

Hvilke stoffer bidrager til risikoen i grundvandet?

Effekt-baseret prioritering af kemikalier – vejen frem for reguleringen af kemikalier i Europa?

Nina Cedergreen, PLEN
Odense, 10/10 2019

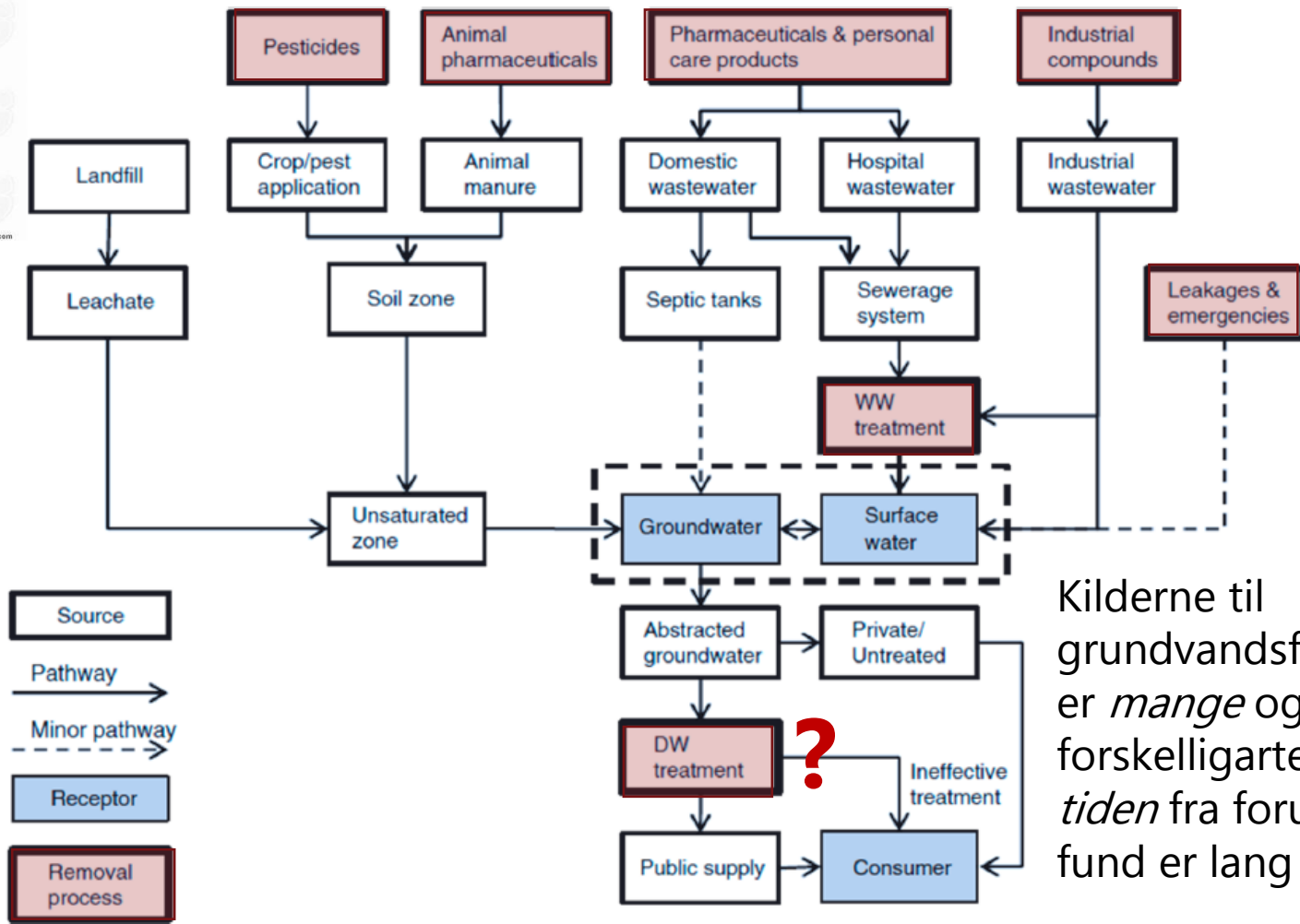
KØBENHAVNS UNIVERSITET



Hvad er udfordringen?

Environmental Science & Technology

Critical Review



Hvordan skal vi **prioritere** hvad vi kikker efter?
 Og hvad vi renses for?
 Og investerer i at forhindre?

Kilderne til grundvandsforurening er *mange* og forskelligartede, og *tiden* fra forurening til fund er lang

Figure 1. Sources of emerging contaminants and pathways toward receptors.¹⁷

Prioriterings-værktøjer for grundvand



Critical Review

Cite This: *Environ. Sci. Technol.* 2019, 53, 6107–6122pubs.acs.org/est

Prioritization Approaches for Substances of Emerging Concern in Groundwater: A Critical Review

