönsson, Ordförande, LRF Trädgård, Sektion Prydnadsväxter. Personlig kommunikation, 3. november 2016

⁹ NPPO er en organisation, som hører under den hollandske myndighed for fødevarer sikkerhed og forbrugerprodukter; Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)

Ctgb henviste desuden til to undersøgelser, som beskrives nedenfor. Ud over disse har vores henvendelser ikke resulteret i konkrete svar eller mere information om emnet fra hverken Ctgb, lenM eller NPPO. Dette tyder på, at der ikke findes særskilt lovgivning eller regler for håndtering af planteaffald fra væksthuse i Holland, men formodningen har ikke kunnet bekræftes.

NPPO har foretaget en undersøgelse af forekomsten af restkoncentrationer af pesticider i frugt og grønt, som er produceret i hhv. Holland, EU og uden for EU (NWWA 2015). Denne undersøgelse refereres kort i kapitel 6.

Derudover har Landbouw Economisch Instituut (LEI) under Wageningen Universitet foretaget en undersøgelse af affaldsmængder i landbruget i Holland. Af denne undersøgelse (Bondt *et al.* 2010) fremgår, at affaldsmængden af substrat/stenuld og planteaffald fra væksthushusproduktionen har ligget meget stabilt på hhv. ca. 135.000 og 220.000 tons/år (Tabel 1). Det samlede væksthushusareal i Holland ligger på ca. 10.000 hektar (Dansk Gartneri, 2015).

Tabel 1. Affald fra væksthushusproduktionen i Holland (Bondt *et al.* 2010). Mængder angivet i kton vådvægt.

	1997	2001	2002	2003	2004	2005
Substrat/ stenuld	130	136	136	136	135	136
Planteaffald fra væksthushusproduktion	210	219	220	219	219	220

Ifølge Dansk Gartneri har den hollandske gartneribrancheorganisation LTO tidligere oplyst, at det er fast praksis i Holland at bortskaffe planteaffald o.lign. fra gartnerier til kommunale behandlingsanlæg (komposteringsanlæg) frem for at opbevare og genanvende affaldet på stedet. Dette sker både pga. manglende plads til oplag lokalt samt for at minimere spredning af skadedyr og sygdomme¹⁰. Derudover gør LTO¹¹ opmærksom på at planteaffald håndteres forskelligt i hhv. vækstsæsonen og under udskiftning af afgrøderne. I vækstsæsonen er affaldsmængderne mindre og affaldet opbevares derfor i containere (lukkede eller overdækkede) indtil bortskaffelse til affaldsbehandlingsanlæg kan finde sted. Evt. vand fra containere skal opsamles og afledes som spildevand.

Ved udskiftning af planter (for grøntsager er det typisk i november) opstår større mængder af planteaffald, som opbevares i bunker. Afhængigt af den ønskede oplagstid må affaldet placeres direkte på jorden (oplag < 2 uger) eller placeres oven på min. 15 cm absorberende materiale (oplag mellem 2 uger og 6 måneder). Derudover skal oplag af planteaffald altid overdækkes, overholde en minimumafstand på 5 m til nærmeste å/sø og min. 100 m til nærmeste nabo af hensyn til lugtgener. Hvis planteaffaldet opbevares på befæstet areal eller i containere, skal affaldet overdækkes og evt. vand skal opsamles og afledes som spildevand.

LTO kunne også oplyse, at ikke alle virksomheder er fortrolige med reglerne vedr. oplag af planteaffald og håndtering af udsivende vand fra affaldet, hvilket kan medføre bøder når reglerne håndhæves. Ifølge LTO udspringer reglerne fra "het Activiteitenbesluit" (på dansk: Aktivitetsbekendtgørelsen). Denne bekendtgørelse regulerer virksomheders aktiviteter med en særlig miljømæssig relevans i alle sektorer. lenM (Ministeriet for infrastruktur og miljø) er den ansvarlige, nationale myndighed for aktivitetsbekendtgørelsen.

¹⁰ Anne Fabricius, Dansk Gartneri, personlig kommunikation, 21.11.2016.

¹¹ Helma Verberkt, Guus Meis, LTO Glaskracht Nederland, personlig kommunikation, november – december 2016.

5.4 Tyskland

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) er den statslige myndighed i Tyskland, som på forbunds niveau varetager pesticidområdet inkl. pesticidgodkendelser. Medarbejdere fra BVL har imidlertid tilkendegivet, at den nationale miljømyndighed Umweltbundesamt (svarende til Miljøstyrelsen) er den relevante myndighed for henvendelse om spørgsmål vedr. regulering af pesticidholdigt affald.

UBA, som også har særskilte ansvarsområder i godkendelsen af pesticider, oplyser, at der ikke findes nogen særskilt regulering af anvendelse eller bortskaffelse af pesticidholdigt affald fra gartnerier. Efter tilgængelig viden komposteres og genanvendes planteaffald på gartneriernes egen grund¹². UBA oplyser også, at der findes en kompostbrancheorganisation¹³, som udfører kvalitetsmærkning af kompostprodukter i Tyskland.

Dermed gælder for planteaffald med indhold af pesticider på nationalt niveau i Tyskland den samme lovgivning og de samme regler som for håndtering, bortskaffelse og deponering af andet affald, herunder farligt affald, dvs. bestemmelser baseret på den tyske implementering af EU's rammedirektiv for affald (2008/98/EC). Affaldslovgivning hører i Tyskland under flere enheder under Miljøministeriet samt reguleres på delstatsniveau¹⁴.

Ifølge en rapport fra en arbejdsgruppe om affaldsvejledning til gartnerier og blomsterhandlere fra den tyske region Unterfranken i delstaten Bayern er egenkompostering i gartnerierne en selvfølge, mens blomsterhandlere pga. manglende behov for kompost benytter de kommunale genbrugssystemer for bortskaffelse af planteaffald o.lign. (Arbeitsgemeinschaft Abfallberatung, 2000).

¹² Tim Hermann, UBA, personlig kommunikation, 27. oktober 2016

¹³ Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. <http://www.kompost.de/startseite/>

¹⁴ Achim Gathmann, BVL, personlig kommunikation, 24. oktober 2016

6. Pesticider i planteaffald mv. fra væksthuse

6.1 Dansk væksthushgartneri

6.1.1 Tal om dansk væksthushgartneri

Ifølge publikationen "Tal om gartneriet" (Dansk Gartneri, 2012 og 2015) tegner væksthushgartneri sig for hovedparten af produktionsværdien i gartnerierhvervet i Danmark, i 2011 således for ca. 3 mia. kr. ud af erhvervets samlede produktionsværdi på 4,4 mia. kr. Potteplanter udgjorde alene over halvdelen af den samlede produktionsværdi (54 %), mens væksthushgrøntsager udgjorde 11 %.

Det samlede væksthushareal i Danmark var ca. 4,22 millioner m² i 2015 (ubenyttede arealer fratrukket), hvoraf 54 % anvendtes til produktion af potteplanter og 26 % til dyrkning af grøntsager, jf. Statistikbankens¹⁵ oplysninger om væksthushafgrøder. Resten udgjordes af udplantningsplanter og "andet" (ca. 10 % hver). Antallet af væksthushgartnerier, hvoraf hovedparten er beliggende på Fyn, har været faldende gennem en årrække, fra 707 i 1999 til 395 i 2011. Denne tendens afspejles indirekte gennem alderen på væksthushene, hvoraf ca. 62 % var over 20 år gamle i 2011, mens kun 15 % var mindre end 10 år (Dansk Gartneri, 2015). Det samlede dyrkningsareal i væksthuse har imidlertid ikke vist faldende tendens gennem de senere år og det ser således ud til, at det gennemsnitlige dyrkningsareal for de tilbageværende væksthushgartnerier er blevet forøget.

Væksthushgartnerierhvervet er overvejende et eksporterhverv. Eksporten af blomster og planter havde i 2011 således en samlet værdi på ca. 2,2 mia. kr. med Tyskland som det største aftagerland (31 %) efterfulgt af Sverige, Holland og Norge. Potteplanter er den vigtigste eksportafgrøde og tegner sig for over 60 % af den samlede eksport af gartneriprodukter fra Danmark (Dansk Gartneri, 2015).

Til sammenligning var antallet af væksthushgartnerier i Holland, omend også for nedadgående, stadig ca. 4800 i 2013, mens væksthusharealet var mere end 100 mio. m² og værdien af eksporterede snitblomster og potteplanter (både væksthush og friland) omkring 40 mia. kr. I Holland er værdien af produktionen af grøntsager større end værdien af blomster- og potteplanteproduktionen (samlet for væksthuse og friland) (Dansk Gartneri, 2015).

6.1.2 Pesticider i dansk væksthushgartneri

Miljøstyrelsen har til projektet udmeldt følgende pesticidaktivstoffer som de, der er godkendt til anvendelse i væksthushgartneri i Danmark, og styrelsen har desuden peget på et antal aktivstoffer som de vigtigste vurderet på basis af skønnede mængder og behandlingshyppigheder (markeret med **fed skrift** i Tabel 2).

Der er i 2016 i alt 54 aktivstoffer, der er godkendt til anvendelse i væksthush, hvoraf de 9 udelukkende må anvendes der, mens de øvrige også må anvendes til et eller flere formål på friland. Listen rummer 21 insekticider, 21 fungicider, 10 vækstregulatorer, 1 mos/algemiddel og 1 sneglemiddel. 5 af de 9 aktivstoffer, der udelukkende må benyttes i væksthuse, er vækstregulatorer, mens 3 er insekticider og 1 er et fungicid.

¹⁵ <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>

Tabel 2. Oversigt over alle i 2016 godkendte og de skønnede vigtigste pesticid-aktivstoffer i dansk væksthushortikultur (Kilde: Miljøstyrelsen).

Kategori	Aktivstof navn	Kun godkendt til væksthushortikultur	Godkendt til væksthushortikultur og friland	
Insekticider	Abamectin	X	*)	
	Acetamiprid		X	
	Alpha-cypermethrin		X	
	Azadirachtin		X	
	Bifenazate		X	
	Cypermethrin		X	
	Fenpyroximat		X	
	Fonicamid		X	
	Hexythiazox		X	
	Imidacloprid		X	
	Indoxacarb		X	
	Kaliumoleat		X	
	Lambda-cyhalothrin		X	
	Milbemectin		X	
	Pirimicarb		X	
	Pymetrozin		X	
	Pyrethin I + II		X	
	Pyriproxyfen	X		
	Spinosad	X	**)	
	Spirotetramat		X	
	Thiacloprid		X	
	Fungicider	Azoxystrobin		X
		Boscalid		X
Cyprodinil			X	
Difenoconazol			X	
Dimetomorph			X	
Fenhexamid			X	
Fenpyrazamin		X		
Fludioxonil			X	
Fosetyl-AI			X	
Imazalil			X	
Kresoxim-methyl			X	
Laminarin			X	
Mancozeb			X	
Mandipropamid			X	
Metrafenon			X	
Propamocarb			X	
Prothioconazol			X	
Pyraclostrobin			X	
Pyrimethanil			X	
Svovl			X	

Kategori	Aktivstof navn	Kun godkendt til væksthuse	Godkendt til væksthuse og friland
	Tolclofos-methyl		X
Vækstregulatorer	1-naphtyleddikesyre	X	
	6-benzyladenin	X	
	Chlormequat-chlorid		X
	Daminozid	X	
	Ethephon		X
	Mepiquat-chlorid		X
	Metconazol		X
	Natriumsølvthiosulfat	X	
	Paclobutrazol	X	
	Prohexadion-calcium		X
Mos-/algecidler	Quinoclamid		X
Sneglemidler	Ferrifosfat		X

*) Abamectin har på dispensation gældende fra 01.07.2016 til 28.10.2016 tillige været godkendt til anvendelse mod trips i porrer på friland.

**) Spinosad har på dispensation gældende fra 01.07.2016 til 28.10.2016 tillige været godkendt til anvendelse mod pletvingefrugtfluer i en række bærafgrøder samt kirsebær og blommer.

De mængder aktivstoffer, der er anvendt specifikt i væksthusegartneri, er vanskelige at udtrække af den seneste, tilgængelige bekæmpelsesmiddelstatistik¹⁶. Dette gælder især for de aktivstoffer og midler, der både er godkendt til anvendelse i væksthuse og på friland. De samlede mængder, der forbruges i væksthuse, er dog generelt meget mindre end de mængder, der typisk forbruges i landbrugs- og andre frilandsafgrøder.

