



# HVORDAN FÅR VI I DANMARK SIKRET VORES VANDFORSYNING MOD PESTICIDER OG BIOCIDER

Forslag til tiltag

# Drikkevandet er under pres

Vandforsyningerne står i dag med store udfordringer med fund af desphenyl-chloridazon (DPC), N,N-dimethylsulfamid (DMS) og nedbrydningsprodukter fra dimethachlor og alachlor. Alle stofferne er såkaldte "glemte" stoffer, hvor problemerne med fund af stofferne kunne være forudset langt tidligere, hvis stoffernes anvendelse, fysisk-kemiske egenskaber og nedbrydningsveje var blevet kortlagt.

I Danmark har vi stort set ikke påbegyndt en vurdering af varigheden af forureningen for de stoffer, som vi finder i dag. Vi ved derfor endnu ikke, om f.eks. DMS og DPC-koncentrationerne fremover vil stige eller falde, og betydningen af de relativt mange fund af stofferne i betydelige koncentrationer i drænvand og åer er vanskelige at tolke. Dette skaber store udfordringer for forsyningernes struktur og investeringer.

InSa-Drikkevand ønsker med dette notat at tydeliggøre, hvilke udfordringer vandforsyninger bliver mødt med nu og i fremtiden fra pesticider og biocider, og hvilke tiltag der er nødvendige for at kortlægge disse udfordringer.

Baggrunden for notatet er bl.a. en workshop, hvor inviterede personer – med stor viden om pesticiders og biociders skæbne i grundvand – har bidraget med viden og ideer til, hvordan vi løser udfordringen med manglende kendskab til pesticiders og biociders skæbne i især umættet zone og grundvand. Dette notat giver en kort konkret beskrivelse af status, videnshuller og mangler samt konkrete forslag til undersøgelser, der er nødvendige for at kunne give en realistisk vurdering af grundvandsressourcens tilstand nu og i fremtiden.



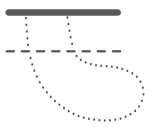
## InSa-DRIKKEVAND

InSa-Drikkevand er et innovationssamarbejde til sikring af rent drikkevand med fokus på pesticidforurening. Samarbejdet skal samle vandforsyningernes indsats for at sikre fremtidens rene drikkevand baseret på grundvand. Danmarks 5 største vandforsyninger er gået sammen for at koordinere vidensopbygningen, der skal

sikre, at vi fortsat kan levere rent drikkevand. Det er Aarhus Vand, HOFOR, Novafos, TREFOR Vand, VandCenter Syd samt DTU Miljø (Sekretariat og fagligt referencecenter). Gennem vidensdeling, koordinering af eksisterende og opstart af nye projekter, ønsker InSa-Drikkevand at styrke arbejdet med pesticider og biocider inden for tre Spor:

### Spor 1: Pesticiders skæbne i grundvand

- Udredningsprojekter og kortlægning af kilder
- Pesticiders mobilitet og nedbrydning
- Troværdig prognose for varighed af pesticidforekomster



### Spor 2: Udvikling af renses- teknikker

- Identifikation og udvikling af teknologier
- Overblik over potentiale for en række forskellige teknologier
- Håndtering af kommende forureningsstoffer
- Demonstrationsprojekter



### Spor 3: Bæredygtighed og samfundsnytte

- Vurdering af bæredygtighed
- Holistisk valg og kombination af behandlingsteknologier
- Afvejning af virkemidler



## ONLINE WORKSHOP D. 10. MAJ 2021

### Status og videnshuller for pesticidernes skæbne og trussel mod grundvandet

InSa-Drikkevands vision er rent drikkevand fra rent grundvand, men en stor del af grundvandsressourcen er i dag forurenet med pesticider og biocider, så hvornår vil grundvandet igen være rent? Svaret på dette spørgsmål er afgørende for forsyningernes fremtidige struktur og investeringer. InSa-Drikkevand har derfor afholdt en workshop med henblik på at konkretisere de undersøgelser/udredninger, der er nødvendige for at få troværdige prognoser for varigheden af pesticidforureningerne.

Workshoppen blev afholdt d. 10. maj 2021 med deltagelse af repræsentanter fra relevante organisationer (forsyninger, regioner, repræsentanter fra udvalgte kommuner, GEUS, universiteter, rådgivere og Miljøstyrelsen). Målet med workshoppen var at diskutere, hvordan vi løser udfordringen med manglende kendskab til pesticiders og biociders skæbne i især den umættede zone og grundvandet. Workshoppen skulle bidrage med input til status og videnshuller om problemstillingen og ideer til, hvordan vi i Danmark kommer frem til en realistisk vurdering af grundvandsressourcens tilstand nu og i fremtiden. Dette notat sammenfatter og bygger videre på diskussionerne fra ovennævnte workshop. *Notatet afspejler forfatterens synspunkter og er dermed ikke udtryk for deltagerne eller de deltagende myndigheders synspunkter.*

#### Forfattere/arrangører

Poul L. Bjerg, DTU Miljø  
Liselotte Clausen, HOFOR  
Anne Esbjørn, VandCenter Syd  
Katerina Tsitonaki, WSP Danmark