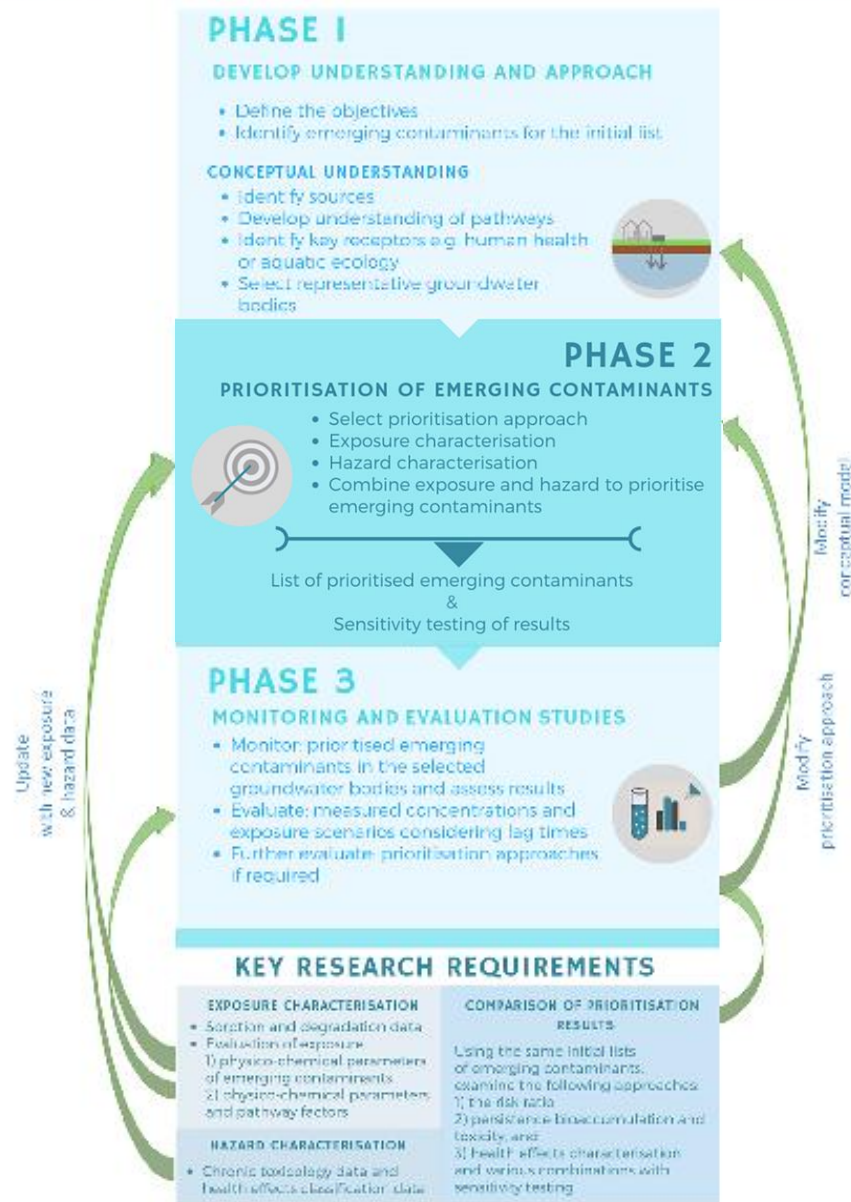
Lorraine Gaston,^{*,†} Dan J. Lapworth,^{*,‡} Marianne Stuart,[‡] and Joerg Arnscheidt[†]

[†]Environmental Sciences Research Institute, Ulster University, Coleraine Campus, Cromore Road, Coleraine, County Londonderry BT52 1SA, United Kingdom

[‡]British Geological Survey, Macean Building, Crowmarsh Gifford, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, United Kingdom

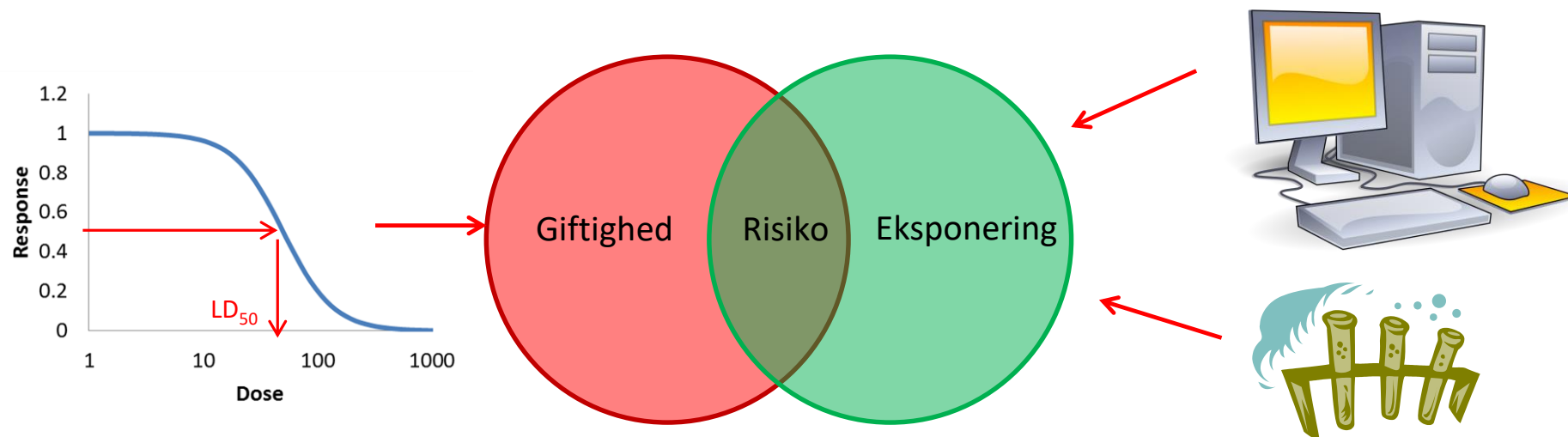
- Relativt få studier på grundvand i forhold til overfladevand
- Principper fra overfladevand kan også bruges for grundvand i forhold til risikokarakterisering
- **Generel konsensus omkring at man bør prioriterer de stoffer, der bidrager mest til den samlede risiko**

Effekt-baseret og risiko-baseret prioritering



Hvordan karakteriseres:
 Effekt/giftighed?
 eksponering?
 og risiko?
 for kemikalier i grundvandet?