Baseret på salgsdata fra 2013 og 2014 for de aktivstoffer, der udelukkende er godkendt til væksthuse, vurderes mængden anvendt til væksthuseformål at være mindre end 100 kg as/år for hvert aktivstof, dog med vækstregulatoren daminozid som en undtagelse idet salget i 2014 af dette aktivstof var 2157 kg. Ifølge oplysninger fra Miljøstyrelsen baseret på ekspertskøn foretaget ud fra salgsdata for de øvrige aktivstoffer er salget til væksthuseformål af fungicidet fosetyl-Al ca. 1300 kg as/år og for vækstregulatoren chlormequat-chlorid mere end 10.000 kg as/år. Forbruget i væksthuse af alle andre aktivstoffer skønnes at være mindre end 400 kg as/år per aktivstof og for de fleste stoffer mindre end 100 kg as/år.

6.1.3 Planteaffald mv. i dansk væksthusegartneri

Produktion af planter, blomster og spiselige afgrøder i væksthuse giver anledning til generering af en ikke-ubetydelig mængde organisk affald bestående dels af plante-/afgrøderester og dels af brugte vækstmedier (jord, sphagnum mv.). Det er især dyrkning af pryddplanter og blomster, der giver anledning til generering af organisk vækstmedieaffald, mens grøntsager i betydelig grad dyrkes i jordfri vækstmedier såsom stenuldsproduktet Grodan. Efter endt brug bortskaffes dette enten direkte til deponering eller sendes til oparbejdning og genanvendelse.

¹⁶ Bekæmpelsesmiddelstatistik 2014, Orientering nr. 13, 2015 fra Miljøstyrelsen.

På baggrund af henvendelser til Dansk Gartneris sektioner for dyrkning af hhv. prydplanter og grøntsager¹⁷ skønnes den årlige mængde af planteaffald mv. fra dansk væksthusegartneri groft til at være i størrelsesordenen 12.000 tons/år (vådvægt).

Dette grove skøn er baseret på oplysninger om en affaldsproduktion svarende til ca. 7 m³/år frisk affald per 1000 m² dyrkningsareal for potte- og andre prydplanter og et samlet dyrkningsareal for potteplanter mv.¹⁸ på 2.862.000 m². Antages derudover en volumenvægt af affaldet på ca. 0,4 tons/m³ (vådvægt) på baggrund af erfaringstal fra beslægtede affaldstyper fås en samlet omtrentlig mængde af plante- og vækstmedieaffald fra denne del af væksthusektoren på ca. 8.000 tons/år (vådvægt).

Væksthusgrøntsager dyrkes i praksis ikke i jord eller sphagnum, men typisk i et mineralsk medium så som Grodan (stenuldsprodukt) eller lignende. Mængden af komposterbart affald fra denne delsektor er derfor meget mindre end fra potteplantesektoren, da der udelukkende er tale om affald fra planter. Grøntsagsdelen af væksthusektoren, hvor de primære afgrøder er tomater og agurker, havde i 2011 et samlet areal på 1.212.000 m² svarende til ca. 121 hektar. Det er skønnet af branchen, at den gennemsnitlige affaldsmængde på vådvægtbasis er omkring 25 tons/hektar og den samlede mængde planteaffald fra dyrkning af grøntsager bliver dermed ca. 3000 tons/år (vådvægt).

Det vides ikke præcis, hvad afgrødekategorien "andet" (415.000 m²) omfatter, men det antages her, at mængden af planteaffald per arealenhed er den samme som den fra potteplanter, hvilket giver en planteaffaldsmængde på ca. 1.000 tons/år (vådvægt) fra denne kategori.

Det vurderes, at den således skønnede samlede mængde planteaffald mv. på ca. 12.000 tons/år (vådvægt) fra væksthuse i Danmark er plausibel da denne mængde svarer til omkring 27 tons/ha væksthuseareal (2011-tal), hvor mængden af planteaffald fra væksthuse i Holland (jf. tabel 1) svarer til ca. 22 tons/ha væksthuseareal. Det skal her tages i betragtning, at arealet med grøntsager dyrket i væksthuse i forhold til det samlede væksthuseareal er forholdsvis højt i Holland (ca. 50 %) end i Danmark (ca. 27 %), hvilket har betydning da dyrkning af grøntsager resulterer i en noget mindre mængde planteaffald per arealenhed end potte-/prydplanter.

Den sædvanlige praksis for bortskaffelse af planteaffald fra væksthuse er lokal, midlertidig oplagring ("kompostering") og efterfølgende udbringning på et egnet jordareal og indarbejdning i jordmatricen, typisk en gang om året. På baggrund af samtaler med Gartnerirådgivningen¹⁹ og repræsentanter for væksthusektoren i Dansk Gartneri²⁰ vurderes det, at der i de fleste tilfælde er tale om passiv oplagring af det organiske affald, indtil det udbringes på landbrugsjord eller eventuelt bortskaffes på anden vis (f.eks. ved kommunal kompostering eller forbrænding), og at der kun i mindre grad foregår en egentlig kompostering undervejs.

¹⁷ Jørgen K. Andersen, formand for Dansk Gartneri, væksthusegartner (potteplanter) samt Kurt Christiansen, formand for væksthusegrøntsagssektionen i Dansk Gartneri, væksthusegartner (grøntsager). Personlig kommunikation, uge 42-44, 2016.

¹⁸ Ifølge "Tal om gartneriet 2015" var det samlede væksthuseareal i 2011 på 4.489.000 m², hvoraf 1.212.000 m² var grøntsager, 59.000 m² var snitblomster og -grønt, 2.367.000 m² var potteplanter, 436.000 m² var udplantningsplanter og 415.000 m² var "andet". Lægges arealerne af potteplanter, snitblomster/-grønt og udplantningsplanter sammen findes det samlede areal af planter, der vurderes (primært) at blive dyrket i jord eller andet organisk vækstmedie, til 2.862.000 m².

¹⁹ Inge Ulsted Sørensen, Gartnerirådgivningen. Personlig kommunikation, 26. oktober 2016

²⁰ Se fodnote 17 for detaljer.

I en undersøgelse foretaget af Larsen og Sørensen (2016) for Dansk Gartneri angives det, at 33 ud af 46 adspurgte gartnerier svarede, at de opbevarede planteaffaldet i kompostbunker indtil udbringning af affaldet, typisk på en nærliggende mark, mens 13 opbevarede affaldet i en container med henblik på senere destruktion på et affaldsforbrændingsanlæg eller evt. omsætning på et kommunalt komposteringsanlæg. Kun i få tilfælde var kompostbunke, hhv. container, overdækket. Nogle gartnerier har som praksis at flytte kompostbunken med mellemrum, så den ikke ligger på samme sted år efter år.

6.2 Pesticider i planteaffald mv. fra væksthuse

Væksthusproduktion af prydplanter og grøntsager mv. indebærer for størstepartens vedkommende anvendelse af pesticider i større eller mindre omfang f.eks. afhængigt af typen af produktion, særlig prydplanter/blomster versus grøntsager, og om produktet skal eksporteres og leve op til særlige krav i den anledning eller ej. I nogle af de store grøntsagskulturer, f.eks. tomater, agurker og peber, er der i dag udstrakt brug af biologisk bekæmpelse, der har bevirket en reduceret brug af især insektmidler i forhold til tidligere.

Ikke desto mindre må det som udgangspunkt forventes, at planteaffald mv. fra væksthusegartnerier kan indeholde rester af en række forskellige pesticider. Dette indikeres også af, at der i undersøgelsen af Larsen og Sørensen (2016) er påvist en række pesticider i forskellige spildevandsfraktioner fra væksthuse.

Der er derfor i dette projekt gennemført en informationssøgning, dels i form af en internetbaseret litteratursøgning og dels i form af direkte henvendelser til pesticidmyndigheder, gartneribranchen og forskningsinstitutioner. Søgningen har imidlertid kun resulteret i identifikation af et begrænset antal publikationer (rapporter, artikler) om pesticidrester i plantemateriale og jord fra væksthuse. De vigtigste resultater af de få identificerede undersøgelser, der også omfatter undersøgelser af produkter, resumeres i det følgende.

6.2.1 Danske undersøgelser

Der er ikke identificeret nogen danske undersøgelser af pesticidindhold i planteaffald o.lign. fra væksthuse. Der er derimod i 2015 udført et projekt om håndtering af spildevand i dansk væksthusegartneri (Larsen og Sørensen, 2016), som bør omtales her, da det omfatter analyseresultater for forskellige fraktioner af produktions- og afløbsvand på væksthusegartnerier, og som dermed kan give en god indikation på, hvilke aktivstoffer der anvendes i praksis og derfor også vil kunne forekomme i behandlet plantemateriale og pottemuld/organiske vækstmedier.

Undersøgelsen omfattede i alt ca. 60 gartnerier, hvoraf der er taget en eller flere prøver til analyse på omkring halvdelen. De undersøgte spildevandsfraktioner er vand fra returkar, dræn-/afløbsvand, vandløb og søer samt en enkelt prøve taget i en vandpyt ved en kompostbunke.

I alt er der foretaget 58 pesticidanalyser, hvoraf de 26 er på vand fra returkar, mens 15 repræsenterer dræn/afløb, 12 er prøver fra vandløb og søer og 5 er "andet". Der er påvist i alt 39 forskellige aktivstoffer i returkarrene, hvoraf flonicamid var det hyppigst forekommende (21/26) efterfulgt af boscalid (20/26) og dimethomorph (17/26). Yderligere seks stoffer blev påvist i over halvdelen af prøverne (imidacloprid, azoxystrobin, paclobutrazol, thiacloprid, propamocarb og carbendazim+benomyl²¹), mens 24 ud af de 39 påviste stoffer kun forekom i 1-3 prøver.

²¹ Fungiciderne carbendazim og benomyl har ikke været godkendt i Danmark i en årrække, men carbendazim er hovedmetabolit ved nedbrydning af thiophanat methyl (og benomyl) og kan derfor muligvis stamme fra brugen af dette stof. En anden mulighed er, at stoffet forekommer fordi det (eller benomyl eller thiophanat methyl) har været benyttet ved dyrkning af stiklinger, der senere er importeret til Danmark.

11 af de 18 aktivstoffer, der i tabel 2 er vurderet som de vigtigste i væksthuse i Danmark, er påvist i prøverne, og langt størstedelen er blandt de hyppigst påviste. Blandt de resterende 7 stoffer er der tre, der ikke er påvist over detektionsgrænsen, mens de fire sidste ikke har indgået i analyseprogrammet (fosetyl-Al, chlormequat-chlorid, daminozid og natriumsølvthiosulfat).

I den prøve, der blev udtaget i en vandpyt ved en kompostbunke, blev der identificeret indhold af 10 forskellige aktivstoffer, heraf fire i koncentrationer over 1 µg/l: Imidacloprid (4,4 µg/l), thiacloprid (3,4 µg/l), dimethomorph (1,5 µg/l) og propamocarb (1,3 µg/l). De øvrige påviste aktivstoffer var azoxystrobin, boscalid, fludioxonil, pirimicarb, propiconazol og tebuconazol, hvoraf ingen optrådte i en koncentration højere end 0,33 µg/l. Alle de nævnte stoffer er godkendt til anvendelse både i væksthuse og på friland.

6.2.2 Norske undersøgelser

De mest relevante af de identificerede undersøgelser er udført i Norge og omfatter både planteprodukter (potteplanter og blomster), plantejord, planteaffald og kompostbunker samt udsivende vand fra disse.

Roseth (2010) undersøgte således pesticidrester i potteplanter og afskårne blomster (alle roser), både norsk producerede og importerede, i alt 23 prøver (17 potteplanter, 5 afskårne roser og 1 blomsterløg), samt blandprøver af affalds-/kompostbunker fra to norske væksthusegartnerier og udsivende vand fra disse. Resultaterne af disse analyser er også publiceret i en videnskabelig artikel af Haarstad *et al.* (2012), der tillige omfatter en række relaterede miljøprøver fra hhv. Norge og Australien, og omtales desuden kort i et kapitel af Haarstad (2011) til bogen "Pesticides-Formulations, Effects, Fate".

Der blev påvist pesticidrester i 18 af de 23 planteprøver og i alt 59 aktivstoffer, heraf 34 insekticider og 25 fungicider. Af de fem prøver uden pesticidindhold var de fire potteplanter (en norskproduceret og tre uden undersøgt oprindelsesland), mens den femte var blomsterløg fremstillet i Holland. De fleste positive potteplanteprøver indeholdt kun et eller få pesticider, mens der blev påvist 9 aktivstoffer i prøven med flest pesticidrester (en *Solanum* importeret fra Danmark). Der blev påvist pesticidrester i alle prøver af afskårne roser og et betydeligt antal stoffer i alle de importerede blomster (tre fra Afrika og en uden angivet oprindelsesland), mens en norskfremstillet rose kun indeholdt rester af to aktivstoffer.