#### Arrangør/facilitator

Anne Holm Thomsen, DTU Miljø

#### Deltagere i alfabetisk rækkefølge

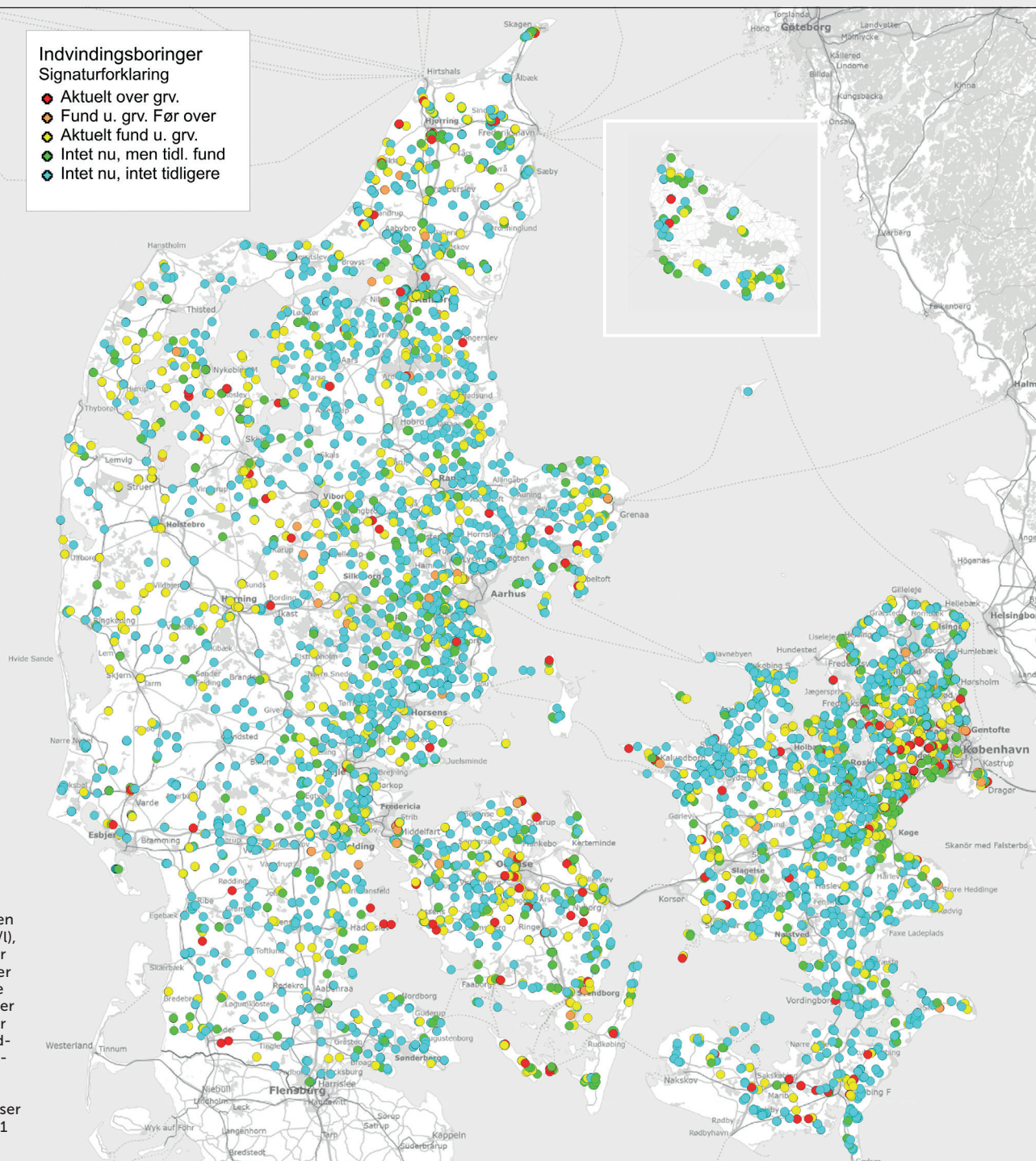
Christian Albers, GEUS  
Hans-Jørgen Albrechtsen, DTU Miljø  
Niels Peter Arildskov, Cowi  
Ida Balsby, TREFOR  
Majken Frederiksen, DTU Miljø/Rambøll  
Helle Guedson, Aalborg forsyning  
Maria Sommer Holtze, Miljøstyrelsen  
Tove Hauer Jakobsen, Hvidovre Kommune  
Anders Risbjerg Johnsen, GEUS  
Henriette Kerrn-Jespersen, Region Hovedstaden  
Bo Lindhardt, NOVAFOS  
Liselotte Ludvigsen, Gentofte Kommune  
Kenn Mortensen, Region Nord  
Iben K. Nilsson, Din Forsyning  
Ida Holm Olesen, Region Syd  
Loren Ramsay, VIA  
Sandra Roost, WSP  
Søren Rygaard, NIRAS  
Nanette Schouw, Region Sjælland  
Jesper Simensen, Region Midt  
Dorthe Skræm, DANVA  
Eike Stubsgaard, Århus Kommune  
Lærke Thorling, GEUS  
Nina Tuxen, Region Hovedstaden  
Peter Tüchsen, NOVAFOS  
Charlotte Schmidt Vesterlund, TREFOR  
Claus Vangsgård, DANVA  
Bo Vægter, Aarhus Vand

Vores grundvand er i dag påvirket af miljøfremmede stoffer, hvor en stor del af problemet skyldes fund af pesticider og biocider. Det er ikke længere muligt at finde tilstrækkelige nye grundvandsressourcer, som er uforurenede. Danmarks 5 største vandforsyninger leverer tilsammen 109 mio. m<sup>3</sup> drikkevand

årligt. Det er 30 % af det samlede drikkevand i Danmark. I dag indeholder 24 % til 94 % af det drikkevand, disse forsyninger udpumper, spor af pesticider og biocider eller nedbrydningsprodukter. Alle forsyninger overholder gældende kravværdier til drikkevand.

### Pesticid og biocid belastning i Danmarks største forsyninger. /Kilde: InSa-Drikkevand

Pesticidbelastning	Novafos	HOFOR	TREFOR	Aahus Vand	Vandcenter Syd
Samlet udpumpning (mio. m <sup>3</sup> /år)	16,9	54,8	11,1	13,8	9,2
Boringer med pesticider/biocider	72	310	13	31	31
Antal boringer med pesticider/biocider	56%	69%	18%	36%	65%
Udpumpet vand med spor af pesticider/biocider	52%	94%	34%	24%	94%

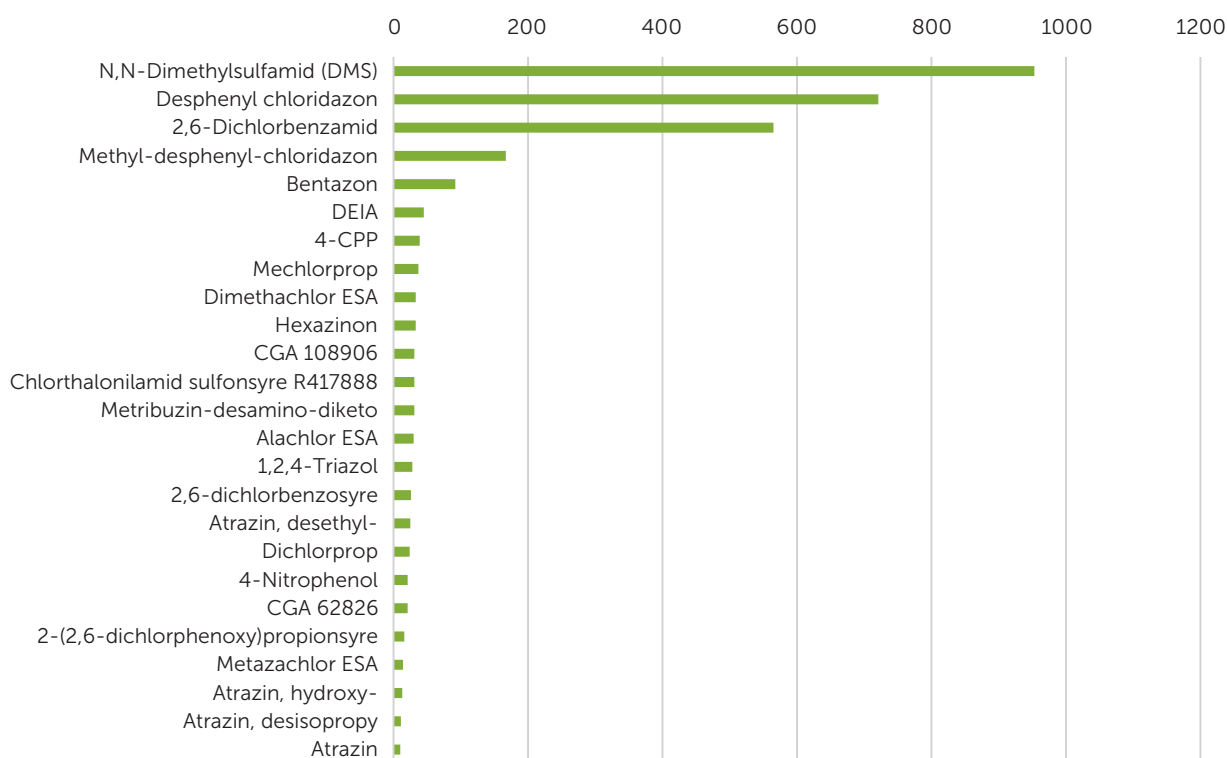


Mere end 25 enkeltstoffer, som stammer fra pesticider og biocider, er konstateret i aktive vandforsyningsboringer i perioden 2018-2020. Med fund af pesticider og biocider i mere end 29 % af de aktive vandforsyningsboringer i 2019 jf. GEUS, står både de store og små forsyninger på en brændende platform. Vores forsyningsstruktur i Danmark - uden videregående vandbehandling - er under et massivt pres.