Hvad er risiko?



Du kan bevise en negativ virkning. Men du kan aldrig bevise "ingen virkning"

Man må derfor forholde sig til "sandsynligheden/risikoen" for negative virkninger

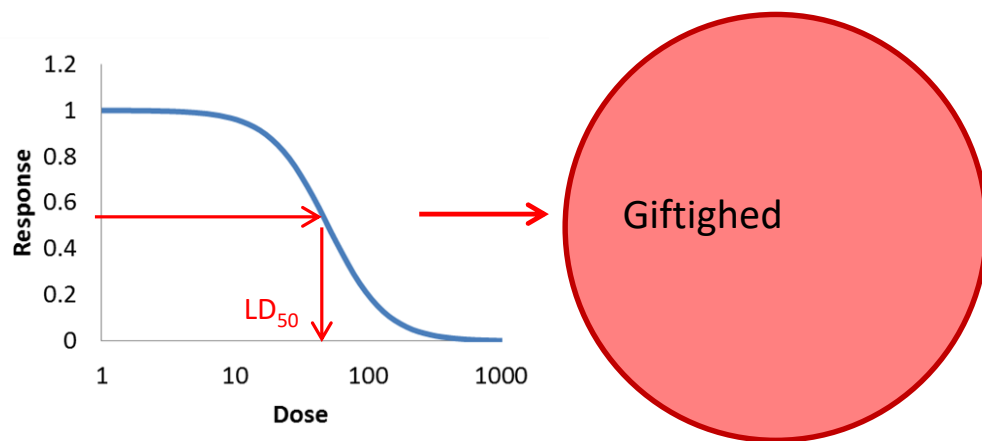
Politikerne må vurdere niveauet for "acceptable risiko", som danner baggrund for lovgivningen



Hvordan måler vi effekt/giftighed/fare af kemikalier?

For grundvand har vi to beskyttelses-mål:

- Forbrugere af drikkevand (mennesker)
- De levende organismer i grundvand og tilknyttede overfladevand (miljø)



Økotoxicitet

Tilsvarende parametre på udvalgte organismer- mikroorganismer, alger, planter, orme, krepsdyr, insekter, fugle, fisk, pattedyr etc.

Mikrokosmer – Hvordan bliver samspillet mellem organismene påvirket?

Human toksicitet

Akut giftighed (1 dosis):

- Overlevelse

Kronisk giftighed (daglig dosis):

- Vækst
- Udvikling
- Reproduktion/foster udvikling
- Kræft-udvikling
- Opførsel
- Stofskifte
- Andre sygdomme



In vitro tests:

- Hormonforstyrrelse
- Mutagenisitet
- DNA-skader
- Etc.



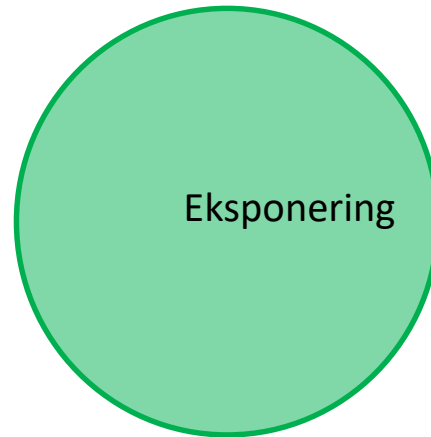
Hvordan vurdere vi eksponering?

Retrospektivt - Målinger i grundvandet:

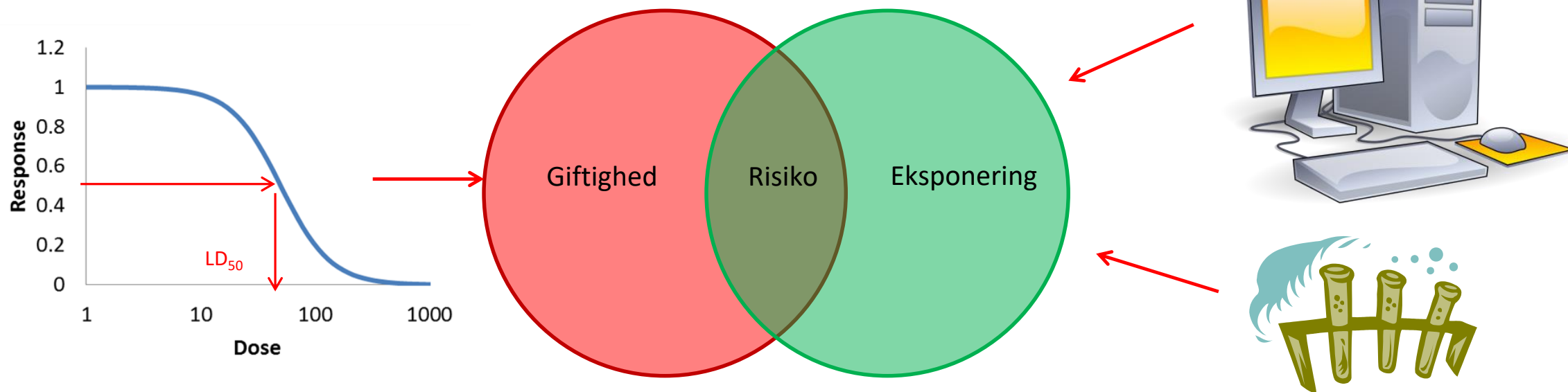
- Nationale monitoringsprogrammer
- Regionale monitoringer (Regionerne, -ansvar for jordforurening)
- Vandværksmonitoring
- Forskningsprojekter