I de 17 undersøgte potteplanter med pesticidrester var de samlede restkoncentrationer generelt noget under 1 mg/kg, men i to potteplanter (begge importeret fra Danmark) var der koncentrationer af enkeltstoffer over 1 mg/kg vådvægt (3,9 mg/kg endosulfan i den ene (*Solanum*) og 2,6 mg/kg pirimicarb i den anden ("ildtopp")) og samlede koncentrationer på hhv. 7,0 og 3,6 mg/kg vådvægt. I den tilhørende jordprøve fra *Solanum* var indholdet af endosulfan 8,9 mg/kg vådvægt. Det bemærkes, at stoffet endosulfan ikke er godkendt til brug i Danmark eller EU.

Den mest belastede af de afskårne roser, hvor der blev fundet 12 forskellige aktivstoffer, havde et samlet pesticidindhold på 14,4 mg/kg vådvægt, heraf 5,1 mg/kg spiroxamin og 3,8 mg/kg cypermethrin. I en anden rosenprøve blev der påvist hele 21 aktivstoffer, men ingen enkeltstoffer højere end 1,3 mg/kg (fenamidon).

Generelt var der stor spredning på de pesticider, der blev påvist i de forskellige potteplante- og blomsterprøver. Der var således ingen af de 21 aktivstoffer påvist i potteplanter, der forekom i mere end to prøver og blandt de 33 stoffer, der blev påvist i afskårne roser, var det kun fluzilazol, hexythiazox og spiroxamin, der optrådte i fire prøver, mens boscalid, cypermethin og difenoconazol blev fundet i tre prøver og resten kun i en eller to prøver.

Blandprøverne af kompost fra to gartnerier (i alt 4 prøver, to blandprøver fra hver bunke) indeholdt tilsammen kun 10 forskellige aktivstoffer, i begge tilfælde med sumkoncentrationer under 1 mg/kg vådvægt. Imidacloprid forekom i tre af prøverne, mens cyprodinil, penconazol og spinosad forekom i to. Imidacloprid blev også fundet i begge de undersøgte prøver af udsivning fra de to kompostbunker i koncentrationer på hhv. 2,4 og 0,75 µg/l, mens thiacloprid blev fundet i koncentrationer på hhv. 1,2 og 0,02 µg/l. Niveauerne af de øvrige påviste stoffer var <0,2 µg/l.

Roseth har i 2012 publiceret en opfølgende undersøgelse af pesticider i affald, afstrømning og grundvand fra væksthushavsgartnerier med produktion af pottedplanter. I denne undersøgelse blev der bl.a. undersøgt oplagret planteaffald ("avfallshauger") fra to væksthushavsgartnerier med produktion af pottedplanter, i alt fem blandprøver udtaget i hhv. 2009, 2010 og 2012.

Inden for gruppen af insektmidler blev imidacloprid påvist i fire af fem prøver med en højeste koncentration på 0,17 mg/kg vådvægt, mens spinosad blev påvist i tre af fem prøver ligeledes med en højeste koncentration på 0,17 mg/kg, og thiacloprid blev fundet i to af fem prøver med en højeste koncentration på 0,21 mg/kg. Derudover blev der påvist spor af bifenthin, bromopropylat og lambda-cyhalothrin i enkelte prøver.

Desuden blev der påvist et antal fungicider i prøverne: Cyprodinil blev påvist i tre af fem prøver (max. 0,04 mg/kg vådvægt), mens azoxystrobin, boscalid og propiconazol alle blev påvist i to af fem prøver (max. hhv. 0,05, 0,14 og 0,16 mg/kg). Penconazol var det aktivstof, der blev påvist i den højeste koncentration (0,33 mg/kg, men kun i én prøve). Også fludioxonil og pyraclostrobin blev påvist i en enkelt prøve hver.

Eggen *et al.* (2013) undersøgte, om imidacloprid kunne overføres fra vækstmedier til nektar og pollen i hindbær og solsikker, der vokser i planteaffald fra væksthuse. I den forbindelse refereres til tidligere undersøgelser af planteaffald (primært Roseth, se ovenfor), og det angives, at den højeste målte koncentration af imidacloprid i norsk planteaffald fra væksthuse svarer til 7 mg/kg på tørstofbasis (de ovenstående måleresultater er alle på basis af vådvægt)²². Eggen *et al.* (2013) estimerede i øvrigt ved ekstrapolation ud fra de foretagne forsøg, at ved denne koncentration i vækstmediet ville koncentrationen i nektar være 33 ng/g i hindbær og 27,4 ng/g i solsikker, mens pollenkoncentrationen ville være hhv. 6,0 ng/g og 19,8 ng/g.

6.2.3 Svenske undersøgelser

Pesticider i planteaffald og vækstmedier fra væksthuse er ikke undersøgt i Sverige, men der har i de senere år været en vis opmærksomhed omkring problematikken med mulige tab af pesticidrester fra væksthushavsgartneri til det omgivende miljø, især vandmiljøet.

Kompetenscentrum för kemiska bekämpningsmedel (CKB) ved Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) ledet af Jenny Kreuger beskæftiger sig især med miljøeffekter af pesticider anvendt inden for jordbruget og har gennem årene foretaget omfattende overvågning af forekomsten af pesticider i forskellige miljømatricer med hovedvægten på vandløb og søer samt grundvand.

Kreuger *et al.* (2010) fandt således ved undersøgelse af pesticidafstrømning fra forskellige områder i det sydlige Sverige (Skåne, Halland, Småland) med gartneriafgrøder dyrket både på friland og i væksthuse, at i alt 78 ud af 126 undersøgte aktivstoffer kunne detekteres på en eller flere lokaliteter. I undersøgelsen blev der påvist højere koncentrationer i vandløb i områder med væksthushavsgartnerier end i vandløb i områder med dyrkning af gartneriafgrøder på friland.

²² Det er efterfølgende oplyst (Roseth, pers.comm., januar 2017), at tørstofindholdet i det analyserede planteaffald var omkring 35 %.

I en rapport fra 2015 omtaler Löfkvist *et al.*, at der er udført analyser af kompost fra dyrkning af pryddplanter i væksthuse på fem lokaliteter. Det nævnes, at der blev fundet 4-11 aktivstoffer i kompostprøverne, og at chlormequat-chlorid var det hyppigst forekommende stof. Niveauerne beskrives som relativt lave, men der gives ikke yderligere detaljer i rapporten. Dog nævnes det, at det aktivstof, som blev fundet i de højeste koncentrationer, var chlorothalonil, et fungicid, som har været forbudt i Sverige siden 1990, og derfor sandsynligvis skyldes indhold i vækstmediet fra småplanter importeret fra udlandet til videre dyrkning i Sverige.

Hallgren *et al.* (2013) har målt pesticidindholdet i jord (0-10, 10-20 og 20-30 cm dybde) udtaget under dyrkningsbordene i 6 væksthusegartnerier med enten pryddplante- eller grøntsagsdyrkning. Der blev påvist i alt 36 forskellige aktivstoffer, heraf 17 insekticider og 15 fungicider. Der blev fundet imellem 3 og 28 aktivstoffer i de enkelte væksthuse, flest og i de højeste koncentrationer i væksthuse med pryddplanter. Prøverne fra 0-10 cm var generelt de mest belastede. I alle de undersøgte jordprøver var koncentrationerne af de enkelte aktivstoffer dog lavere end 1 mg/kg jord (vådvægt)²³ og i de fleste tilfælde lavere end 0,1 mg/kg jord (vådvægt). De aktivstoffer, der blev fundet i flest prøver, var azoxystrobin, boscalid, imazalil, imidacloprid og tolyfluanid (som metabolitten DMST) samt spor af DDT.

6.2.4 Undersøgelser i andre lande

I Tyskland har Taube *et al.* (2002) for en del år siden undersøgt restkoncentrationer af pesticider i forskellige fraktioner af biologisk affald, nemlig grøntsager, pryddplanter/blomster, skræller af tropiske frugter samt andre frugter end de tropiske. Undersøgelsen har dog primært drejet sig om kilder til belastning af køkkenaffald, hvorfor resultaterne af de undersøgte fraktioner grøntsager, ikke-tropiske frugter samt skræller af tropiske frugter på ingen måde kan siges at afspejle indholdet i afgrøder dyrket i væksthuse. Det vurderes derimod, at resultaterne for pryddplanter/blomster i ret høj grad afspejler pesticidanvendelse i væksthusegartneri (eventuelt med bidrag fra oversøiske lande).

Taube *et al.* (2002) konstaterede, at niveauerne af pesticider i pryddplanter/blomster kan nå over 1 mg/kg vådvægt (hvilket ikke var tilfældet i nogen af de andre undersøgte fraktioner) og påviste især høje niveauer af dicofol, dodemorph og methiocarb (alle over 1 mg/kg vådvægt med den højeste koncentration på 1,6 mg/kg vådvægt for dicofol). Andre stoffer, der blev påvist i pryddplantedele, var captan, chlorothalonil, dichlorvos, iprodion, metalaxyl og methidathion samt ganske lave indhold, dvs. 0,01 mg/kg vådvægt eller mindre, af DDE, endosulfan, malathion, phosalon, procymidon, pyrazophos og vinclozolin.

Det ses, at ganske mange af de påviste stoffer er stoffer, det ikke længere er tilladt at benytte i EU, og det må derfor antages, at de pågældende fund skyldes importerede planter eller lokalt producerede planter, hvor der er benyttet stiklinger fra lande uden for EU. Visse af stofferne har dog nok på tidspunktet for undersøgelsen stadig været på markedet i EU.

NPPO har foretaget en undersøgelse (NVWA 2015) om forekomsten af restkoncentrationer af pesticider i frugt og grønt, som er produceret i hhv. Holland, EU og udenfor EU. Den publicerede rapport er en opsummering af hovedresultaterne af de restkoncentrationsanalyser, der er udført, lige som det gøres årligt af Fødevarestyrelsen i Danmark. Rapporten indeholder dog ikke mange stofspecifikke detaljer og det er ikke muligt at separere resultater for produkter dyrket i væksthuse fra andre produkter. Derfor gennemgås rapporten ikke nærmere.

Der er ikke identificeret yderligere undersøgelser uden for de nordiske lande, der vedrører forekomst af pesticider i planteaffald fra væksthusegartneri eller tilsvarende.

²³ I en enkelt prøve blev der påvist 4,64 mg boscalid/kg jord (vådvægt), men denne værdi anses for at være en outlier da næsthøjeste værdi for samme stof var 0,37 mg/kg jord.

6.2.5 Opsamling vedr. pesticider i planteaffald mv.

Der er kun identificeret ganske få undersøgelser, der direkte vedrører forekomst af pesticider i planteaffald mv. fra væksthuse eller i selve de producerede planter. De relevante studier stammer stort set alle fra Norge.

Der foreligger ikke undersøgelser af planteaffald fra væksthuse i Danmark, men der er for nylig foretaget en undersøgelse af pesticider i diverse fraktioner af produktions- og afløbsvand mv. på et større antal væksthusegartnerier, der giver en indikation af, hvilke pesticider, der anvendes mest (Larsen og Sørensen, 2016). I udsivende vand fra en kompostbunke ved et gartneri blev der påvist 10 forskellige aktivstoffer med imidacloprid, thiacloprid, dimethomorph og propamocarb som de vigtigste.

I Norge har Roseth (2010 og 2012) undersøgt planteprodukter og -affald fra væksthuse (i alt 23 prøver) og påvist et større antal pesticider i pottedplanter og afskårne blomster (i alt 59 stoffer), ikke mindst i blomster importeret fra lande uden for EU. I prøver af kompost fra norske gartnerier blev der påvist et mindre antal pesticider med imidacloprid, thiacloprid og spinosad som de stoffer, der forekom hyppigst og i de højeste koncentrationer. Prøverne indeholdt også lave koncentrationer af fungiciderne cyprodinil, penconazol, azoxystrobin, boscalid og propiconazol samt insekticiderne befenthrin, bromopropylat og lambda-cyhalothrin.

I prøverne af plantemateriale (produkter og/eller affald) var koncentrationen af langt de fleste stoffer lavere end 1 mg/kg (vådvægt), mens den maksimale koncentration var 5,1 mg/kg for et enkelt stof og 14,4 mg/kg for summen af alle påviste stoffer. I prøverne af kompost fra norske gartnerier var sumkoncentrationerne i alle tilfælde lavere end 1 mg/kg (vådvægt).

I Sverige har Hallgren *et al.* (2013) undersøgt pesticidindhold i jord under dyrkningsbordene på seks væksthusegartnerier. De aktivstoffer, der forekom hyppigst, var azoxystrobin, boscalid, imazalil, imidacloprid og tolylfluonid. I alle de undersøgte jordprøver var koncentrationerne af de enkelte aktivstoffer lavere end 1 mg/kg jord (vådvægt) og i de fleste tilfælde lavere end 0,1 mg/kg jord (vådvægt). I en anden undersøgelse, hvor man undersøgte kompost fra dyrkning af pryddplanter på fem lokaliteter (Löfkvist *et al.*, 2015), blev der påvist 4-11 aktivstoffer per lokalitet med chlormequat-chlorid som det hyppigst forekommende.