De mange nye fund af pesticider og biocider skaber store udfordringer for indvinding af vand til drikkevandsproduktion. Årsagen til de nye fund skyldes i høj grad de nye udvidede ana-

lysepakker, som har stoffer med, der ikke tidligere blev analyseret for. En række af disse problemer kan løses med midlertidige tiltag (lukning af boringer, fortynding af det forurenede vand med rent vand), men kun for en kortere periode. Der er behov for at estimere varigheden af forureningen og omfanget af forureningen. Vil forureningen fortsætte over en længere periode og eventuelt stige i koncentration, så de nuværende observationer kun afspejler begyndelsen af problemet? Denne type viden er afgørende for planlægningen og fremtidige investeringer i vandforsyningerne.

### Antal boringer med hyppigste fund, marts 2021



Hvis Danmark skal fastholde sin vision om, at drikkevandsressourcen består af grundvand direkte fra undergrunden med minimal rensning, vil der være en periode, hvor vi skal yde en omfattende indsats for, at der i fremtiden ikke vil ske en yderligere forurening af grundvandsressourcerne. Hvis dette lykkes, så kan Danmark måske igen om 20 år have rent grundvand til produktion af drikkevand. I overgangsperioden har vi behov for at forstå, hvor længe den nuværende situation vil vare, og om den kan forventes forværret.

Antal aktive vandforsyningsboringer med fund i den seneste analyse indenfor 5 år på baggrund af udtræk fra Jupiter.

Kilde: WSP 2021

# Problemstofferne

I takt med, at der kom mere omfattende analysepakker og opmærksomhed på flere stoffer, steg antallet af fund af pesticider og biocider i aktive vandværksboringer meget kraftigt i løbet af de seneste 4 år. Vandforsyningerne står i dag med store og nye udfordringer på grund af fund af "nye" stoffer som desphenyl-chloridazon (DPC), N,N-dimethylsulfamid (DMS) og nedbrydningsprodukter fra dimethachlor, alachlor, propachlor, og metazachlor. De hyppigst fundne stoffer i vandforsyningsboringer stammer fra forskellige anvendelser.

Særligt problematisk er, at der for mange af problemstofferne mangler konkret viden og en samlet forståelse af stoffernes opførsel i jord og grundvand. Det vil sige stoffernes skæbne fra forureningskilden og mod vandforsyningsboringerne.

Desuden mangler vi overblik over stoffernes og moderproduktens anvendelser og dermed potentielle forureningskilder i forskellige geografiske områder, samt betydning af forskellige forureningskilder og arealanvendelse.

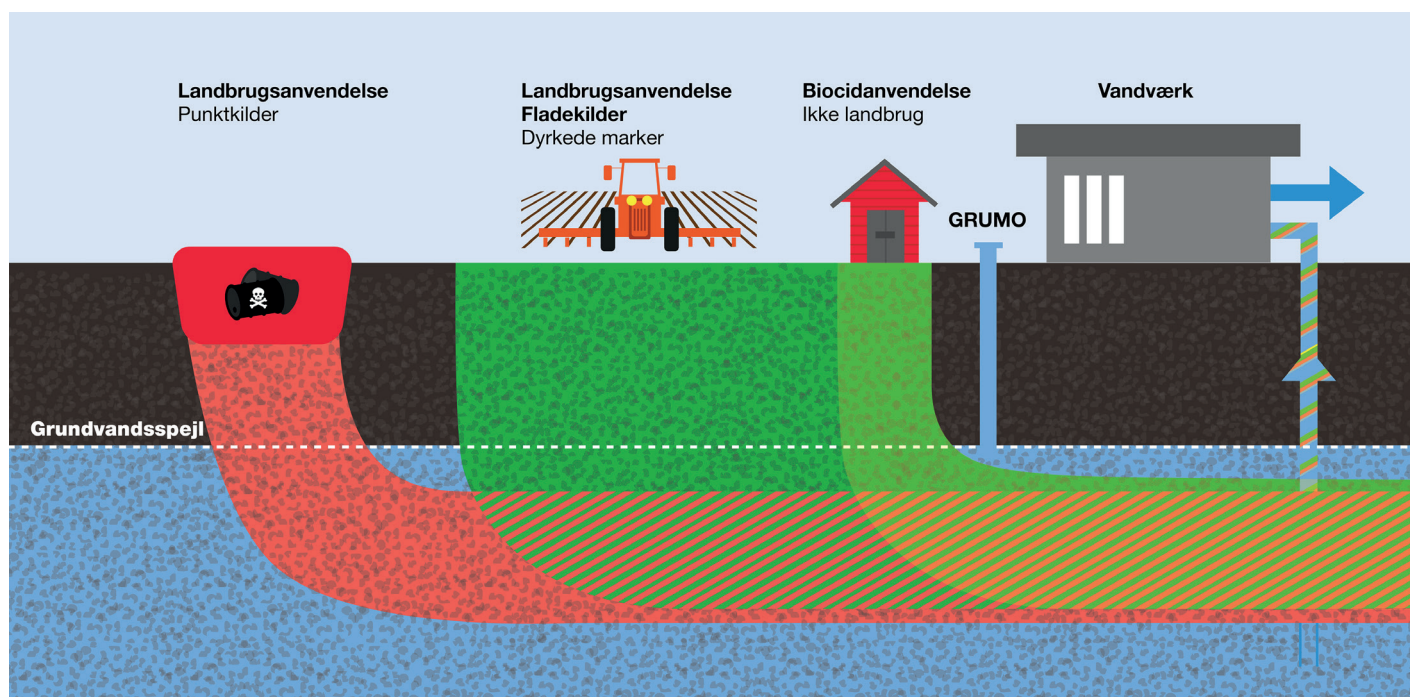
For de fleste stoffer ved vi meget lidt om kilderne, og om hvordan stofferne bindes og nedbrydes i jord og grundvand. Der mangler især forståelse af, hvordan stoffer opfører sig ved lave koncentrationer, da den dokumentation, der angives i forbindelse med godkendelsesproceduren, ofte omhandler høje koncentrationer i de øvre jordlag.

## Hvad kendetegner problemstofferne?

Et fælles kendetegn ved mange af problemstofferne er, at de er nedbrydningsprodukter af stoffer med tidligere lovlig anvendelse. Det er stoffer, der har været godkendt til mange forskellige formål. Det tyder på, at der er svagheder i de nuværende og tidligere godkendelsesprocedurer.

Alle problemstofferne er mobile og meget svære at nedbryde.

Fra et forsyningsperspektiv er det største problemstof DMS, både fordi det er det mest hyppigt fundne stof, og fordi almindelig rensning på kul ikke er en mulighed. Det truer dermed forsynings sikkerheden for drikkevand i Danmark. DPC udfordrer også forsynings sikkerheden, men her findes der tekniske løsninger til rensning.