Prospektivt - Modellering:

- Veludbyggede modeller for pesticider og deres metabolitter (e.g. FOCUS) – EU-standarder
- Forskerudviklede modeller (e.g. DAISY) – mindre standardiserede og under løbende udvikling
- Modeller for "ikke-pesticider" (Biocider, industri-kemikalier, lodseplads-nedsivning, punktforureninger med alt muligt??)



Risikoen er en kombination af giftighed/fare og eksponering



Risiko kvotienten: $\frac{\textit{Eksponering (målt eller estimeret koncentration)}}{\textit{Giftighed (Eftest koncentration evt med sikkerhedsfaktor)}}$

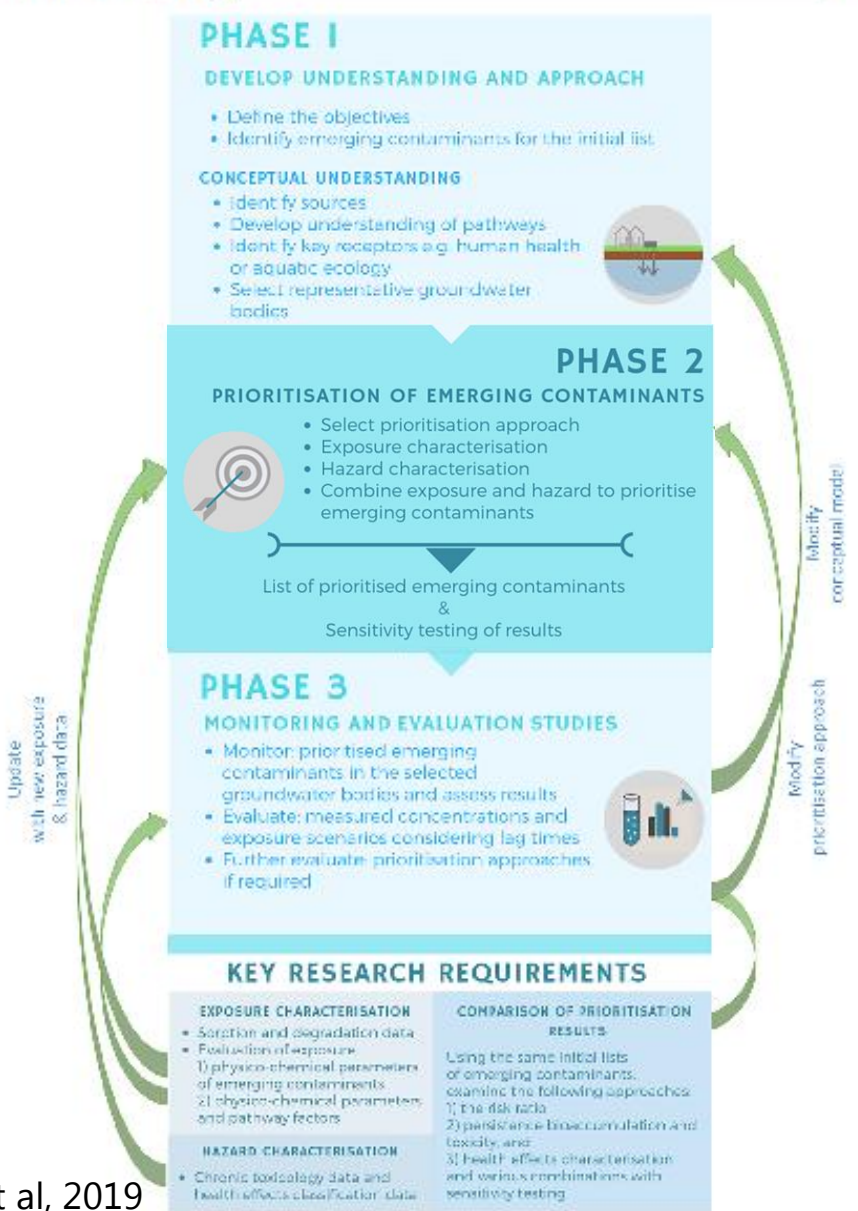
Kumulativ risiko: $\sum \frac{\textit{Eksponering}}{\textit{Giftighed}}$

Når man har mange kemikalier til stede, kan man kummulere risikoen af enkeltstofferne og:

- estimere den samlede kummulative risiko
- Vurdere hvilke kemikalier der bidrager mest til den samlede risiko

Prioriterer kemikalier på baggrund af deres bidrag til den samlede risiko!