7. Nedbrydning af pesticider i komposterings- og biogasanlæg

7.1 Nedbrydning i komposteringsanlæg

Der anvendes ifølge Petersen (2001) følgende komposteringsmetoder på professionelle behandlingsanlæg i Danmark:

- Milekompostering. Efter eventuel neddeling og frasortering af urenheder lægges det indkomne organiske affald direkte op i miler, der benyttes ingen anden komposteringsmetode.
- Madraskompostering²⁴. Det indkomne organiske affald lægges direkte op i madras efter eventuel neddeling/frasortering. Eftermodningen sker ofte i miler.
- Tromlekompostering. Det indkomne organiske affald forkomposteres i tromle. Efterkompostering foregår ofte i miler.
- Kammerkompostering. Forkompostering i kammer, boks eller container. Efterkompostering foregår oftest i miler.

Mile- og madraskompostering er de mest almindelige komposteringsformer på komposteringsanlæggene i Danmark. Som regel blandes forskellige organiske affaldsfraktioner i komposteringsanlæggene for at opnå en optimal kompostering (Clowes *et al.* 2008, Komtek u.å.). Varigheden af komposteringen afhænger stærkt af metoden og kan strække sig fra få måneder (kammerkompostering) og op til 2-3 år (madraskompostering).

Ifølge affaldsregistreret på Miljøstyrelsens hjemmeside²⁵ findes der 24 genanvendelses-/behandlingsanlæg i Danmark til behandling af affaldsfraktionen have- og parkaffald.

7.1.1 Nedbrydningsprocesser ved kompostering

Kompostering er en mikrobiel nedbrydningsproces, hvor organisk materiale bliver nedbrudt under tilstedeværelse af ilt (aerob nedbrydningsproces), hvorved der opstår kuldioxid, vand, humusstoffer og varme.

Komposteringen og dens hastighed påvirkes af temperatur, pH og tilgængeligheden af forskellige næringsstoffer. En kompostering kan som regel opdeles i en mesofil fase, en termofil fase, afkøling og en modningsfase (Kupper *et al.* 2008, Clowes *et al.* 2008, Brändli 2006).

Kendetegnende for de fire faser er ændringer i temperaturen og i sammensætningen af de organismer, der foretager nedbrydningen. Nedbrydningen af letnedbrydelige komponenter fører til en betydelig temperaturstigning i starten af processen, hvor temperaturen stiger til 40 °C i løbet af 2-3 dage (mesofil fase) og når op mod 55-70 °C i løbet af ca. 30 dage (termofil fase). Den høje temperatur resulterer i en hygiejnisering af komposten da de fleste jordlevende insekter samt human- og plantepatogener destrueres i den termofile fase tillige med de

²⁴ Madraskompostering er en lavteknologisk komposteringsmetode, hvor affaldet (typisk have-/parkaffald) lægges lagvis i op til 4-5 meter høje flade bunker (madrasser), hvor komposteringsprocessen foregår, typisk over en periode på 3 år. Madrassen vendes normalt cirka en gang om året.

²⁵ <https://www.affaldsregister.mst.dk/>

fleste plantefrø. Når de letnedbrydelige komponenter i komposten er nedbrudt falder temperaturen igen og svampe overtager i højere grad nedbrydningen af de større molekyler og polymerer. Denne afkølingsfase anslås til at vare ca. 30 dage. I den efterfølgende modningsfase stabiliseres komposten ved dannelse af humusstoffer (Brändli 2006, Clowes *et al.* 2008a).

Pesticider vil i større eller mindre omfang ligeledes blive nedbrudt eller fjernet gennem komposteringsprocessen ved følgende mekanismer:

- Mineralisering (fuldstændig omdannelse til CO₂ og vand, biotisk og/eller abiotisk)
- Omdannelse til nedbrydningsprodukter (biotisk og/eller abiotisk)
- Humifikation (indbygning i humusstoffer)
- Adsorption
- Udvaskning
- Fordampning

De tre sidstnævnte processer (adsorption, udvaskning og fordampning) er ikke nedbrydningsprocesser. Siden dette kapitel fokuserer på nedbrydningen, er disse processer ikke nærmere undersøgt. Udvaskning vurderes ikke at være en væsentlig problemstilling på danske anlæg da disse skal indrettes med tæt bund og mulighed for opsamling af perkolat²⁶.

Forsvindingsprocesserne for pesticider ved kompostering er principielt de samme som i jordmiljøet. I forhold til betingelserne i jordmiljøet er temperaturen ved en kompostering højere, og indholdet af organisk materiale og den biologiske aktivitet er større. Derfor kan det antages, at adsorption, biologisk omdannelse og fordampning kvantitativt spiller en større rolle for pesticidernes skæbne ved komposteringsprocessen sammenlignet med pesticidernes skæbne i jordmiljøet (Büyüksönmez *et al.* 1999). Samlet set kan det derfor forventes, at forsvindingsraterne ved kompostering er større end i jordmiljøet.

7.1.2 Undersøgelser af nedbrydning af pesticider i komposteringsanlæg

Der er identificeret en række undersøgelser om pesticider i kompost. De fleste undersøgelser fokuserer på forekomst og koncentrationer af pesticiderne i det færdige kompostprodukt. Kun en enkelt undersøgelse (Reddy og Michel 1999) blev identificeret, som undersøger, hvordan pesticider nedbrydes igennem komposteringsprocessen.

Reddy og Michel (1999) undersøgte nedbrydning af pesticider ved komposteringsforsøg i laboratoriet. Vha. ¹⁴C-mærkede pesticider fulgte man pesticidernes skæbne ved at bestemme omfanget af hhv. mineralisering, indbygning i humusstoffer og fordampning. De undersøgte pesticider var herbiciderne 2,4-D, pendimethalin, atrazin og insekticiderne diazinon, carbaryl og chlordan. Mange af stofferne er ikke godkendte i Danmark, men vurderes alligevel som relevante for at illustrere problemstillingen generelt.

²⁶ Jf. Bekendtgørelse nr. 1520 af 07.12.2016 om standardvilkår i godkendelse af listevirksomhed. Bilag 1, afsnit 22, K214 samt afsnit 26.

Tabel 3. Enkelte pesticiders skæbne ved kompostering (efter Reddy og Michel, 1999). "-" angiver "ikke undersøgt".

Pesticid	Komposteringsmateriale	Start konc. (mg/kg)	Slut konc. (mg/kg)	Mineralisering (%)	Humificering (%)	Fordampning (%)
2,4-D	Have- og parkaffald	11	<0.1	48	49	<1
Atrazin	Avispapir	500	<10	7	52	-
Carbaryl	Biofaststof, træspåner	2	< 0.1	4	95	-
Chlordan	Gylle, savsmuld	100	-	4	5	50
Diazinon	Gylle, savsmuld	100	-	2	39	22
Diazinon	Have- og parkaffald	10	<0.3	11	52	<0.5
Diazinon	Afklippet græs	9	<0.1	-	-	-
Pendi-methalin	Have- og parkaffald	10	<0.1	13	72	25
Pendi-methalin	Afklippet græs	7-40	<0.1	-	-	-

Koncentrationerne af alle de undersøgte pesticider faldt betydeligt igennem komposteringsprocessen. For de fleste pesticider var humificering den vigtigste mekanisme efterfulgt af mineralisering (Tabel 3). For carbamat-insekticidet carbaryl var indbygningen i humusstoffer 95%, mens kun 4 % blev mineraliseret. I Danmark er midler der indeholder carbamaterne pirimicarb og propamocarb godkendt til anvendelse i væksthuse og på friland. Forfatterne formoder, at humificeringen bliver medieret af mikroorganismer, siden omfanget af humificering ved steril kontrolkompostering var ubetydelig. Resultaterne viser også, at det primært er termofile mikroorganismer frem for mesofile mikroorganismer, som er involveret i mineralisering og biotransformation af pesticiderne under kompostering. Derudover viser resultaterne, at typen og sammensætningen af komposteringsmaterialer (have- og parkaffald, gylle, træspåner etc.) kan have indflydelse på nedbrydning af pesticiderne (Reddy og Michel 1999).

Hellström *et al.* (2010) undersøgte en række pesticider, hvoraf nogle er godkendt til brug i landbruget i Sverige, mens andre er blevet forbudt. Til sidstnævnte gruppe hører flere klorholdige pesticider. Pesticiderne blev fundet i den bionedbrydelige del af kildesorteret husholdningsaffald, kompost, og/eller afgasset biomasse. Udgangsmaterialet stammede fra et svensk komposteringsanlæg og blev behandlet hhv. i isolerede kompostbeholdere i 5 måneder og anaerobe rådnetanke i 19 og 30 dage (hhv. mesofil og termofil fermentering). Prøverne blev screenet for forekomsten af 34 godkendte pesticider/nedbrydningsprodukter og 10 klorholdige pesticider/nedbrydningsprodukter. Ingen af de undersøgte godkendte pesticider findes dog på den liste over insekticider, fungicider, vækstregulatorer eller mos-/alge-/sneglemidler, som er godkendt til brug i væksthuse i Danmark (Tabel 2). 20 pesticider samt 3 nedbrydningsprodukter blev identificeret i komposten og/eller den afgassede biomasse.

Overordnet beskriver forfatterne (Hellström *et al.* 2010) forskellige skæbnescenarier, som beskriver nedbrydningshastighed af pesticiderne i forhold til nedbrydningshastighed af affaldet. Afhængigt af pesticidernes nedbrydningsrate vil pesticidernes koncentration i slutproduktet (kompost eller afgasset biomasse) således være lavere, tilsvarende eller højere end i udgangsmaterialet. F.eks. blev dieldrin og pentachloranilin nedbrudt hurtigere end affaldet blev omsat. Mange af de klorholdige pesticider nedbrydes i samme tempo som affaldet og findes derfor i de samme koncentrationer i affald og slutprodukter. Chlorpyrifos nedbrydes langsommere end affaldet og ophobes derfor i alle slutprodukter, mens ethion kun akkumuleres under anaerobe forhold (Hellström *et al.* 2010). Resultaterne fremgår af **Fejl! Henvisningskilde ikke undet.** i afsnit 7.2.2.

Flere undersøgelser fra Schweiz viser, at pesticider forekommer i både kompost og faststoffdelen af afgasset biomasse (BAFU 2007, Brändli *et al.* 2007, Kupper *et al.* 2008, 2014). Undersøgelserne blev igangsat af en arbejdsgruppe sammensat af den schweiziske miljømyndighed Bundesamt für Umwelt (BAFU) og en række forskningsinstitutioner. Arbejdsgruppens formål var at opnå mere viden om miljøfremmede stoffer i kompost og afgasset biomasse samt om stoffernes virkninger på jordmiljøet for at muliggøre en bæredygtig anvendelse af organisk affald (BAFU 2007). I disse undersøgelser er der taget prøver af forskellige affaldsfraktioner (have- og parkaffald, blanding af have- og parkaffald og køkkenaffald, samt afgasset biomasse²⁷) som blev komposteret på forskellige komposteringsanlæg i Schweiz. Milekompostering er i Schweiz, ligesom i Danmark, det mest udbredte komposteringsystem.

I det følgende gennemgås de schweiziske undersøgelser enkeltvis og i Tabel 4 er resultaterne fra undersøgelserne sammenfattet.

Brändli *et al.* (2007) undersøgte 270 pesticiders forekomst i 13 kompostprøver og 5 prøver af faststoffdelen af afgasset biomasse fra kommercielle komposterings- og biogasanlæg i Schweiz. Ud af de 270 pesticider (86 fungicider, 86 herbicider, 92 insekticider, fem acaricider, et nematocid) blev der påvist 30 fungicider, 14 herbicider, otte insekticider, og et acaricid (i alt 53 påviste pesticider) i kompost og faststoffdelen af den afgassede biomasse.

Fungiciderne blev oftere detekteret end andre pesticider og forekom også i højere koncentrationer (mediankoncentrationen af alle fungicider var 42,4 µg/kg tørstof, n = 18). De højeste mediankoncentrationer af enkeltstoffer blev fundet for imazalil (9,0 µg/kg tørstof, n = 13) og thiazobendazol (5,3 µg/kg tørstof, n = 14). Triazolener dominerede blandt fungiciderne, idet 13 ud af 19 analyserede triazolener blev påvist med en mediankoncentration af summen af triazolener på 21,6 µg/kg tørstof, n = 18). Difenconazol, fenbuconazol, propiconazol og tebuconazol blev påvist i alle kompostprøver. Fungicidkoncentrationerne i kompost- og fermenteringsproduktet var ikke signifikant forskellige fra hinanden. Mediankoncentrationen af summen af alle insekticider var 4,1 µg/kg (n = 18) med det største bidrag fra insekticidet propoxur, der i Danmark kun anvendes som biocid. Andre insekticider blev kun påvist i enkelte prøver og er ikke nævnt specifikt i undersøgelsen.