Forsimplet illustration af mulige kilder til forurening af grundvandet med pesticider og biocider (modificeret fra InSa-Drikkevand)

Problemstof	Moderstof	Primær anvendelse	Anvendelsesperiode (solgt i Danmark)
DMS, N,N-dimethylsulfamid	Tolyfluanid Dichlofluanid Begge stoffer	Svampemiddel, Frugt og bær, tomat, prydplanter, bejdsemiddel Træbeskyttelse. Frugt og bær. Ikke godkendelsespligtig maling mod skimmelsvamp	1973-2007 1974-1999 1966-1974 Udfaset omkring 2015
DPC, desphenyl-chloridazon MeDPC, methyl-desphenyl-chloridazon	Chloridazon	Ukrudtsbekæmpelse roer, løg (spise- og blomsterløg) og rødbeder	1963-1996
BAM, 2,6 dichlorbenzamid	Dichlobenil Chlorthiamid	Ukrudt på udyrkede arealer	1969-1997
Bentazon	Bentazon	Ukrudtsbekæmpelse i diverse frø, græs, majs, vintersæd, vårsæd, ærter	1974-i dag
DEIA, Atrazin-hydroxy, Atrazin-desisopropy, Atrazin-desethyl	Atrazin	Ukrudtsbekæmpelse i majs og på udyrkede arealer	1990-1994
4-CPP, 4-chlorophenoxypropionsyre	MCCP Dichlorprop	Diverse frø, græs, kløver, vintersæd, vårsæd, ærter	1959-2021, men kraftig reduceret siden 1997. 1964- i dag, kraftig reduceret siden 1997. Stadig tilladt i private haver
Dimetachlor ESA,	Dimetachlor	Ukrudtsbekæmpelse. Dyrkning af vinter- og vårraps	1980-1990
Hexazinon	Moderstof	Landbrug	1978-1994
CGA 108906 CGA 62826	Metalaxyl/metalaxyl	Kartofler/grøntsager. Bejdsemiddel	1980-2013 (fungicid). 2002-i dag (bejdsemiddel)
Chlorothalonilamid sulfonsyre R417888	Chlorothanonil	Fungicid i grøntsager, frø, vintersæd, ærter. Biocid i maling.	1982-2000
Metribuzin-desamino-diketo	Metribuzin	Ukrudtsbekæmpelse i kartofler	1972-2004
1,2,4- triazol	Amitrol tebuconazol, metconazol, difenoconazol, epoxiconazol og propiconazol fluconazol	Herbicid Fungicid Bejdsemiddel Biocid i maling og konserveringsmiddel i lægemidler)	1958-1989 (Amitrol) 1982-i dag
4-nitrophenol	Methylparathion	Vækst regulerende middel Nedrydningsprodukt af methylparathion. Muligvis andre industrielle kilder	1956-1980 (methylparathion)
Metazachlor ESA	Metazachlor	Ukrudtsbekæmpelse, kål og raps	Aldrig (dog solgt i Tyskland fra 1980'erne. I 2016 blev der taget en vognmand for ulovlig import til Danmark
Alachlor ESA	Alachlor	Ukrudtsbekæmpelse i rapsmarker	1970-1986
Propachlor ESA	Propachlor	Ukrudtsbekæmpelse kålroer, kål, raps, sennep, løg og porrer.	1966-1994

Andre stoffer: Stofgruppen dithiocarbamater målt som CS2 er konstateret ved mange punktkilder, men det er vanskeligt at skelne mellem det naturlige forekommende indhold af CS2 og det der evt. stammer fra pesticider. Ved flere punktkilder er der konstateret nyere stoffer i 15 meters dybde, såsom clopyralid og TFMP.

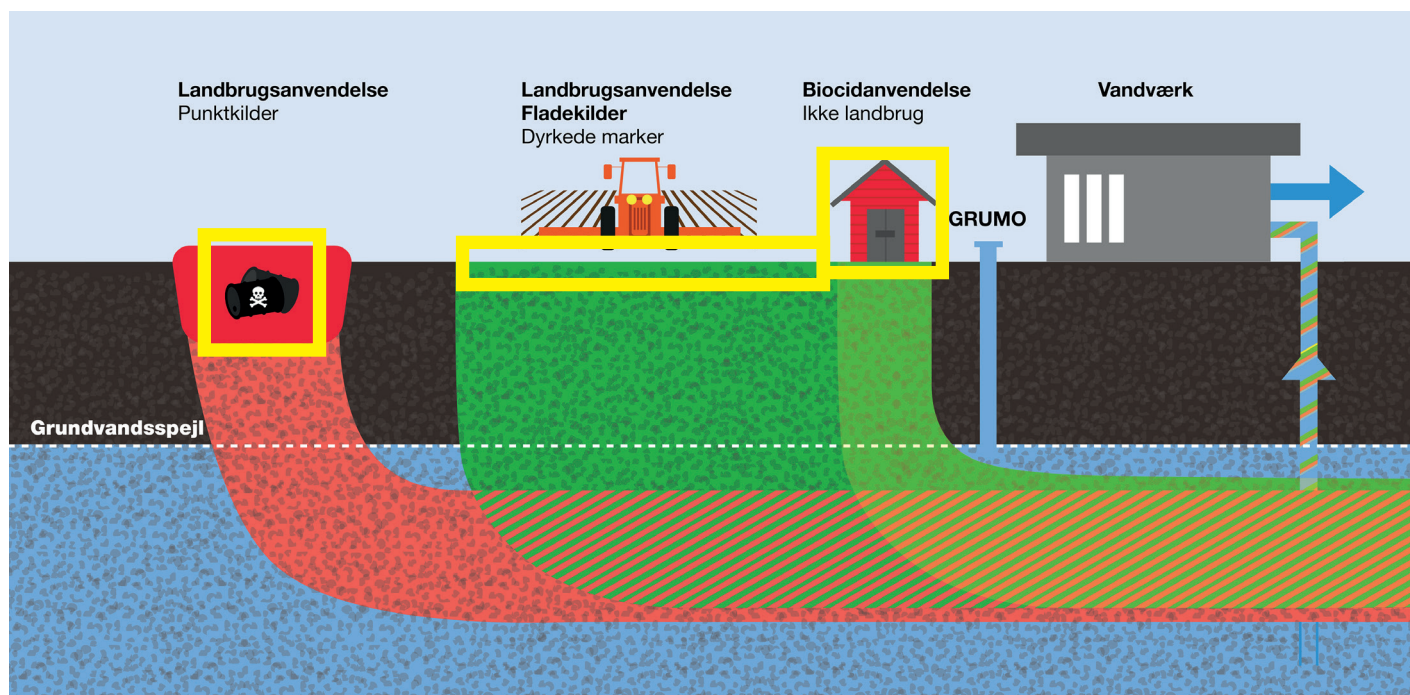
## FAKTABOKS

### Forureningskilder

Der findes forskellige kilder til forurening med pesticider og biocider. Forureningen kan stamme fra anvendelse på dyrkede arealer eller brug i private haver (fladekilder), punktkilder i forbindelse med affaldsdeponering ved gårde, vask af sprøjten på maskinstationer osv. samt intensiv brug i gartnerier og ved bærproduktion.

Dertil kommer mulig påvirkning fra linjekilder som veje og jernbaner. For biocider kan udvaskning fra bemalede træoverflader i byområder spille en væsentlig rolle. Stofferne transporteres med regnvandet fra forureningskilden gennem den umættede zone, indtil de når grundvandsspejlet, hvorefter de spredes i grundvandet.

# Viden om stoffer og forureningskilder



Den konkrete situation, hvor store dele af grundvandsressourcen meget overraskende er forurenet med især DMS og DPC, skaber bekymring for, om der kan være andre negative overraskelser i fremtiden. Der er bekymring for, hvorvidt flere biocider fra ikke regulerede produkter eller "glemte" metabolitter fra godkendte pesticider kan nå/have nået grundvandet. Derudover er der usikkerheden omkring f.eks. medicinrester og fodertilskud, som spredes med fx. gylle. Denne type trussel mod grundvandsressourcen er dog ikke i fokus i dette notat. Vandforsyningerne står således med en usikkerhed om, hvorvidt der er væsentlige oversete kilder og andre nye problemstoffer på vej. Vi mangler overblik over, hvor forurening med pesticider og især biocider stammer fra.