Effekt-baseret og risiko-baseret prioritering



Eksempel:

- Prioriterings tilgang: Risikobaseret
- Eksponerings karakterisering: Dansk gennemsnit + Loos et al. 2010
- Fare karakterisering: ADI
- Kummulativ risiko prioritering
- Evaluering af resultat

Eksponerings karakterisering

WATER RESEARCH 44 (2010) 4113–4120

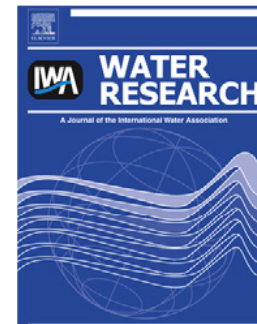


ELSEVIER

Available at www.sciencedirect.com



journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres



Der ud over har jeg medtaget tre uorganiske stoffer baseret på danske gennemsnit:

Nitrat

Nikkel

Arsen

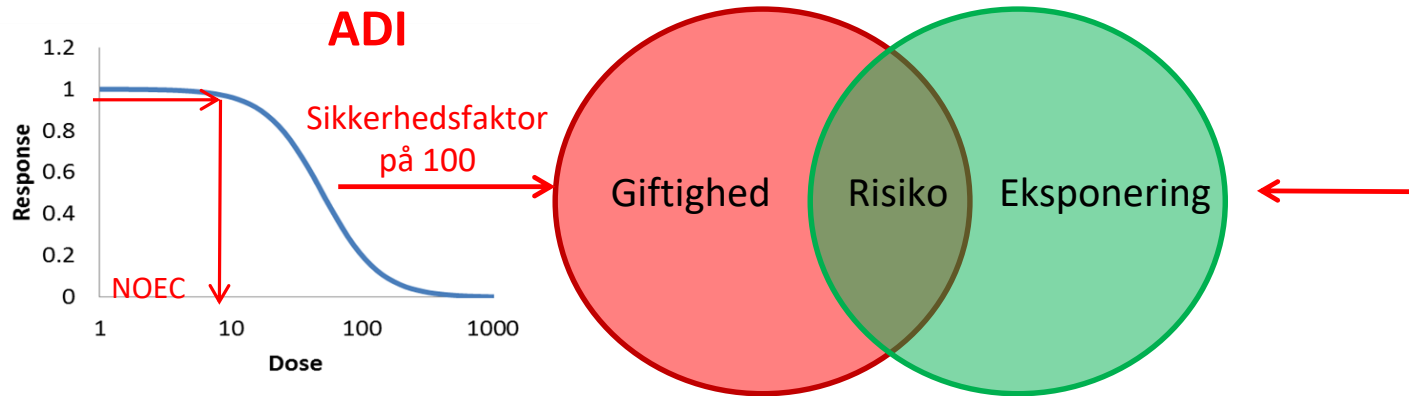
Pan-European survey on the occurrence of selected polar organic persistent pollutants in ground water

Robert Loos^{a,*}, Giovanni Locoro^a, Sara Comero^a, Serafino Contini^{a,1}, David Schwesig^b, Friedrich Werres^b, Peter Balsaa^b, Oliver Gans^c, Stefan Weiss^c, Ludek Blaha^d, Monica Bolchi^e, Bernd Manfred Gawlik^a

I alt 67 grundvandsprøver fra 16 EU-lande blev testet for 60 organiske stoffer, som man ved kan findes i grundvand

“Danmark har tre vandprøver med, I den “kedelige” ende af spektret”
Citat Robert Loos

Fare karakterisering med fokus på forbrugeren



ADI – Acceptable Daily Intake: Baseret på den højeste daglige dosis en rotte kan indtage gennem hele sit liv, uden at rotten eller dens afkom bliver målbart påvirket – divideret med 100, for at tage højde for ting vi ikke måler på.

Vi har ikke ADI-værdier for alle kemikalier!

En kronisk rotte/muse-test koster ca. 7 mill dkr, og udføres derfor kun for kemikalier, hvor lovgivningen kræver det. Også af etiske grunde.

Mennesker er *ikke* rotter og vi kan ikke teste for alle negative effekter i rotter. At vi ikke har målbare effekter i rotter er derfor ingen 100% garanti for ingen effekter i mennesker – men det er p.t. det bedste vi har.

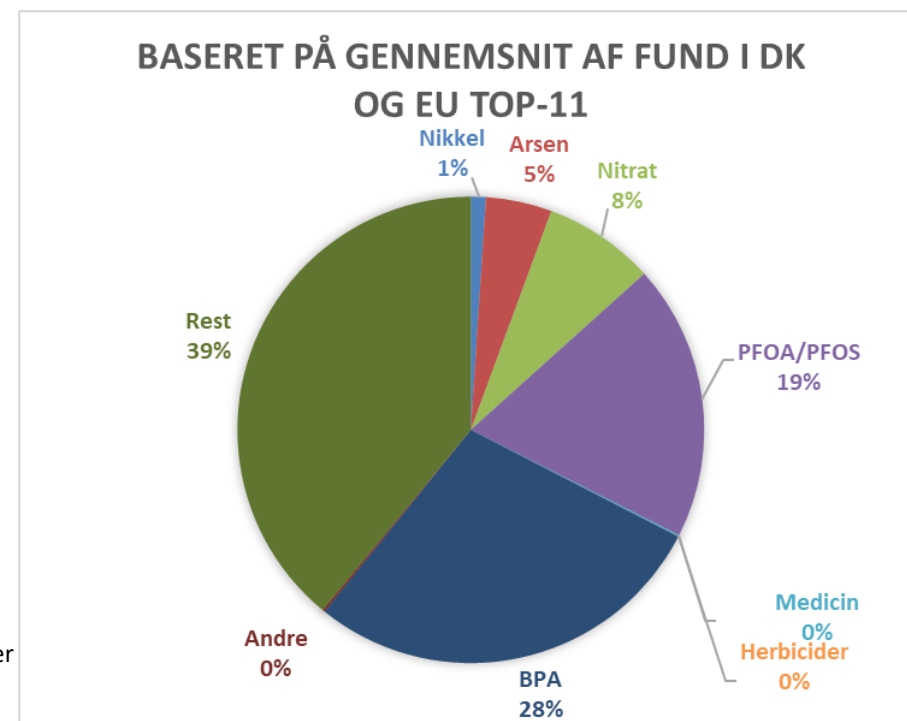
For nogle kemikalier, kan vi få viden om giftighed via befolkningsundersøgelser f.eks. Arsen, nitrat, bly, koffein etc.