Forfatterne kunne ikke se nogen sammenhæng imellem forekomsten af pesticider i komposten og forbruget af godkendte aktivstoffer i Schweiz (Brändli *et al.* 2007). Til gengæld syntes pesticidernes halveringstider i jord at være relateret til deres forekomst i kompost, idet pesticider med længere halveringstider blev detekteret oftere end pesticider med kortere halveringstider (Büyüksönmez *et al.* 1999, Brändli *et al.* 2007).

Kupper *et al.* (2008) undersøgte forsvindingen (dissipation) af pesticider ved kompostering ved at udtage prøver på dag 0, 14, 56 og 112 for at følge alle faser af komposteringsprocessen. Pesticidkoncentrationerne lå i området mellem 36 og 101 µg/kg tørstof i udgangsmaterialerne (dag 0) for summen af 271 pesticider. De færdige komposteringsprodukter indeholdt koncentrationer i området mellem 8 og 20 µg/kg tørstof (dag 112), se Tabel 4. Nedbrydningsrater for udvalgte pesticider er angivet i Tabel 5.

Fungicider var den mest fremtrædende gruppe af pesticider i kompostprodukter, både med hensyn til antal og koncentrationer. Koncentrationen af fungicider i udgangsmaterialet lå i området 29-94 µg/kg tørstof og var faldet til 7-19 µg/kg tørstof efter komposteringen. Af fungiciderne var det aktivstoffer fra gruppen af triazolener, der oftest blev detekteret.

²⁷ I modsætning til Danmark er det i Schweiz almindelig praksis at separere den afgassede biomasse i en fast og en flydende fraktion (også kaldet 'press water'), hvor faststoffdelen sendes til efterfølgende kompostering.

Forfatterne konkluderer, at de fleste (> 2/3) af alle pesticider har rater på over 50 % for primær nedbrydning ved kompostering og mange pesticider kan slet ikke detekteres længere efter 112 dages kompostering. I modsætning til dette forblev koncentrationerne af triazoler stort set uændrede gennem komposteringsprocessen (Kupper *et al.* 2008). Blandt de undersøgte triazoler er difenoconazol, prothioconazol og paclobutrazol. Midler der indeholder difenoconazol og prothioconazol er godkendt til anvendelse både i væksthuse og på friland. Derudover er midler med metconazol godkendt til både væksthuse og friland, mens midler med paclobutrazol udelukkende er godkendt til væksthuse.

De i Tabel 5 viste forsvindingsrater viser at difenoconazol ikke nedbrydes i kompost af have- og parkaffald, mens der kunne beregnes forsvindingsrater på 51-95 % for stoffet i afgasset biomasse, som blev komposteret efter bioforgasningen. Ligeledes blev der fundet en højere forsvinding af paclobutrazol i afgasset og komposteret biomasse (96-100 %) sammenlignet med komposteret biomasse (51-95 %). Dette kunne indikere at triazoler nedbrydes i højere grad ved bioforgasning end ved kompostering. Kupper *et al.* (2008) medgiver, at der er betydelig usikkerhed forbundet med estimering af forsvindingsrater især hvad angår bioforgasning, som det også fremgår af ovenstående. Resultatet vurderes derfor ikke at være tilstrækkeligt underbygget til at tillade en overordnet konklusion om triazolernes nedbrydningspotentiale ved hhv. kompostering og bioforgasning.

Et senere studie af Kupper *et al.* (2014) undersøgte prøver af kompostprodukter fra 32 komposteringsanlæg og 7 biogasanlæg i Schweiz. De fleste anlæg brugte mile- og madraskompostering (hhv. 19 og 3), termofil og mesofil fermentering (hhv. 6 og 1), kombineret fermentering og kompostering (5), kammerkompostering (3), grøftekompostering (2) og ormekompostering (1). Analyseprogrammet omfattede igen 271 pesticider, herunder 86 fungicider, 86 herbicider, 92 insecticider, fem acaricider, et nematocid og en vækstregulator.

Koncentrationerne af de påviste pesticider (17-160 µg/kg tørstof i kompost af køkken-, have- og parkaffald) er lidt højere end i den foregående undersøgelse, men er af samme størrelsesorden. Til sammenligning er koncentrationer i restproduktet fra den termofile fermentering inkluderet i Tabel 4 (28-251 µg/kg tørstof). Koncentrationer i fermenteringsproduktet er lidt højere end i kompostproduktet, dog er begge resultater af samme størrelsesorden og tillader ikke konklusioner om forskelle i nedbrydningseffektivitet af de to affaldsbehandlingsmetoder.

Igen fremstod fungicider som den mest fremtrædende gruppe i analyserne. Triazolerne, herunder difenoconazol (godkendt til væksthuse og friland i Danmark), fenbuconazol, propiconazol og tebuconazol, blev detekteret hyppigst med koncentrationer mindre end eller lig ca. 5 µg/kg tørstof. De højeste mediankoncentrationer rapporteret af Kupper *et al.* (2014) blev fundet for fungiciderne imazalil (9.0 µg/kg tørstof, detekteret i 14 ud af 18 prøver, godkendt til væksthuse og friland i Danmark) og thiabendazol (5.3 µg/kg tørstof, detekteret i 13 ud af 18 prøver).

Tabel 4. Koncentrationer af pesticider i forskellige kompostprodukter.

Analyseret pesticid	Koncentration (µg/kg tørstof)	Basis for koncentrationsangivelse	Antal prøver	Kompostprodukt	Kilde
271 Pesticider	8-20	Interval af summen af 271 pesticider	- ¹	Kompost af køkken-, have- og parkaffald og faststofdel af afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008
271 Pesticider	17-160	Interval af summen af 271 pesticider	13	Kompost (køkken-, have- og parkaffald)	Kupper <i>et al.</i> 2014
271 Pesticider	28-251	Interval af summen af 271 pesticider	5	Faststofdel af afgasset biomasse ²	Kupper <i>et al.</i> 2014
271 Pesticider	18-171	Interval af summen af 271 pesticider	13	Kompost (køkken-, have- og parkaffald)	BAFU 2007
271 Pesticider	30-257	Interval af summen af 271 pesticider	13	Kompost af faststofdel af afgasset biomasse	BAFU 2007
30 Fungicider	42	Median af summen af 30 fungicider	18	Median af 13 kompost- og 5 prøver af faststofdelen af afgasset biomasse	Brändli <i>et al.</i> 2007
Difenoconazol	2,6	Median	18	Median af 13 kompostprøver og 5 prøver af faststofdelen af afgasset biomasse	Brändli <i>et al.</i> 2007
Azoxystrobin	2,5	Median	9	Median af kompostprøver og prøver af faststofdelen af afgasset biomasse ³	Brändli <i>et al.</i> 2007
8 Insekticider	4,1	Median af summen af 8 insekticider	18	Median af 13 kompostprøver og 5 prøver af faststofdelen af afgasset biomasse	Brändli <i>et al.</i> 2007

¹ Antal prøver ikke angivet

² Produkt fra termofil fermentering uden kompostering.

³ Fordelingen på prøvetyper ikke angivet i kilden.

Tabel 5. Nedbrydningsrater ved termofil kompostering af forskellige udgangsmaterialer for nogle af de i Danmark godkendte pesticider.

Pesticid-type	Kemisk gruppe	Aktivstof	Nedbrydnings-rate	Udgangsmateriale	Kilde
Fungicid	Triazol	Difenoconazol	0% (112 dage)	Have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Fungicid	Triazol	Difenoconazol	0% (112 dage)	Blandet køkken-, have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Fungicid	Triazol	Difenoconazol	51-95 % (112 dage)	Afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008
Fungicid	Strobilurin	Azoxystrobin	96-100% (112 dage)	Blandet køkken-, have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Insekticid	Carbamat	Pirimicarb	96-100% (112 dage)	Have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Insekticid	Carbamat	Pirimicarb	96-100% (112 dage)	Afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008
Vækst-regulator	Triazol	Paclobutrazol	51-95 % (112 dage)	Have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Vækst-regulator	Triazol	Paclobutrazol	96-100 % (112 dage)	Afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008

7.2 Nedbrydning i biogasanlæg

Der findes forskellige typer biogasanlæg i Danmark (Kreilgård og Jørgensen 2015):

- Biogasfællesanlæg: Et biogasanlæg, hvor mere end én husdyrbesætning/landmand leverer gødning til anlægget, og hvor det typisk ikke er placeret på en gård. Modtager ofte også organisk affald fra servicesektoren og i nogle tilfælde fra husholdningerne. Der findes ca. 30 biogasfællesanlæg i Danmark.
- Gårdbiogasanlæg: Et anlæg, som er ejet af en landmand, og som er placeret på et husdyrbrug. Der findes ca. 50 gårdbiogasanlæg i Danmark, og mange af dem modtager også organisk affald udefra.
- Renseanlæg (spildevandsanlæg): Renseanlæg er ofte udstyret med rådnetanke, som anvendes til at udrådne slam fra renseprocessen på samme vis som på gårdbiogasanlæggene. Der findes 57 renseanlæg i Danmark, som har rådnetank. Renseanlæggene modtager som regel ikke fast, organisk affald.
- Tør biogasanlæg: Der er kendskab til et enkelt tør biogasanlæg i Danmark, som behandler både organisk affald fra husholdninger og servicesektoren. Affaldet blandes med haveaffald, der skal bidrage til processen som strukturmateriale. Det organiske affald afgasses i lukkede kamre i 25-30 d, hvorefter den afgassede biomasse efterkomposteres i både biogaskammeret og efterfølgende i udendørs miler.

Det er således de våde biogasanlæg (biogasfællesanlæg, gårdbiogasanlæg og renseanlæg), som pga. de store mængder gylle fra husdyrproduktionen er de mest almindelige i Danmark.

7.2.1 Nedbrydningsprocesser ved bioforgasning

Bioforgasning er en anaerob behandling af organisk affald, der resulterer i dannelse af metan-gas (CH₄) og kuldioxid (CO₂) som resultat af nedbrydningen af det organiske materiale. Formålet med bioforgasning er, udover at sikre et energimæssigt udbytte i form af metangas, at reducere mængden af det organiske affald og opnå en stabilisering af dets sammensætning. Derudover åbner det også mulighed for at recirkulere næringsstoffer fra by til land (Hellström *et al.* 2010). Der findes både anlæg til mesofil bioforgasning (34-45 °C) og termofil bioforgasning (50-58 °C) afhængig af den ønskede bakteriekultur (mesofile eller termofile mikroorganismer). Affaldet, som behandles ved bioforgasning, reduceres vægtmæssigt med ca. 13 % som følge af processerne i reaktoren (Brändli, 2006).

Fermenteringsprocessen startes typisk ved at tilsætte noget inokulationsmateriale til det organiske affald (inokulering), som ofte består af forskellige affaldsfraktioner med gylle som den primære affaldsfraktion. Efter etableringen af anaerobe forhold nedbrydes de store molekyler, såsom proteiner, sukker- og fedtstoffer til hhv. aminosyrer, monosaccharider og fedtsyrer. Disse hydrolytiske reaktioner er det hastighedsbegrænsende trin i gæringsprocessen. I den følgende "sure fase" produceres organiske syrer (fx eddikesyre, smørsyre, mælkesyre) og andre forbindelser, såsom alkohol, CO₂ og vand. Det er muligt, at pH-værdien i denne fase falder, hvis inputmaterialet har en lav bufferkapacitet. I den følgende metanfase nedbrydes de organiske syrer af mikroorganismer til CO₂ og metan (CH₄).

Anaerob behandling af organiske restprodukter har potentialet til at nedbringe indholdet af miljøfarlige organiske fremmedstoffer. Anaerob nedbrydning foregår også i jordmiljøer og sedimenter, hvor omsætning af organisk materiale foregår under betingelser med begrænset ilttilførsel. Mikrofloraens tilvænnning (adaptation) til miljøfremmede stoffer som pesticider har stor betydning for nedbrydningspotentialet, ligesom toksiciteten af miljøfremmede stoffer kan påvirke nedbrydningen (Mai *et al.* 1999).

Forholdene i en biogasreaktor er gunstige for biologisk omsætning af pesticider pga. stor mikrobiel aktivitet, tilstedeværelse af fordøjelsesenzymer fra gylle, adgang til let omsætteligt kulstof og mulighed for adaptation af mikrofloraen. Mai *et al.* (1999) har undersøgt nedbrydning af en række miljøfremmede stoffer (dog ikke pesticider) i biogasanlæg i Danmark. Forfatterne anser det for sandsynligt, at potentialet for nedbrydning af stoffer i en biogasreaktor kan være større end hvad der observeres ved laboratorieundersøgelser af anaerob nedbrydelighed, fordi undersøgelsesbetingelserne, som anvendes i laboratoriestudier, ofte ikke er sammenlignelige med forholdene i en biogasreaktor (Mai *et al.* 1999).