Der foregår fra regionernes side et stort og systematisk arbejde med håndtering af punktkilder, men der mangler overblik over betydningen af fladekilderne og deres bidrag i forbindelse med pesticidproblematikken. Udvaskning af godkendte pesticider undersøges i VAP-programmet. Der foregår nationalt en systematisk overvågning af grundvandet i GRUMO programmet, herunder analyser for udvalgte miljøfremmede stoffer. En del

af NOVANA programmet er prøvetagning fra LOOP-boringer, som er placeret under landbrugsarealer og filtersat terrænnært. Indtil 2007, blev der i LOOP monitoreret for pesticider, men dette sker dog ikke længere, så der er manglende viden omkring pesticidbelastningen under de dyrkede marker, også efter ophør af brugen af pesticider. Beskrivelse af de forskellige overvågningsprogrammer kan ses i faktaboks.

En del af de konstaterede fund, f.eks. DMS, DPC og nedbrydningsprodukter af dimethachlor, burde være forudsigelige. Dette er på baggrund af mængden og anvendelsen af stofferne, stoffernes fysisk-kemiske egenskaber, samt at stofferne har været anvendt i store mængder og har mobile og persistente nedbrydningsprodukter. Det er derfor uforståeligt, at vi i Danmark ikke har analyseret for disse stoffer før nu. Disse "hovsa"-fund vanskeliggør den langsigtede planlægning og rettidige investeringer, der er en forudsætning for en effektiv vandforsyning.

På baggrund af den alvorlige situation og mangel på viden foreslår vi følgende tiltag/projekter:



## Stoffernes opførsel og skæbne i jord og grundvand

Der mangler ofte viden om fysisk/kemiske egenskaber for en række af problemstofferne, der er styrende for deres skæbne i jord og grundvandet. Vi mangler viden om kilderne og transporten ned til grundvandet og i grundvandsmagasinerne for bl.a. DMS, DPC, dimetachlor ESA, alachlor ESA og CGA369873. Centrale processer som sorption/binding til jorden og nedbrydning i dybere jordlag og grundvand er meget dårligt belyst. Der mangler pålidelige data om grundlæggende parametre såsom nedrydningsrater og fordelingskoefficienter mellem vand og jord under realistiske koncentrationer for danske forhold. **Der er således behov for laboratorie- og feltforsøg for at kvantificere disse processer og parametre.** Parametrene er helt centrale for at kunne lave en simpel eller modelbaseret prognose for gennembrud og påvirkningen af grundvandet samt stoffernes skæbne i grundvandsmagasiner.

## Analysen for pesticider i vand

Med over 218 godkendte aktive stoffer i brug i dag og tusindvis af historisk anvendte pesticider, er der ingen godkendelsesprocedure, der kan være fejlfri. **Der er derfor et stort behov for at videreudvikle standardpakker for analyser. Non-target analyser, som er screeningsmetoder til identifikation af ukendte stoffer i en prøve bør også udvikles samt efterfølgende udvikling og kommerialisering af metoder til identifikation af nye stoffer.**

En systematisk gennemgang af pesticidforbrug i Danmark og stoffernes fysiske og kemiske egenskaber foretaget af regionerne har resulteret i en oversigt over pesticider, som har været anvendt i Danmark. For nogle af disse pesticider er der ikke analysemetoder, og laboratorierne tilbyder ikke at udvikle analysemetoder pga. manglende efterspørgsel. Disse omfatter især ca. 100 polære og dermed mobile pesticider, som bør inkluderes i standardanalysepakker for grundvand. **Der er således et behov for, at analysepakkerne udvides, hvilket er relevant for grundvandsovervågningen, boringskontrollen og regionernes undersøgelser.**

## Den gemte pulje i jord - behov for kvalitetskriterier

For hovedparten af de mobile pesticider og biocider findes der i dag ikke en kommercialiseret metode til analyse af jordprøver med grundvandsrelevante detektionsgrænse. Nye undersøgelser tyder på, at der er en pulje af stoffer i øvre jordlag, som kan forårsage udvaskning lang tid efter stofferne har været i brug. Der eksisterer heller ikke relevante kvalitetskriterier for jord. Det betyder, at der i forbindelse med bl.a. genanvendelse af jord fra tidligere landbrugs- og gartneriejendomme, ikke er mulighed for at vurdere, om denne genanvendelse kan føre til en utilsigtet udvaskning af pesticider til grundvandet i fremtiden. **Der skal derfor udvikles og kommercialiseres metoder til analyser af jordprøver i miljørelevante koncentrationsniveauer. Der skal foretages en vurdering af behov for jordkvalitetskriterier for pesticider, som kan sammenholdes med risikoen for udvaskning.** Her er det nødvendigt at kende sorptionsegenskaberne, hvilket understreger det tidligere nævnte behov for laboratorie- og feltforsøg til bestemmelse af stoffernes egenskaber.

## Belastning fra byområder og spredt bebyggelse

Biocider og pesticider fra byområder og spredt bebyggelse kan bidrage til den samlede belastning med pesticider og særligt biocider. Der er behov for kortlægning af kilder og monitoring i grundvand under disse områder for at lave en prognose af den fremtidige belastning fra byområder. **Der bør igangsættes projekter til at belyse brugen af pesticider og biocider i byområder og undersøge udvaskning af pesticider og biocider til grundvandet** svarende til LOOP og GRUMO programmer for landområderne. Byområderne er også en administrativ udfordring, idet de 'falder ned mellem to stole', da der sandsynligvis ikke er tale om en punktkilde, men en intensiv fladekilde som følge af omfattende anvendelse af midler i mindre koncentrerede områder.

# FAKTABOKS

## Overvågningsprogrammer med fokus på grundvandet

Det Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA) overvåger vandmiljøets og naturens tilstand inden for de områder, der prioriteres i forhold til de politisk fastsatte økonomiske rammer. Den **landsdækkende grundvandsovervågning (GRUMO)** er en del af Miljøstyrelsens Nationale Overvågningsprogram for Vandmiljø og Natur (NOVANA). GRUMO-programmet overvåger grundvandets kvalitet gennem mere end 1000 overvågningsboringer (GRUMO-boringer), hvor der indsamles vandprøver, som undersøges for en lang række stoffer såsom nitrat, pesticider, klorid, arsen og organiske forureningskomponenter. Ud over overvågningen i GRUMO-boringer, overvåges grundvandet også af vandværkerne. Kvaliteten overvåges i de enkelte indvindingsboringer med jævne mellemrum

(normalt 3-5 år), den såkaldte boringskontrol. **Landovervågningen (LOOP)** er et delprogram under NOVANA. I LOOP er der fokus på udviklingen i landbrugets næringsstofbidrag til vandmiljøet, men der måles også for pesticider **Varslingssystemet til udvaskning af pesticider (VAP)** er et overvågningsprogram, der undersøger om godkendte pesticider eller deres nedbrydningsprodukter udvaskes til ungt grundvand i koncentrationer over grænseværdien. VAP er et samarbejde mellem GEUS, Miljøstyrelsen samt Institut for Agrøkologi og Institut for Bioscience – begge ved Aarhus Universitet. VAP består lige nu af seks forsøgsmarker i almindelig landbrugsdrift, som sprøjtes med pesticider i godkendte doser.

### Undersøgelser af fladekilder fra landbrugsmæssig anvendelse?

For mange pesticider kendes ikke den præcise arealmæssige og geografiske anvendelse, idet der ikke findes historiske kort over afgrøder. **Der bør igangsættes projekter, som undersøger denne type af kilder til en fladebelastning, der kan påvirke grundvandet. Undersøgelserne skal omfatte jord og vandprøver af det øvre grundvand, og kombineres med undersøgelser af grundvandsmagasinet, dræn og vandløb.** Der er i 2021-2022 en oplagt chance for at supplere overvågningssystemet med data fra overfladevand i forbindelse med regionernes undersøgelser af jordforureninger, der kan true overfladevand.