Hvad bidrager til giftigheden i drikkevand?

	ADI (µg/kg kropsvægt /d)	Drikkevand, EU (µg/L)	Indtag for at nå ADI (L/d)	Gennemsnit i DK/EU (µg/L)	TU (% ADI ved indtag af 2 L/d)
Nikkel (Naturlig og fra industri-forurening)	5.5	20	193	2	1.04
Arsen (Naturlig og fra træimprægning mv)	<2*	5 eller 10*	44	3.2	4.57
Nitrat (Naturligt og fra landbrug)	0-3700	50000	26	10000	7.72

En vandprøve med danske gennemsnit af nikkel, nitrat og arsen.

Og EU gennemsnit for organiske forurenende stoffer (Top 11 fra Loos et al, 2010)



*Ingen toksikologisk nedre grænse. Der er observeret effekter hos mennesker ved koncentrationer <50 µg/L i drikkevand, men i DK ikke under er derfor "administrativ".

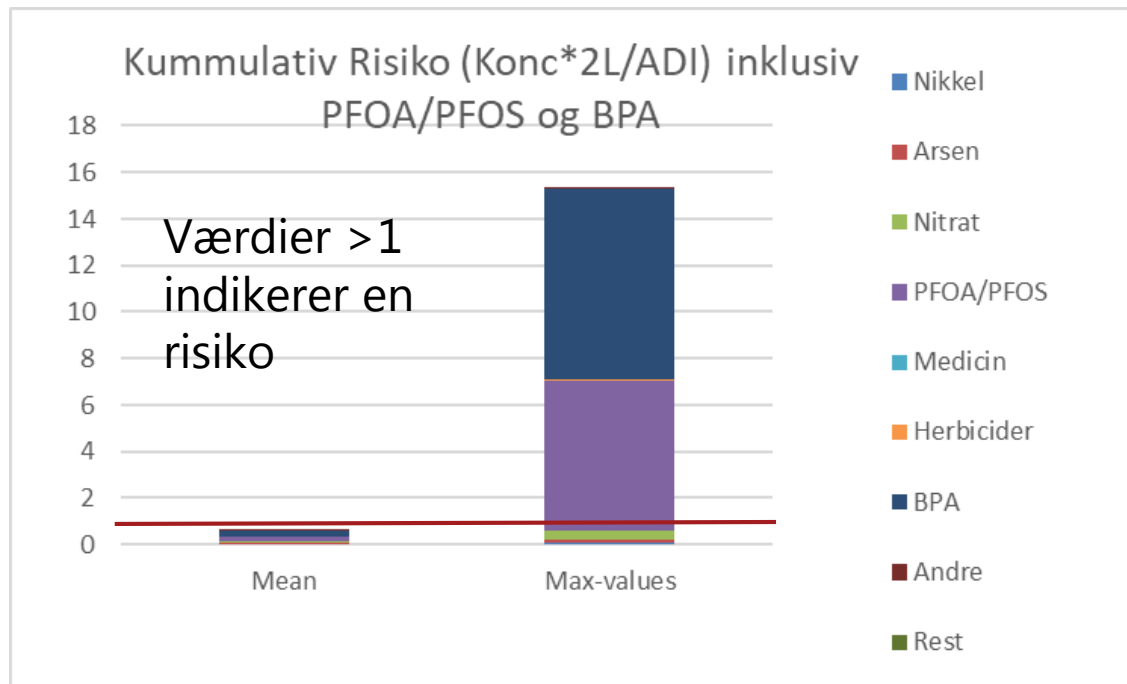
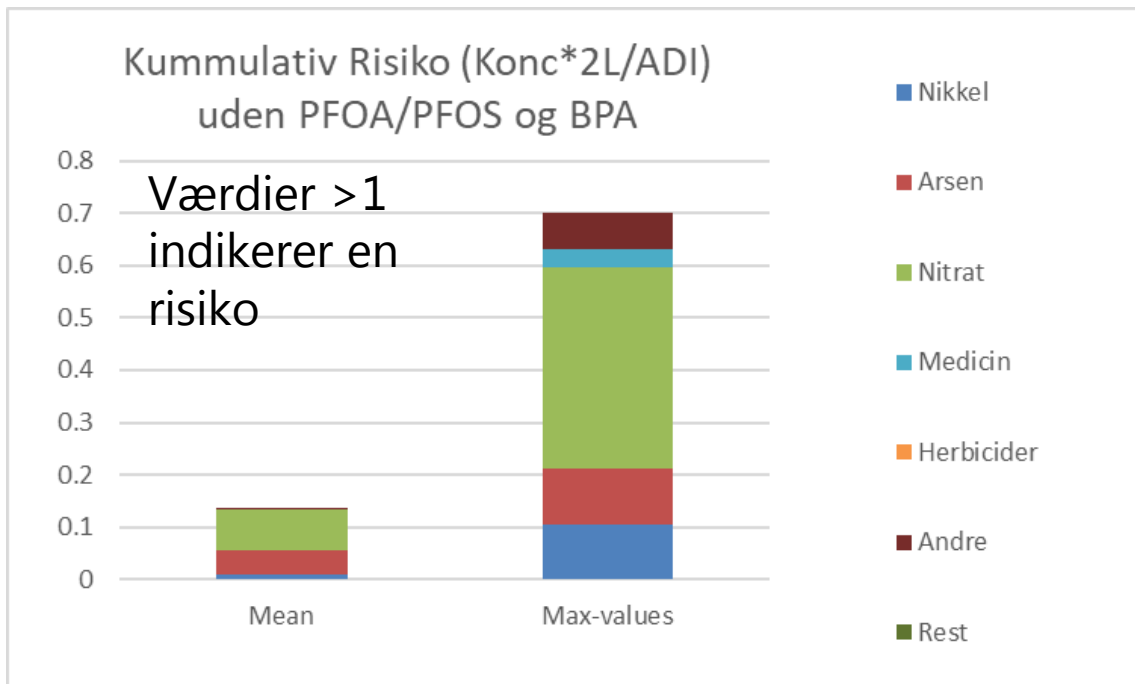
** Baseret på 10% af TDI og indtagelse af 2L vand per dag