7.2.2 Undersøgelser af nedbrydning af pesticider i biogasanlæg

Der er kun fundet et begrænset antal studier om pesticiders skæbne ved bioforgasning, selvom der findes mange studier om andre miljøfremmede stoffers skæbne (f.eks. LAS, PAH, NPE og DEHP, som er reguleret i slambekendtgørelsen²⁸). For at give en bedre oversigt er resultaterne fra studier, som undersøger pesticider i både kompost og afgasset biomasse, allerede sammenfattet i afsnit 7.1.2 samt Tabel 4 og Tabel 5.

²⁸ Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål (Slambekendtgørelsen), BEK nr 1650 af 13/12/2006.

Brändli (2006) konstaterer, at der kun findes meget få data om miljøfremmede stoffers skæbne ved bioforgasning. En dissertation fra 2000 (Vorkamp, 2000; ikke tilgængelig for nærværende undersøgelse) undersøgte nedbrydning af en række pesticider under fermenteringsprocessen. Nogle pesticider blev nedbrudt under fermenteringen eller den efterfølgende modningsproces (chlorothalonil, thiabendazol, methidation, endosulfan), mens koncentrationen af andre pesticider (o-phenylphenol, dodemorph) forblev uændret (Taube *et al.* 2002, Brändli 2006). Brändli (2006) gør dog opmærksom på, at dannelse af stabile metabolitter og adsorberede pesticider kan misfortolkes som nedbrudte pesticider da aktivstoffet som følge af dette ikke længere kan påvises, eller kun i reducerede koncentrationer, i matricen.

Vorkamp *et al.* (2002) undersøgte skæbnen af insekticidet og acaricidet methidathion (som tilhører gruppen af organofosfater) under anaerob nedbrydning af biologisk affald. Eksperimenterne blev udført med tre biogasreaktorer under forskellige betingelser for temperatur, pH og opholdstid. Indflydelsen af pH og temperatur samt fordelingen af pesticiderne mellem fast og vandig fase blev undersøgt i batchforsøg. De mesofile (25 og 35 °C) reaktorforsøg viste et fald til ca. 10% af den maksimale methidathion koncentration i løbet af 30-80 dage. I den termofile (55 °C) reaktor forsvandt methidathion fuldstændigt i løbet af 20 dage. Batchforsøgene viste en abiotisk hydrolyse af methidathion over eksperimentets varighed på 4 dage. Processen blev fremskyndet af alkaliske betingelser (pH 10,5 og 12,8) og høje temperaturer (55 °C). Methidathion hydrolyserede også ved neutral pH-værdi, mens stoffet var mest stabilt ved svagt sure pH-værdier. Methidathion bindes stærkt til organisk materiale og mængden, som blev frigivet til vandfasen var under stoffets vandopløselighed (Vorkamp *et al.* 2002).

Hverken methidathion eller andre insekticider inden for organofosfatgruppen er godkendt (længere) til anvendelse i dansk landbrug eller væksthusholdning. Studiet demonstrerer dog nogle af de processer, som er af afgørende betydning for pesticidernes nedbrydning i biogas-anlæg og bidrager til en forklaring af, hvorfor nogle af pesticiderne, der er opført i Tabel 4 og Tabel 5, nedbrydes, mens andre ikke påvirkes væsentligt.

Hellström *et al.* (2010) undersøgte, jf. afsnit 7.1.2, nedbrydningen af pesticider ved kompostering, mesofil og termofil bioforgasning af kildesorteret husholdningsaffald. I Tabel 6 præsenteres resultaterne fra denne undersøgelse. Resultaterne af undersøgelsen tillader dog ikke nogen samlet konklusion om, hvilken behandlingsmetode, der er mest effektiv for at nedbryde pesticiderne, da koncentrationerne skiftevis er højest i komposten, den mesofile afgassede biomasse og den termofile afgassede biomasse. Hellström *et al.* (2010) har ikke beregnet forsvindingsrater for omsætningen af de undersøgte stoffer.

Tabel 6. Koncentrationsintervaller for pesticider i biologisk husholdningsaffald behandlet ved kompostering samt mesofil og termofil bioforgasning (efter Hellström *et al.* 2010). "ND" = ikke detekteret, "detekteret" = pesticidkoncentrationer mellem detektions- og kvantifikationsgrænsen.

Pesticid	Koncentration i affald (µg/kg tørvægt)	Koncentration i kompost (µg/kg tørvægt)	Koncentration i mesofilt digestat (µg/kg tørvægt)	Koncentration i termofilt digestat (µg/kg tørvægt)
Bromopropylat	ND*-67	12-79	15-21	42-84
Chlorpropham	detekteret	ND	ND	ND
Chlorpyrifos	ND	3-3,4	13-23	13-28
Chlorothalonil	detekteret	ND-2,2	ND	ND
DDE	0,9-2,5	1,6-2,3	ND-4,2	1-5,9
DDT	ND-0,9	ND-4,5	ND	ND
Dichlobenil	ND	detekteret	detekteret	detekteret
2,6-dichlorbenzamid	ND	ND	detekteret	detekteret
Dieldrin	0,5-15	ND	ND	ND
Diphenylamin	detekteret	ND	ND	ND
Endosulfan-a	1-14	3-5,8	1-3,1	1,4-2,5
Endosulfan-b	2,8-4,7	2,2-5,7	ND-5,2	ND-1,4
Endosulfan-sulfat	0,3-18	10-14	2-5,7	0,6-1,9
Endrin	detekteret	ND	ND	ND
Ethion	ND	detekteret	3,6-7	1,7-5,4
HCB	0,4-0,8	0,5-0,8	ND-0,8	ND-0,8
Lindan	ND	ND-1,5	ND	ND
Metalaxyl	ND	0,6-2	ND	0,3-2
Parathion	detekteret	ND	ND	ND
Pentachloranilin	28-42	0,7-1,2	0,09-1,5	1-2,2
Phosalon	detekteret	ND	0,6-1,8	ND
Quintozen	0,1-2	0,8-1,2	ND	ND
Tetradifon	4-46	1,3-13	0,06-1,3	5,7-15
Vinclozolin	3-36	2,4-10	2,2-6,7	1,6-12

8. Diskussion og konklusioner

8.1 Regulering af pesticidholdigt planteaffald

Der er rettet henvendelse til de nationale myndigheder inden for pesticidområdet i fire udvalgte nabolande til Danmark; Norge, Sverige, Holland og Tyskland. Henvendelserne har givet det resultat, at der øjensynligt kun i Norge er udarbejdet specifik lovgivning/regler for planteaffald mv. fra væksthushaverier, mens sådant affald i de øvrige lande blot skal håndteres efter de generelle regler for håndtering og deponering af affald, herunder farligt affald, som er baseret på EU's affaldsdirektiv 2008/98/EC. I Holland er det dog praksis at sådant affald ikke opbevares lokalt gennem længere tid (pga. pladsmangel samt risiko for spredning af plantesygdomme), men behandles centralt (kommunalt). Regelgrundlaget for denne praksis er en bekendtgørelse om industrielle aktiviteter med miljømæssig betydning.

De norske regler, der indgår i "Forskrift om plantevernmidler", er ganske nye (fra 2015 med ikrafttrædelse 1. januar 2016) og er ganske simple og ret uspecifikke, idet kravet til affaldet blot er, at det før udbringning/slutdeponering skal opbevares mindst et år på tæt underlag og afskærmet fra nedbør, således at der ikke kan ske udsivning til omgivelserne fra oplaget. Yderligere gælder reglerne kun for visse specialmærkede midler til brug i væksthuse, som der p.t. ikke findes nogen af i Norge. Der er derfor endnu ingen konkrete erfaringer med konsekvenserne af lovgivningen.

Ifølge affaldslovgivningen i Danmark, der implementerer EU's regler, skal indholdet af et farligt stof i affald være mindst 0,1% (dvs. 1000 mg/kg), førend det af nogen sundheds- eller miljøbetinget årsag skal klassificeres som farligt affald²⁹. Hvis ikke dette kriterie er opfyldt må planteaffald fra væksthushaverier principielt anses for blot at tilhøre den generelle affaldskategori "Affald fra landbrug, haverier, akvakultur, skovbrug, jagt og fiskeri, underkategorien "Affald i form af vegetabiliske vævsdele" (kategori 02 01 03).

8.2 Forekomst af pesticider i planteaffald

Der er ved litteratursøgningen og efterfølgende opfølgning kun identificeret ganske få studier, der specifikt har vedrørt pesticider i planteaffald og andet organisk materiale (inkl. produkter) fra planteproduktion i væksthuse.

De mest relevante studier er udført i Norge og har omfattet både lokale og importerede planteprodukter (især pryddplanter og snitblomster), plantejord og bunker med oplag af planteaffald og organiske vækstmedier. Der blev påvist hele 59 forskellige aktivstoffer i undersøgelserne, ikke mindst i afskårne blomster importeret fra lande uden for Europa, men der var stor spredning på fundene, og kun 3 aktivstoffer optrådte i 4 af de 23 undersøgte prøver, mens yderligere 3 blev påvist i 3 prøver. Niveauerne i plantemateriale var i de fleste tilfælde lavere end 1 mg/kg vådvægt og maksimalt 5,1 mg/kg vådvægt for et enkelt stof, mens den højeste sumkoncentration var 14,4 mg/kg vådvægt. Kompostprøverne fra norske væksthushaverier indeholdt generelt færre aktivstoffer (og/eller metabolitter) end planteprøverne, kun 10 aktivstoffer (4 prøver), og koncentrationerne var i alle tilfælde lavere end 1 mg/kg per aktivstof. De hyppigst forekommende stoffer var insekticiderne imidacloprid, thiacloprid og spinosad samt fungiciderne azoxystrobin, boscalid og propiconazol.

²⁹ Jf. Bekendtgørelse nr. 715 af 13/05/2015 om ændring af bekendtgørelse om affald, Bilag 2 (Egenskaber, der gør affald farligt, jf. § 3, nr. 22).

Der foreligger ingen danske undersøgelser af pesticider i planteaffald, men resultaterne fra en ny undersøgelse af pesticider i returvand mv. på en række danske væksthusegartnerier giver et indtryk af pesticidanvendelsen. I undersøgelsen blev der påvist i alt 39 forskellige aktivstoffer, hvoraf flonicamid, boscalid og dimethomorph var de hyppigst forekommende. I en vandprøve taget fra en pyt ved en kompostbunke blev der påvist 12 aktivstoffer, hvoraf fire forekom i en koncentration over 1 µg/l (imidacloprid, thiacloprid, dimethomorph og propamocarb).

I en svensk undersøgelse af pesticider på væksthusegartnerier nævnes det uden nærmere detaljer, at der i kompostbunker ved sådanne gartnerier er fundet mellem 4 og 11 aktivstoffer, mens analyser af jordprøver fra væksthuse viste mellem 3 og 28 aktivstoffer per lokalitet, men i alle tilfælde i koncentrationer under 1 mg/kg per aktivstof.

De relativt få undersøgelser, der er identificeret i dette projekt, peger således generelt på, at der kan forekomme et betydeligt antal forskellige pesticider i plante produkter, planteaffald og kompost/jord fra væksthusegartnerier, men også at niveauerne typisk er temmelig lave og i hvert fald betydeligt under grænseværdien på 1000 mg/kg, der for de mest problematiske sundheds- og miljøegenskaber vil udløse en klassificering som farligt affald.

8.3 Nedbrydning af pesticider i komposterings- og biogasanlæg

Undersøgelserne, som er refereret i kapitel 7, viser, at de fleste af de undersøgte pesticider nedbrydes ved kompostering og/eller bioforgasning (eller undergår primær omdannelse så moderstoffet ikke længere kan påvises). I de fleste undersøgelser angiver man kun restkoncentrationerne af pesticider i komposterings-/bioforgasningsprodukter og undersøger hverken specifikke forsvindings-/nedbrydningsmekanismer for de enkelte pesticider eller beregner forsvindingsrater. I to af undersøgelserne (hhv. Reddy og Michel 1999 og Vorkamp 2002) konkluderer man dog, at humificering efterfulgt af mineralisering og fordampning er de vigtigste forsvindingsprocesser ved kompostering, mens mikrobiel omdannelse, hydrolyse og adsorption er de vigtigste processer ved bioforgasning.

Oplysningerne fra litteraturen indikerer, at primær nedbrydning af pesticider ofte forløber nogenlunde effektivt under anaerobe forhold, mens mineralisering går væsentligt langsommere, således at der kan ske ophobning af metabolitter. Under aerobe forhold, som ved kompostering, kan der generelt påregnes højere grad af omdannelse/nedbrydning med hurtigere rater, og til sidst fuld mineralisering.