### Punktkilder og intensiv anvendelse i gartnerier og ved bærproduktion

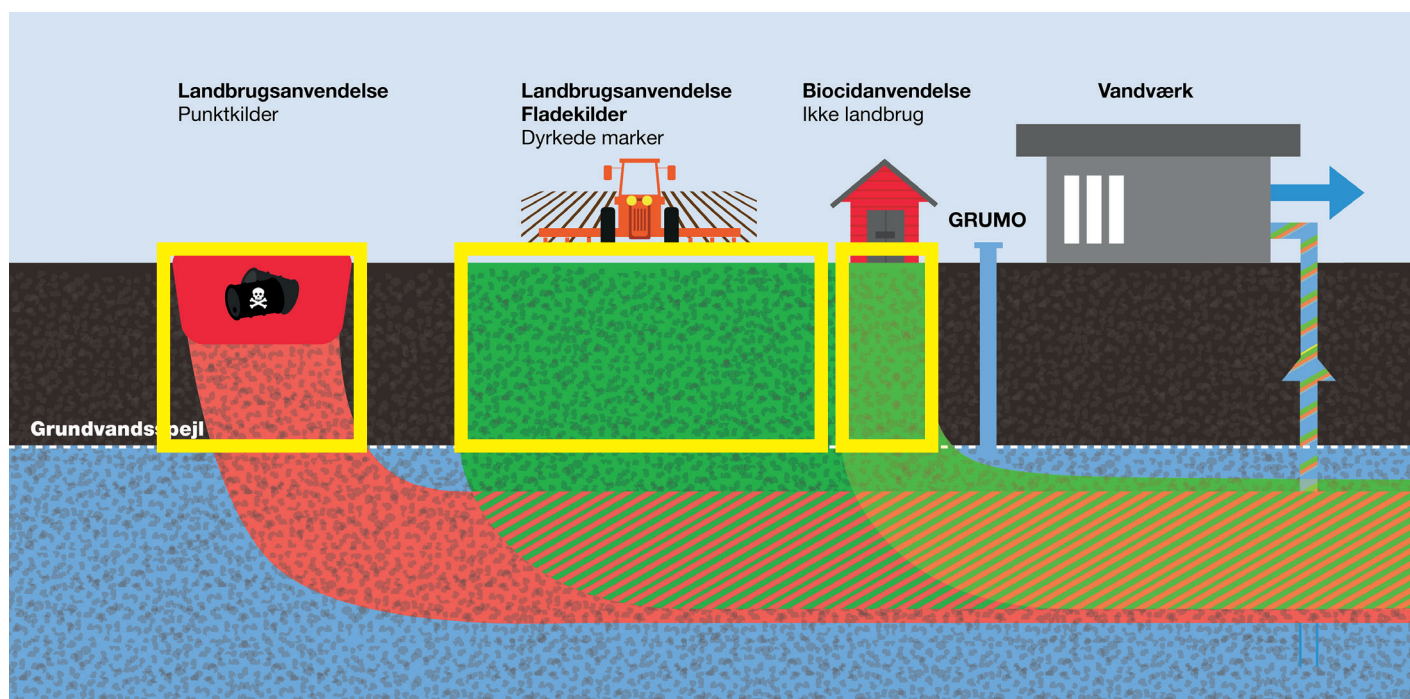
Der er ved regionernes undersøgelser mange eksempler på punktkilder med pesticider knyttet til den regelrette anvendelse i det åbne land (vaskepladser, nedgravede rester, spild og gamle lossepladser). Der kan også være sket forurening af punktkildekarakter ved f.eks. roekuler. Der er ved gartnerier gjort fund af mange forskellige pesticider. Anvendelsen har været intensiv ved produktion af fx grøntsager og bær. Omfanget af denne type forurening er ikke velundersøgt. Nye målinger ved konkrete forureninger indikerer at f.eks. jordbærmarker og tilknyttede aktiviteter lokalt kan være en betydelig forureningskilde. **Der er behov for at udbygge og opsamle viden for disse undersøgelser og vurdere deres betydning for den samlede påvirkning af grundvandet med pesticider, som kan være afgørende for, hvilke handlemuligheder der er.**



# På vej ned til grundvandet

Hovedparten af vores viden om pesticidernes opførsel stammer fra overjord og rodzonen. Men hvad sker der på vej ned til grundvandsmagasinet? Hvordan sker udvaskning og transport igennem den umættede zone, og hvilke processer foregår der? Hvilken betydning har disse processer for varigheden af den

påvirkning med pesticider og biocider vi ser og kommer til at se i vandforsyningsboringerne? I det følgende beskrives et konkret tiltag, som kan gøre os klogere på pesticidernes/biocidernes vej ned til grundvandet og skabe et fagligt grundlag for løsninger.

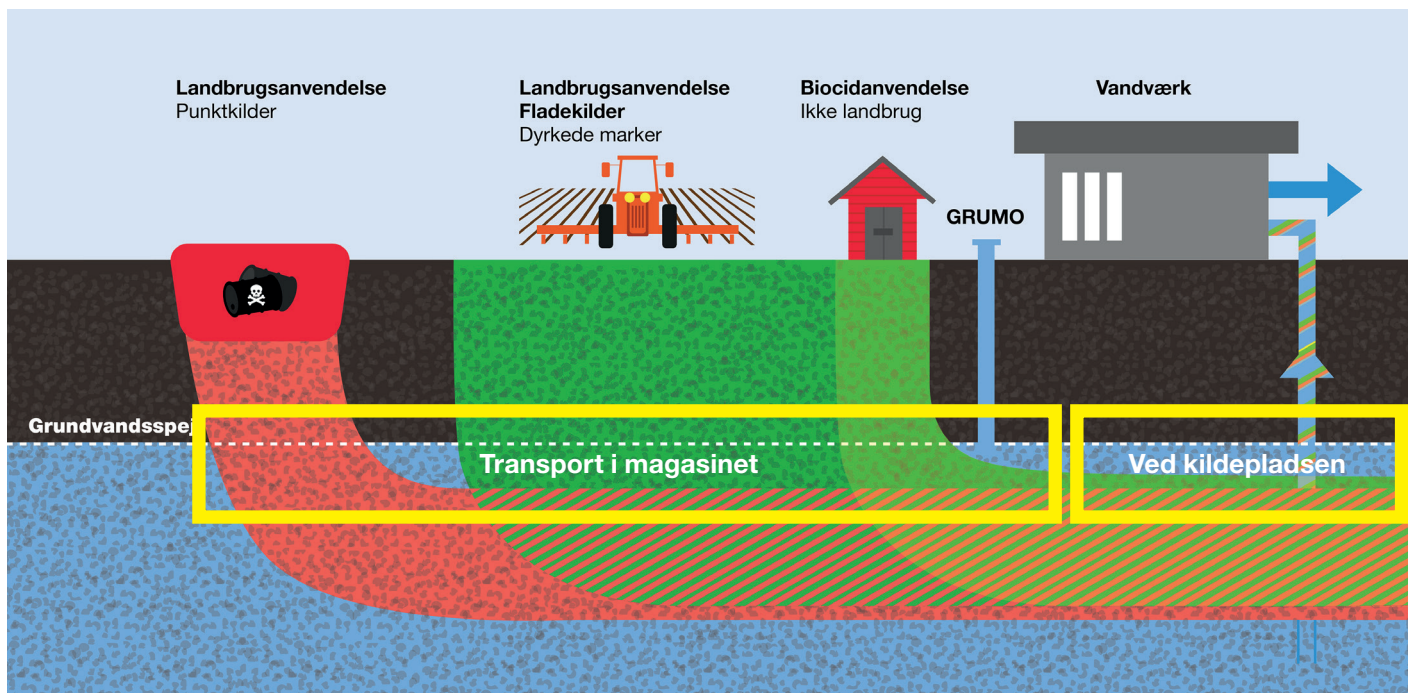


## Undersøgelser af transport i den umættede zone under alle typer kilder

Der er mistanke om, at diffusion i moræneler og sprækketransport er undervurderet og nye danske studier viser, at mobile stoffer tilbageholdes i moræneler. Dette underbelyste aspekt er styrende for udvaskning fra både punkt- og fladekilder og skal undersøges nærmere. Der findes lige nu få omkostnings-effektive målemetoder til karakterisering af pesticidforurening i den umættede zone, idet jordprøver og porevandsprøver er forholdsvis dyre, og analysemetoder i jord er begrænset tilgængeligt i relevante detektionsgrænser og priser. Derudover findes der ikke hurtige screeningsmetoder, som der er ved andre typer