*** Laveste værdi af de mange ADI-værdier der findes og diskuteres (See reference)

Hvad bidrager til giftigheden?-Kummulativ risiko prioritering

Konklusion: Det er nitrat, nikkel og arsen, der bidrager med giftighed, - og BPA og PFOA/PFOS, hvis de anvendte ADI-værdier holder.

Baseret på maximalt acceptable og målte værdier, kan industri-kemikalier også spille en rolle.



Hvis vores prioriterings tilgang er effekt-baseret / risikobaseret på tværs af kemikalier, fremfor (som for nuværende) at være forskellig afhængig af klassificeringen af kemikalier (pesticider, biocider, industri-kemikalier, naturstoffer etc), bliver prioriteringen anderledes.

Evaluering af resultat

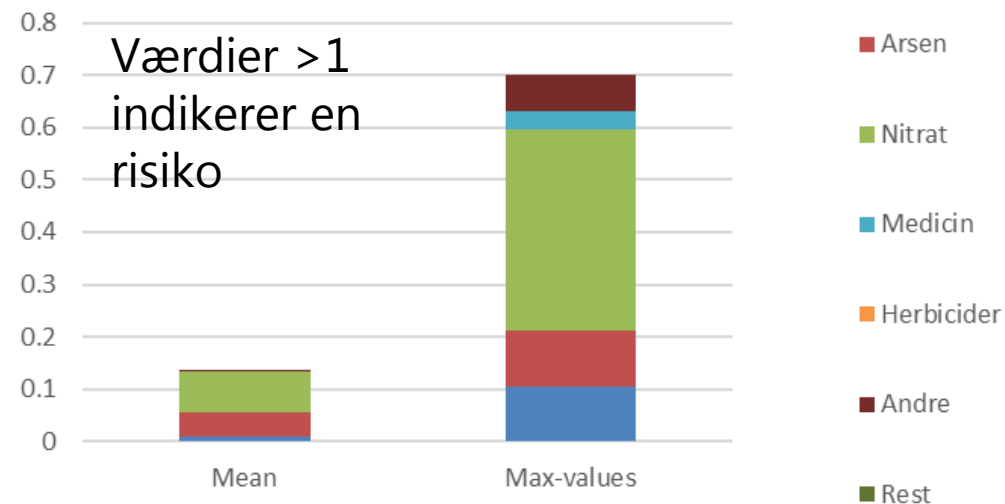
Fordele

- Ressourcerne bliver brugt på at moniterer, rense og undgå de kemikalier, der bidrager mest til den samlede risiko