Udvaskning af pesticider under komposteringen kunne potentielt også være en relevant spredningsvej, som fund af pesticider i en vandpyt ved en kompostbunke også indikerer (se afsnit 6.2.1). Udvaskning er dog ikke gennemgået nærmere i denne undersøgelse da komposteringsanlæg i Danmark ifølge de gældende regler for miljøgodkendelse skal anlægges med membran eller fast belægning under kompostmilerne og med mulighed for opsamling af perkolat.

Kun få af undersøgelserne muliggør en sammenligning af pesticidomsætning ved hhv. kompostering og bioforgasning (Kupper *et al.* 2014, Hellström *et al.* 2010 og BAFU 2007). Undersøgelsesresultater giver ikke grundlag for en klar, overordnet konklusion om, hvilken behandlingsmetode, der er den mest effektive til nedbrydning af pesticider.

To schweiziske undersøgelser (hhv. Kupper *et al.* 2008 og Brändli *et al.* 2007) viste, at mere end 2/3 af alle pesticiderne udviste nedbrydningsrater på over 50 % ved kompostering, og at kun ca. 20 % (53 ud af 270 pesticider) af pesticiderne stadig kunne detekteres efter 112 dages kompostering. Flere undersøgelser peger på, at fungicider af triazolgruppen ikke nedbrydes eller kun nedbrydes i mindre omfang ved kompostering eller bioforgasning (Kupper *et al.* 2014, Kupper *et al.* 2008, Brändli *et al.* 2007). I Danmark er midler, der indeholder triazolfungiciderne difenoconazol, prothioconazol og metconazol, godkendt til anvendelse i væksthuse og på fri-land, mens vækstregulatoren paclobutrazol udelukkende er godkendt til væksthuseanvendelse.

Nedbrydningsmekanismerne for pesticider ved kompostering og ved bioforgasning antages at være de samme, som også foregår i hhv. det aerobe og anaerobe jordmiljø. Det er dog sandsynligt, at nedbrydningen ved kompostering eller bioforgasning foregår mere effektivt end i jordmiljøet pga. den større biologiske aktivitet og højere temperaturer ved disse behandlingsmetoder.

Flere undersøgelser henviser til en sammenhæng imellem pesticidernes halveringstider i jord og deres forekomst i kompost, siden pesticider med længere halveringstider blev detekteret oftere end pesticider med kortere halveringstider. For at kunne sammenligne nedbrydningsraterne, som er identificeret fra litteraturen i nærværende undersøgelse, og de angivne halveringstider i jord er disse samlet i nedenstående Tabel 7.

Tabel 7. Halveringstider (DT50) i jord og nedbrydningsrater for en række pesticider ved kompostering.

Aktivstof	DT50 ^a (dage)	Nedbrydningsrate (kompostering)	Udgangsmateriale til kompostering	Kilde
Difenoconazol	130	0% (112 dage) ^b	Have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Difenoconazol	130	0% (112 dage) ^b	Blandet køkken-, have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Difenoconazol	130	51-95 % (112 dage) ^b	Afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008
Azoxystrobin	84,5	96-100% (112 dage) ^b	Blandet køkken-, have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Pirimicarb	86	96-100% (112 dage) ^b	Have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Pirimicarb	86	96-100% (112 dage) ^b	Afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008
Paclobutrazol	120	51-95 % (112 dage) ^b	Have- og parkaffald	Kupper <i>et al.</i> 2008
Paclobutrazol	120	96-100 % (112 dage) ^b	Afgasset biomasse	Kupper <i>et al.</i> 2008
2,4-D	4,4	> 99 % ^c	Have- og parkaffald	Reddy og Michel 1999
Atrazin	66	> 98 % ^c	Avispapir	Reddy og Michel 1999
Carbaryl	16	> 95 % ^c	Biofaststof og træspåner	Reddy og Michel 1999

Aktivstof	DT50 ^a (dage)	Nedbrydningsrate (kompostering)	Udgangsmateriale til kompostering	Kilde
Diazinon	9,1	> 97 % ^c	Have- og parkaffald	<i>Reddy og Michel 1999</i>
Diazinon	9,1	> 99 % ^c	Afklippet græs	<i>Reddy og Michel 1999</i>
Pendimethalin	182	> 99 % ^c	Have- og parkaffald	<i>Reddy og Michel 1999</i>
Pendimethalin	182	> 99 % ^c	Afklippet græs	<i>Reddy og Michel 1999</i>

^a Halveringstider (laboratorie DT50 ved 20 °C) fra "The Pesticides Properties Database" (PPDB, tilgængelig på <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>).

^b Nedbrydningsraterne er kun angivet som enten 0% eller i intervallerne 1-50%, 51-95% og 96-100%.

^c Nedbrydningsraterne er beregnet som startkoncentration fratrukket slutkoncentration og divideret med startkoncentrationer (som beskrevet i Kupper *et al.* 2008). Varigheden af komposteringen er ikke oplyst.

Halveringstider og nedbrydningsrater som vist i Tabel 7 bekræfter kun delvis påstanden om en positiv relation mellem halveringstid i jord og nedbrydningsrate i komposteringen. Triazolerne difenoconazol og paclobutrazol har forholdsvis lange halveringstider på >100 dage og viser ingen eller reduceret nedbrydning i komposteringen. Azoxystrobin, pirimicarb og pendimethalin har også forholdsvis lange halveringstider på hhv. 78, 86 og 182 dage, men viser alligevel en nærmest fuldstændig forsvinden. Datagrundlaget, som vist i Tabel 7, vurderes dog som for spinkelt til at kunne drage overordnede konklusioner om kvantitative korrelationer mellem halveringstider og nedbrydningsrater ved kompostering.

En positiv sammenhæng mellem halveringstider og nedbrydningsrater anses på baggrund af de nævnte undersøgelser og generel viden om nedbrydningsmekanismer og -rater for pesticider i hhv. jordmiljøet, kompostering og bioforgasning som sandsynlig. Det medgives, at der kan være undtagelser forstået på den måde, at pesticider med lang halveringstid alligevel findes at blive nedbrudt ved kompostering. I litteraturstudiet er vi ikke stødt på eksempler på pesticider med kort halveringstid i jord og lav nedbrydningsrate ved kompostering.

Det skal nævnes, at undersøgelserne primært viser resultater fra kontrolleret gennemførte, termofile komposteringer på større anlæg, men enkelte undersøgelser er dog baseret på laboratorieforsøg (f.eks. Reddy og Michel 1999, Hellström *et al.* 2010). Hvis komposteringsprocessen lokalt på gartnerierne afviger fra denne proces ved at planteaffaldet eksempelvis bare lægges i en bunke til forrådnelse, vil denne efter al sandsynlighed også medføre en ringere nedbrydning af pesticidrester.

8.4 Regelgrundlag for udbringning af planteaffald fra væksthuse på landbrugsjord

Der er i afsnit 6.1 estimeret en maksimal mængde planteaffald fra væksthusegartnerier i Danmark på 12.000 tons/år på vådvægtsbasis. Med et tørstofindhold på ca. 35 %, jf. de norske undersøgelser, svarer dette til ca. 4.200 tons tørstof/år. Affaldet fra væksthuse er ikke optaget på Bilag 1 til Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål (slambekendtgørelsen), hvilket betyder, at udspreddning af planteaffald fra væksthuse ikke kan ske i overensstemmelse med reglerne i slambekendtgørelsen.

Kommunen må vurdere, om affaldet kan blive udbragt på landbrugsjord efter §19 i miljøbeskyttelsesloven. En § 19-tilladelse vil forudsætte en form for risikovurdering. Kommunen skal også afgøre, om affaldet er farligt, og om det er egnet til materialenyttiggørelse, forbrænding eller deponering, jf. affaldsbekendtgørelsens³⁰ § 4, stk. 2.

8.5 Samlet vurdering af behandling af pesticidholdigt planteaffald i komposterings- eller biogasanlæg

De identificerede undersøgelser er ikke entydige, men indikerer, at der i såvel komposterings- som biogasanlæg kan forventes betydelig omsætning af mange pesticider, dog muligvis med undtagelser (se afsnit 8.3). Der er dog i høj grad mangel på undersøgelser, som mere systematisk forsøger at afdække indflydelsen af forskellige procesparametre (såsom temperatur, ilttilgang, opholdstid mv.) på omsætningsgrad og -rater for aktivstoffer med forskellige karakteristika.

Der hævdes i flere undersøgelser at være en positiv korrelation imellem pesticiders bionedbrydelighed i jord og deres omsættelighed ved aerobe komposteringsprocesser, hvilket forekommer plausibelt ud fra teoretiske overvejelser. Denne korrelation er dog ikke særlig tydelig for de pesticider, hvor der både er indhentet værdier for halveringstid i jord og nedbrydningsrate ved kompostering.

Samlet set kan der således siges at være behov for yderligere dokumentation for omfang og hastighed af omsætning/nedbrydning af pesticider ved kompostering og bioforgasning i tekniske anlæg, førend disse behandlingsmetoder helt generelt kan anbefales til bortskaffelse af pesticidholdigt planteaffald mv. fra væksthusegartnerier. De påviste niveauer af pesticider i plantemateriale og vækstmedier fra væksthuse er så lave (i langt de fleste tilfælde 1 mg/kg vådvægt eller lavere), at der næppe vil forekomme affald, der er så belastet, at det skal klassificeres som farligt affald, hvilket formelt og reelt vil forhindre slutbehandling på komposterings- og/eller biogasanlæg. De påviste niveauer af pesticider i komposteret og/eller afgasset biomasse er lavere end 1 mg/kg tørstof.

³⁰ Bekendtgørelse nr. 1309 af 18/12/2012.

9. Litteratur

Arbeitsgemeinschaft Abfallberatung (2000). Der umweltverträgliche Betrieb – Gartenbau Floristik. Arbeitsgemeinschaft Abfallberatung in Unterfranken.

BAFU (Bundesamt für Umwelt, 2007). Studie 1 Organische Schadstoffe in Kompost und Gärgut. Umwelt-Wissen Nr. 43-07. Bundesamt für Umwelt, Bern, Schweiz.

Bondt, N. Janssens, B., de Smet, A. (2010). Afval iut de landbouw. LEI, del af Wageningen Universitet, Den Haag, Holland.

Brändli, R.C. (2006). Organic Pollutants in Swiss Compost and Digestate. Dissertation. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Schweiz.

Brändli, R.C., Kupper, T., Bucheli, T.D., Zennegg, M., Huber, S., Ortelli, D., Müller, J., Schaffner, C., Iozza, S., Stadelmann, F.X., Tarradellas, J. (2007). Organic pollutants in compost and digestate. Part 2. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and-furans, dioxin-like polychlorinated biphenyls, brominated flame retardants, perfluorinated alkyl substances, pesticides, and other compounds. *J Environ Monit* 9:465-472.

Büyüksönmez, F., Rynk, R., Hess, T.F. og Bechinski, E. (1999). Occurrence, Degradation and Fate of Pesticides During Composting, *Compost Science & Utilization*, 7:4, 66-82.

Clowes, L.A., Lund, E., Petersen, P.H. (2008). Driftsvilkår for komposteringsanlæg. Miljøprojekt Nr. 1212 2008, Miljøstyrelsen.

Clowes, L.A., Petersen, P.H., Grønbæk M. (2008a). Komposteringsprocessens evne til nedbrydning af miljøproblematisk organiske stofgrupper. Rambøll Danmark A/S.

Dansk Gartneri (2012). Tal om gartneriet 2012. Publikation.

Dansk Gartneri (2015). Tal om gartneriet 2015. Publikation.

Eggen, T., Odenmarck, S.R., Torp, T. (2013). Opptak og translokering av insektmidlet imidakloprid fra planteavfall til nektar og pollen i trekkplantene bringebær og solsikker-en mulig eksponeringsvej for pollinerende insekter. *Bioforsk Rapport Vol. 8 Nr. 149*, 2013. 34 pp.

Grant, R., Blicher-Mathiesen, G., Andersen, P.M. (2009). Ny lokal beregning af nettonedbør. *Vand & Jord*, 16. årgang nr. 3, september 2009.

Haarstad, K. (2011). Pesticides as a waste problem with examples from Norway. In: *Pesticides-Formulations, Effects, Fate*. (Ed. Stoytcheva, M.), InTech Europe, Croatia, 2011. pp. 803-808.

Haarstad, K., Bavor, J., Roseth, R. (2012). Pesticides in Greenhouse Runoff, Soil and Plants: A Screening. *The Open Environmental & Biological Monitoring Journal*, 2012, 5, 1-13.