forureninger (f.eks. ved forurening med olie eller klorerede opløsningsmidler). Forståelsen af transporten i den umættede zone er afgørende for at kunne lave prognoser for varigheden af de konstaterede forureninger og planer for fremtidens forsyning. Derfor bør der på udvalgte værkstedsoplande med forskellig geologi, igangsættes studier for de relevante problemstoffer (DMS, DPC mm.), hvor der bør laves uddybende undersøgelser af forureningens transport i den umættede zone. Disse kan bl.a. omfatte analyse af forureningsprofil i porevand, jordprøver, geologisk/hydrogeologisk karakterisering af umættet/mættet zone eller forsøg med transport igennem forskellige typer geologi.

# I grundvandet og på vej til kildepladsen



Når pesticiderne når til grundvandsmagasinet, er det nødvendigt at kunne estimere transporten og skæbnen under de enkelte kilder frem til eksisterende og nye kildepladser. Denne viden er afgørende for at planlægge drikkevandsforsyningen, for at målrette og prioritere evt. oprensning af identificerede punktkilder og til prioritering af indsatsen for punktkilder vs. fladekilder. Hidtil har fund vist udbredt forurening med f.eks. metabolitten DMS i grundvandsmagasiner, som peger på, at stoffet er meget svært at nedbryde i grundvandet. Omvendt er der stort set ingen påvisninger af CTA i grundvandet, et nedbrydningsprodukt af chlorothalonil, der ligesom moderstofferne til DMS har været anvendt i store mængder som biocid. En hypotese kunne derfor være, at CTA er relativt let nedbrydelig i grundvandsmagasinerne eller i den umættede zone. Be/afkræftelse af denne type hypoteser er afgørende for at forstå varighed og udbredelse af pesticidforurening i grundvandet.

Følgende projekter er relevante at igangsætte for at afhjælpe den sparsomme viden på området:

## Modellering af transport og forståelse af processer i grundvandsmagasiner

Transport af pesticider i grundvandsmagasiner skal undersøges ved udvikling af modeller, så der kan udføres partikelbanesimuleringer og stoftransportsimuleringer, som kan sammenlignes med de målte værdier. Her skal erfaringer fra forurenede kildepladser tages i betragtning. Især udvikling i pesticidkoncentrationer ved driftsjusteringer kan give viden om transportprocesserne i magasiner, og hjælpe med opsporing af kilden til forurening. De kan måske bidrage til identifikation af, hvorvidt forurening stammer fra punkt eller fladekilder. Det er afgørende, at de rigtige parametre for stoffernes nedbrydning og sorption indgår i modellerne, og disse parametre kan skaffes ved bl.a. laboratorie- og feltforsøg i grundvandsmagasiner.

## Afværgeteknologier

Med fund af pesticider i en tredjedel af aktive vandforsyningsboringer, er behovet for rensning i en overgangsperiode meget sandsynligt. Samtidig skal vi udbygge vores katalog af virkemidler, når det kommer til renseteknologier på kildepladser og muligheder for virkemidler overfor fladekilder, som ikke findes i dag. Der er ligeledes et behov for udvidelse af værktøjskassen til afværge af pesticidpunktkilder, så der bl.a. kan håndteres forureninger, før de når grundvandsmagasinerne.

Når det kommer til afværge af pesticider er ”vidensimport” fra andre lande begrænset, idet problematikken ikke er særlig udbredt i bl.a. USA og andre europæiske lande på grund af langt højere grænseværdier for drikkevand for stoffer som DMS og DPC. **Til at starte med anbefales der udredningsprojekter og pilottest af forskellige teknikker, der både kan bruges til at fjerne pesticider direkte i jordlagene/magasiner (in situ teknikker) eller efter at det forurenede vand er pumpet op til overfladen (on site teknikker) for at udforske deres potentiale.** Samtidigt er der behov for en samlet oplandsbaseret forståelse af påvirkninger fra flere punktkilder og fladekilder, således at afværge rettes mod de rigtige påvirkninger. Her kan den administrative struktur og lovgivning spænde ben for en indsats, og dermed er behovet for et frugtbart samarbejde på tværs stort.



# Den samlede systemforståelse



Der har hidtil været tillid til, at pesticider, der har været igennem godkendelsesprocessen, ikke vil sive ned til grundvandet i uacceptable niveauer ved regelret anvendelse. Desværre har historien mange gange vist, at denne opfattelse ikke holder i praksis. Samtidigt har der været en opfattelse af, at tidligere tiders pesticider, som kan sive ned til grundvandet, ikke ophober sig i jorden i væsentlig grad. Udenlandske og nyere danske studier viser dog, at selv mobile og udvaskelige stoffer bindes og måske ophober sig i de øvre jordlag og kan dermed danne en langvarig kilde til forurening. Dette underbygges af, at undersøgelser af DPC i dræn og vandløb på flere lokaliteter viser, at der stadig måles for DPC i disse terrænnære systemer,

på trods af dets moderstof chloridazon ikke har været solgt til landbruget siden 1996. Disse resultater understreger behovet for at forstå, hvilken rolle fladekilder spiller i den samlede belastning ved at udføre fysiske undersøgelser i udvalgte oplande. Der er desuden et behov for at klarlægge udvaskningen fra forureningskilderne, herunder om der er en pulje af pesticider i øvre jordlag eller fra pesticidpunktkilder, som kan forårsage en påvirkning af grundvandet over lang tid. Denne langvarige påvirkning skal kvantificeres, idet der kan være forskellige handlemuligheder ved håndtering af en langvarig men beskedne påvirkning i forhold til håndtering af en kortvarig men kraftig påvirkning.

Der er behov for dybere undersøgelser af, hvilke forhold, der styrer transport, tilbageholdelse, nedbrydning og omdannelse af de forskellige pesticider. Har binding i de øvre jordlag betydning for udvaskningen? Sker der mikrobiel eller kemisk omdannelse af stofferne? Har særlige geologiske forhold betydning, og i givet fald hvilke? Det er nødvendigt, at der igangsættes større forsknings- og udviklingsprojekter om pesticiders skæbne i grundvand, hvor f.eks. nye metoder til at bestemme transport og nedbrydning af pesticider i grundvandsmagasinet afprøves og udvikles.