Hallgren, S., Löfkvist, K., Hansson, T., Svensson, S.A., Stenström, J., Bergström, L. (2013). Karaterisering av kemikalieläckage, dess halter och transportvägar från växthus och andra hårdgjorda ytor. Rapport fra Naturvårdsverket, Sverige, ärendenummer NV-05542-12. 51 pp.

Hellström, A., Nilsson, M., Kylin, H. (2010). Current-use and Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls in the Biodegradable Fraction of Source Separated Household Waste, Compost, and Anaerobic Digestate. *Bull Environ Contam Toxicol* (2011) 86:60-64.

Komtek (u.å.). Anlægsspecifik beskrivelse af milekompostering (KomTek Miljø). Tilgængeligt på https://www.dakofa.dk/fileadmin/user_upload/documents/Netvaerk/Bio-og_slambehandlinger/110202/Anlaegsspecifik_beskrivelse_af_milekompostering_Komtek.pdf (10.11.2016).

Kreilgård, L. og Jørgensen, H. (2015). Kortlægning af forbehandlings- og biogaskapacitet af organisk affald. Miljøprojekt nr. 1728, 2015, Miljøstyrelsen.

Kreuger, J., Graaf, S., Patring, J., Adielsson, S. (2010). Pesticides in surface water in areas with open ground and greenhouse horticultural crops in Sweden 2008. *Ekohydrologi* 177, SLU, Uppsala, 2010.

Kupper, T., Brändli, R.C., Bucheli, T.D., Stämpfli, C., Zennegg, M., Berger, U., Edder, P., Pohl, M., Niang, F., Iozza, S., Schaffner, C., Schmid, P., Becker van Slooten, K., Oehme, M., Mayer, J. (2014). Organic pollutants in compost and digestate: occurrence, fate and impacts. Available at <https://www.researchgate.net/publication/253934810> (10.11.2016).

Kupper, T., Bucheli T.D., Brändli, R.C., Ortelli, D. og Edder, P. (2008). Dissipation of pesticides during composting and anaerobic digestion of source-separated organic waste in full-scale plants. *Bioresource Technology*, Volume 99, Issue 17, November 2008.

Larsen, A.K. og Sørensen, I.U. (2016). Indsamling af ny viden og rådgivning til gartnere omkring håndtering af spildevand til gavn for miljøet. Projekt rapport. Udført af Gartnerirådgivningen A/S for Dansk Gartneri. Finansieret af Produktionsafgiftsfonden for frugtavl og gartneribrug.

Löfkvist, K., Hansson, T., Svensson, S.A. (2009). Förluster av växtskyddsmedel till omgivande mark och vatten vid användning i svenska växthus - en genomgång av möjliga riskmoment. Rapport 2009:6 fra Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i rapportserien "Landskap Trädgård Jordbruk". Alnarp, Sverige, 2009. 47 pp.

Löfkvist, K., Hansson, T., Svensson, S.A., Hallgren, S. (2015). Kemiska växtskyddsläckage från växthus- och plantskoleproduktion - och hur dessa kan förebyggas. JTI-rapport 2015, Lantbruk & Industri nr. 439. JTI-Institutet för jordbruks- og miljøteknik. 34 pp.

Mai, P., Jungersen, G., Elsgaard, L., Vinter, F.P., Tørslev, J. (1999). Nedbrydning af miljøfremmede stoffer i biogasreaktorer. Miljøprojekt Nr. 500 1999, Miljøstyrelsen.

NVWA (2015). Residuen van gewasbeschermingsmiddelen op groente en fruit. Overzicht van uitkomsten NVWA-inspecties januari 2014 - december 2015. Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA).

Petersen, C. (2001). Statistik for behandling af organisk affald fra husholdninger. Miljøprojekt Nr. 624 2001, Miljøstyrelsen.

Reddy, C.A. og Michel, F.C. (1999). Fate of xenobiotics during composting. Proceedings of the 8th International Symposium on Microbial Ecology, Bell CR, Brylinsky M., Johnson-Green P. (eds), Atlantic Canada Society for Microbial Ecology, Halifax, Canada.

Roseth, R. (2010). Plantevernmidler i avfall fra produksjon og import av blomster. Bioforsk Rapport Vol. 5 Nr. 67, 2010. 28 pp.

Roseth, R. (2012). Veksthus med produksjon av potteplanter-plantevernmidler i avrenning, avfall og grunnvann. Bioforsk Rapport Vol. 7 Nr. 26, 2012. 30 pp.

SFT (2009): Kartlegging av plantevernmiddelbruk i veksthus som kan ha forårsaket grunnforurensning. Rapport TA-2551/2009 fra Statens Forurensningstilsyn. 51 pp.

Taube, J., Vorkamp, K., Förster, M., Herrmann, R. (2002). Pesticide residues in biological waste. Chemosphere 49 (2002) 1357-1365.

Vorkamp, K., Kellner, E., Taube, J., Möller, K.D., Herrmann, R. (2002). Fate of methidathion residues in biological waste during anaerobic digestion. Chemosphere 48 (2002) 287-297.

Bilag 1. Spørgeskemaer til myndigheder og organisationer

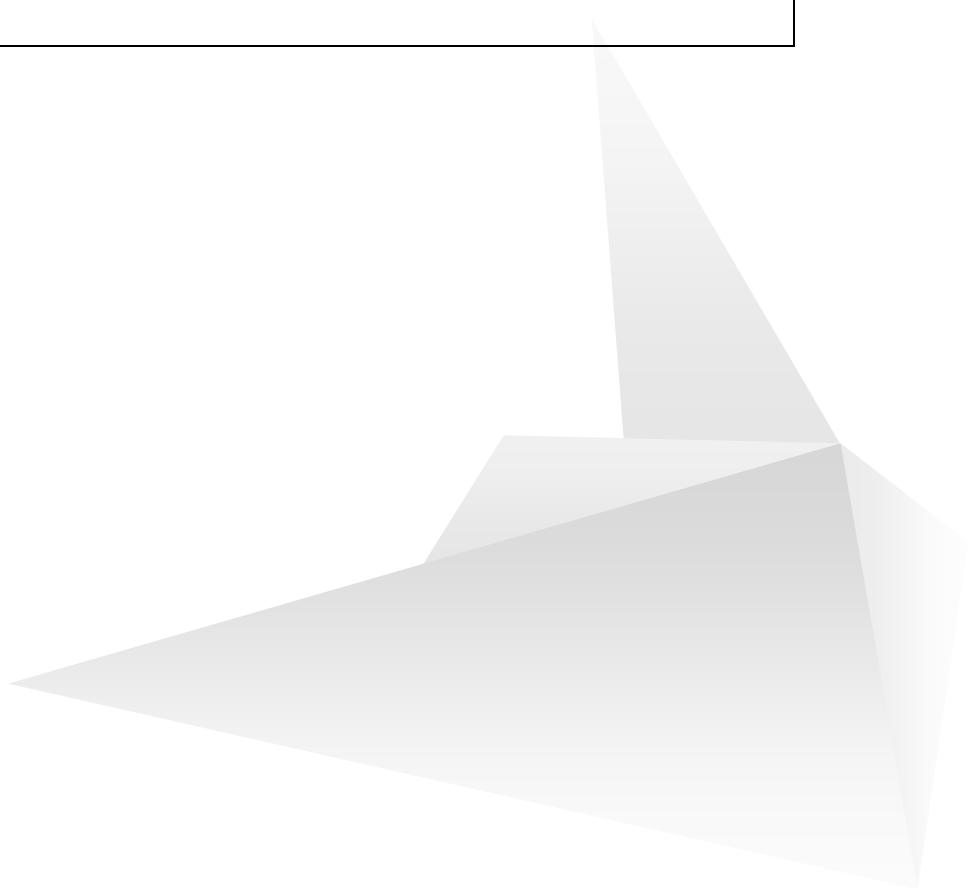
Questionnaire to authorities

Study on regulation of the handling of pesticide containing waste products from greenhouses

Contact information

Please fill in your contact information:

Authority	
Contact person	
Email	
Phone	
Date	



Part A – General information

Please fill in your answers:

Question		Answer	
A1	Is there presently any legislation that regulates the disposal of pesticide containing organic waste (i.e. plant remnants and growth media) from greenhouses?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please consider Part B of this questionnaire as well.		
	- If no, are there any plans for future regulation on this area?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
A2	Are there any studies, reports or other documentation providing the basis for the decision for existing or future regulation on this area?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please attach or link to any relevant documents.		
A3	Are you aware of other articles or reports of relevance for the topic?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please attach or link to any relevant documents.		
A4	How is pesticide containing organic waste from greenhouse production handled presently?		
A5	Do you know any trade associations or other organisations with knowledge on this topic?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please specify name and, if possible, contact person and details:		
A6	Other information/comments on the topic:		

Part B – Specific information on regulation

Please fill in your answers:

Question		Answer	
B1	Please describe briefly the background, why regulation of this area has been evaluated as necessary		
B2	Please specify relevant legislation regulating waste from greenhouses by name and identification no and/or attach legislation documents.		
B3	Please describe the basic principles of the regulation.		
B4	Does the legislation distinguish between waste from edible crops and ornamental plants?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please describe how or refer to a specific section in the legislation.		
B5	Does the legislation contain any regulation of specific substances?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please describe how or refer to a specific section in the legislation.		
B6	Does the legislation contain any requirements regarding documentation of pesticide content in waste?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please describe how or refer to a specific section in the legislation.		
B7	Please indicate, since when the legislation has been in force.		
B8	Is there any evaluation of the effects of implementation of the regulation?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please attach or link to any relevant documents.		
B9	Are there any guidance documents available for authorities or industry on how the regulations shall be implemented?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please attach or link to any relevant documents.		

B10	Does the regulation and the implementation involve other authorities?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please specify which authorities and how they are involved.		
B11	How is control of compliance to the regulations conducted?		

Questionnaire to trade associations and other organisations

Study on regulation of the handling of pesticide containing waste products from greenhouses

Contact information

Please fill in your contact information:

Organisation	
Contact person	
Email	
Phone	
Date	



Please fill in your answers:

Question		Answer	
1	How is pesticide-containing organic waste (i.e. plant remnants and used growth media) from greenhouses handled presently?		
2	What are typical amounts of organic waste products from a greenhouse production site (e.g. in tons wet weight/ha)?		
3	Are there any studies, reports or other documentation on presence of pesticides in waste from greenhouses and/or handling of pesticide containing waste?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please attach or link to any relevant documents.		
4	What are the experiences of your business with regulations of pesticide-containing waste? If possible, please describe technical applicability, relation to authorities, documentation requirements and economic consequences.		
5	Which pesticides are most commonly used in greenhouse production?		
	- If lists or other documentation are available, please attach or link to any relevant documents. If possible, distinguish between production of edible crops and ornamentals.		
6	Do you know any other organisation or trade association with information on this topic?	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
	- If yes, please specify name and, if possible, contact person and details.		

Thank you for your help!

Planteaffald med pesticider

I danske væksthuse benyttes der en række pesticider, som ikke er tilladt til udendørs anvendelse. Planteaffald fra væksthuse kan derfor potentielt udgøre et miljøproblem i forbindelse med oplag og bortskaffelse. I denne rapport beskrives (1) hvordan håndteringen af planteaffald fra væksthuse er reguleret i udvalgte nabolande, (2) i hvilket omfang der er påvist pesticidrester i planteprodukter, planteaffald og kompost fra væksthuse, og (3) i hvilket omfang pesticider nedbrydes i komposterings- og biogasanlæg.

I Norge er der udarbejdet regler for håndtering af affald fra planter behandlet med specialpræparater til væksthuse, men reglerne er endnu ikke udmøntet i konkrete godkendelser. I Sverige, Tyskland og Holland håndteres planteaffald fra væksthuse efter de generelle regler for håndtering og deponering af affald, herunder farligt affald.

I norske undersøgelser er der påvist et betydeligt antal pesticider i planter fra væksthuse. Koncentrationerne er oftest lavere end 1 mg/kg (vådvægt), mens den højeste målte koncentration er 5,1 mg/kg for et enkelt stof og 14,4 mg/kg for summen af alle påviste stoffer. I prøver af kompostbunker ved væksthuse er der kun påvist et mindre antal pesticider, og i alle tilfælde er sumkoncentrationerne lavere end 1 mg/kg. I Danmark er der påvist pesticider i udsivende vand fra kompostbunker. Studierne af nedbrydning viser, at de fleste af de undersøgte pesticider nedbrydes ved kompostering og/eller bioforgasning eller undergår primær omdannelse, så moderstoffet ikke længere kan påvises. Sammenfattende vurderes det, at der foreligger for få data til, at der kan konkluderes endeligt på egnetheden af kompostering og bioforgasning som behandlingsmetoder for pesticidholdigt planteaffald.



Miljø- og Fødevareministeriet
Slotsholmsgade 12
1216 København K

www.mfvm.dk