Relevante tiltag/projekter er beskrevet tidligere i notatet. Yderligere forslag til styrkelse af den samlede forståelse er nævnt i det følgende:

### Machine learning og systemforståelse

Der er sket en stærk udvikling i metoder til at analysere og forstå sammenhænge i store datasæt (big data). I Danmark har vi en af verdens bedste databaser omkring geologiske forhold og stoffer i grundvandet. Der er i løbet af 2020 sket en gradvis udvidelse af denne database med regionernes databaser for pesticider, biocider og miljøfremmede stoffer. **Det giver en unik mulighed for at analysere disse data med avancerede statistiske metoder og ”machine learning” nationalt for at forstå sammenhænge mellem fx arealanvendelse, geologi og hydrogeologi og fund af pesticider i grundvandet.** Det kan give ny viden om transport, nedbrydelighed, regionale forskelle og måske identifikation af nye sammenhænge, som man ikke opdager ved traditionelle metoder. Disse analyser kan på sigt udvides til at medtage viden fra fund i vandløb og udvides til andre miljøfremmede stoffer.

### Systemforståelse gennem undersøgelser i værkstedsoplande

For at svare på det store spørgsmål, som mange af vandforsyningerne står overfor ”Kan fremtidens vandværker fortsat baseres på rent grundvand?” **er det nødvendigt med en gennemgående investering i forsknings- og udviklingsaktiviteter, herunder detaljerede undersøgelser i værkstedsoplande.** Vi kan på den måde opnå en samlet systemforståelse af den nuværende og den fremtidige pesticid og biocidtrussel over for grundvandet på tværs af hele systemet. Altså fra identifikation af de mest betydningsfulde kilder nu og i fremtiden, til forståelse af processerne og fordeling i hele vandsystemet (grundvand, vandløb, søer), og til hvordan stofferne skal håndteres ved kildepladserne. Der er også behov for en udredning af, hvordan den forebyggende indsats (godkendelsesprocedurer, dyrkningsaftaler, skovrejsning mm.) spiller sammen med den afhjælpende indsats (afværge af punktkilder, omlægning af indvinding, rensning på kildepladser).



# En stærk og samlet indsats

Vandforsyningerne har et stort behov for at handle ud fra et oplyst grundlag ift. de aktuelle alvorlige pesticidforureninger, herunder viden om varighed og niveauer af forureninger. Viden om kilder skal bidrage til at målrette indsatser i fx indsatsplaner og hos regionerne, samt til at hjælpe forsyninger med at forudse, hvad fremtiden vil bringe.

Generelt er pesticider i grundvandet en kolossal udfordring, som langt de fleste vandforsyninger på den ene eller den anden måde kæmper med, og flere vandforsyninger har igangsat forskellige tiltag. Samtidigt arbejder regionerne med pesticid-punktkilder og håndtering af potentiel risiko fra disse. Risikovurdering af punktkilder kan have en tendens til at blive meget lokale og dermed bliver helhedsbilledet af grundvandsressourcen glemt.

Der er enighed i branchen og blandt aktørerne på workshoppen om, at indsatsen og viden er for fragmenteret i dag. Der risikeres at blive igangsat parallelle aktiviteter, der er målrettet stort set samme formål, hvilket ikke er hensigtsmæssigt. Der er oprettet lokale partnerskaber for at samarbejde om konkrete problemstillinger, men vi kan nå længere for samme indsats og ressourcer, og prioritere hvor indsatsen skal ske, hvis vi arbejder endnu mere koordineret. Der er også et stort behov for kortlægning og integration af alle erfaringer på tværs af aktører, så man nationalt kan stille skarpt på omfanget og udfordringerne.

Den komplekse udfordring kalder på en samlet indsats og en koordineret vidensdeling og tyder på, at der er behov for at forankre viden og koordinere aktiviteter i en eller anden form for videnscenter.

## Samlet overblik over ressourcen og kvalitet

Udover udfordringer med pesticider kan vandressourcen også blive presset på andre fronter som f.eks. tilgængelig mængde, høje nitratværdier og miljøfremmede stoffer som f.eks. PFAS. Det arbejde, der allerede ligger i basisanalysen og vandplanerne, kan med fordel styrkes, så der udarbejdes en national grundvandsressourceplan, hvor den kritiske del af grundvandsressourcen udpeges, afgrænses og beskyttes. Der er behov for **et overblik over de regionale forskelle, så der kan udarbejdes en samlet vurdering af grundvandsressorens tilstand nu**

**og i fremtiden herunder vurderinger af varigheden af de forureninger, der påvises.** Grundvandsressourcer, der er ekstra kritiske grundet fund af uønskede stoffer eller er i risiko for overudnyttelse, kan dermed få en øget bevågenhed ift. forskningsaktiviteter og prioriteres højt ved håndtering af forureninger. Endvidere er der behov for koordinering af den langsigtede overvågning af grundvandsressourcen, hvor der kan indgå data fra VAP, LOOP, GRUMO, boringskontrol samt en mulig kommende overvågning af udvaskning fra byområder.

## Koordinering og vidensdeling igennem et fælles sekretariat for pesticider

InSa-Drikkevand samarbejdet er et tiltag i forhold til koordinering af indsatsen på tværs af de 5 største vandforsyninger. Der foregår andre aktiviteter i andre regier, herunder vandsamarbejder, regioner, kommuner etc. og hos vidensinstitutioner. Resultatet er en fragmentering af viden og manglende koordinering. **Det foreslås derfor at oprette et fælles sekretariat/videnscenter.** Formål med det nye sekretariat/videnscenter vil være:

- Koordinering af igangværende aktiviteter og database over tidligere projekter, samt deling af erfaringer blandt alle relevante aktører.
- Vidensformidling i forskellige niveauer både fagligt, praktisk, strategisk og politisk.

Sekretariatet bør være formaliseret, forankret og fremtidssikret hos relevante myndighederne/aktører.

## En bedre og mere sikker godkendelsesordning

Reguleringen af pesticider og biocider har desværre ikke været god nok, da vi i dag står med historisk mange fund af stoffer. **Det er derfor vigtigt, at ”læren af historien” kommer frem i lyset, så godkendelsesordningen og reguleringen af pesticider og biocider fremover forbedres.** Det skal fremadrettet arbejdes målrettet med en mere sikker godkendelsesordning, hvor der blandt andet:

- Redegøres for massebalancer for pesticiderne så alle nedbrydningsprodukter er kendte, og så der findes analysemetoder for alle relevante stoffer.
- Overvåges for alle relevante stoffer og deres metabolitter i jord og vandprøver (test i VAP eller lignende).



# Igangsætning af projekter og det videre arbejde

I InSa-Drikkevand arbejder vi løbende på igangsætning af store og mindre projekter, men vi kan ikke løfte vandbranchens samlede behov for viden og forskning. Det er derfor afgørende for håndteringen af vores samlede udfordring med pesticider og biocider i Danmark, at opgaven løftes på et højere niveau til gavn for forbrugere, myndigheder og forsyninger.

Forslag til tiltag, beskrevet i dette notat, er ikke her prioriteret. Nogle opgaver løftes mest naturligt af regionerne eller miljøstyrelsen, mens vandforsyningerne, i samarbejde med andre aktører, kan være med til at løfte andre projekter, hvis de økonomiske midler er tilgængelige. Prioritering af tiltag er derfor ikke en del af dette notat.

Flere af tiltagene kunne med fordel håndteres sammen, så de listede forslag, skal ikke ses som et antal isolerede projektideer, men som en række tiltag deltagerne på workshoppen i maj 2021 fandt meget relevante, for at styrke vores viden om pesticider og biocider i grundvandet.

Der er i hele branchen en stor velvilje til at stå sammen om opgaven med håndtering af nutidens og mulige fremtidige problemer med pesticider og biocider, så vi sammen kan sikre godt drikkevand til forbrugerne uden videregående vandbehandling som en permanent løsning.



Den danske vandforsyning skal i fremtiden være baseret på grundvand uden behov for avanceret rensning for pesticider, biocider og andre miljøfremmede stoffer.

Vision InSa-Drikkevand