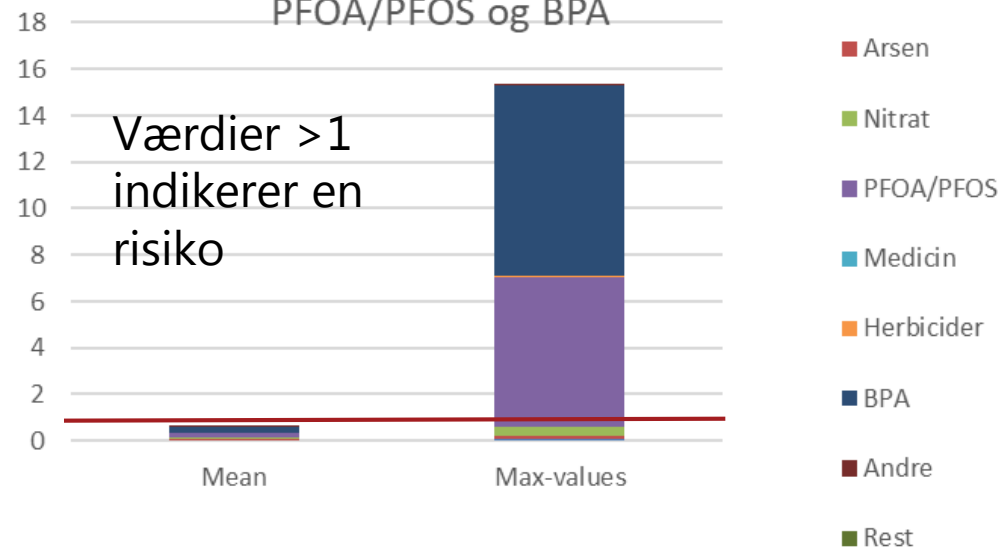
Ulemper

- Hvilke og hvor mange kemikalier skal man inddrage I beregningen af kummulativ risiko? (Skal naturlige toxiner f.eks. indgå? Og hvor mange metabolitter skal inddrages?)
- Hvilke krav skal der sættes til effekt-data? Ulighed i forhold til mængden og kvaliteten af effekt data der findes for forskellige kemikalier

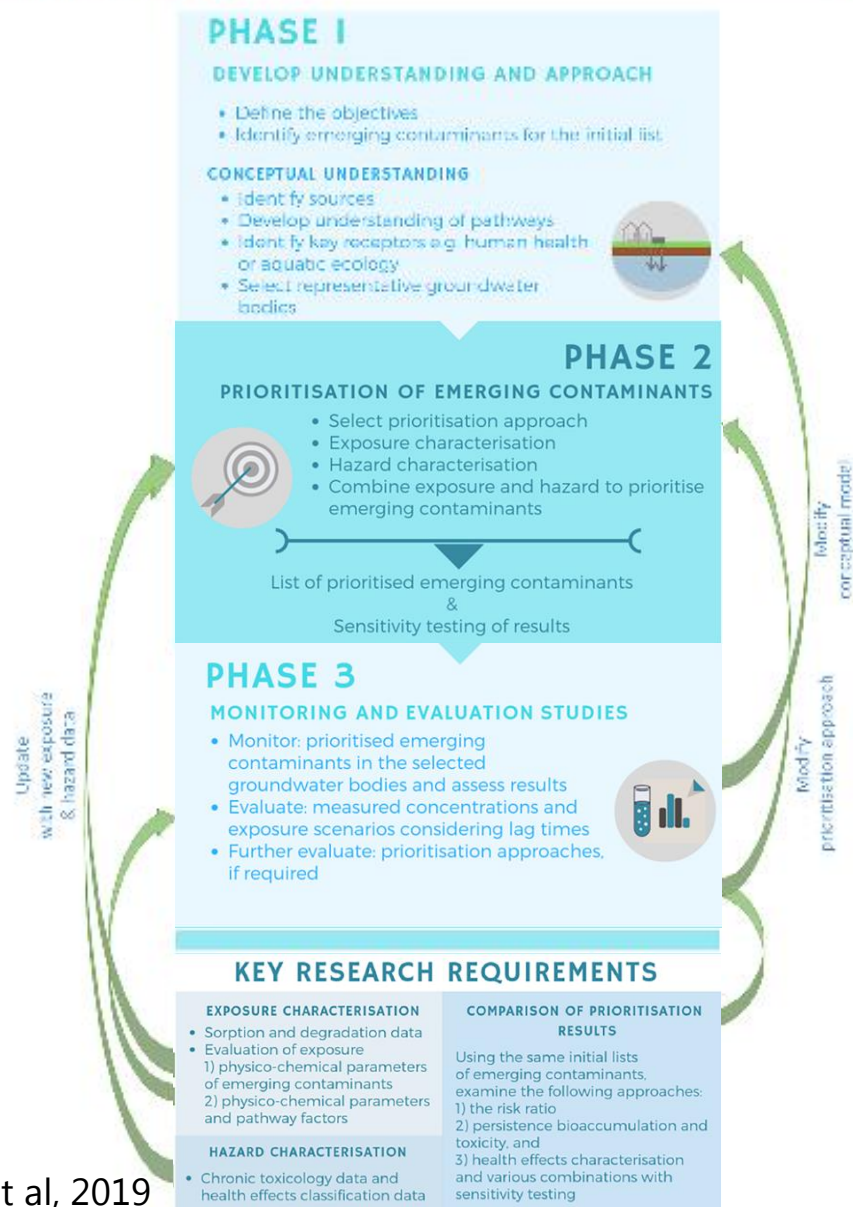
Kummulativ Risiko (Konc*2L/ADI) uden PFOA/PFOS og BPA



Kummulativ Risiko (Konc*2L/ADI) inklusiv PFOA/PFOS og BPA



Effekt-baseret og risiko-baseret prioritering



PHASE 3

MONITORING AND EVALUATION STUDIES

- Monitor: prioritised emerging contaminants in the selected groundwater bodies and assess results
- Evaluate: measured concentrations and exposure scenarios considering lag times
- Further evaluate: prioritisation approaches, if required



KEY RESEARCH REQUIREMENTS

EXPOSURE CHARACTERISATION

- Sorption and degradation data
- Evaluation of exposure
 - physico-chemical parameters of emerging contaminants
 - physico-chemical parameters and pathway factors

HAZARD CHARACTERISATION

- Chronic toxicology data and health effects classification data

COMPARISON OF PRIORITISATION RESULTS

Using the same initial lists of emerging contaminants, examine the following approaches:

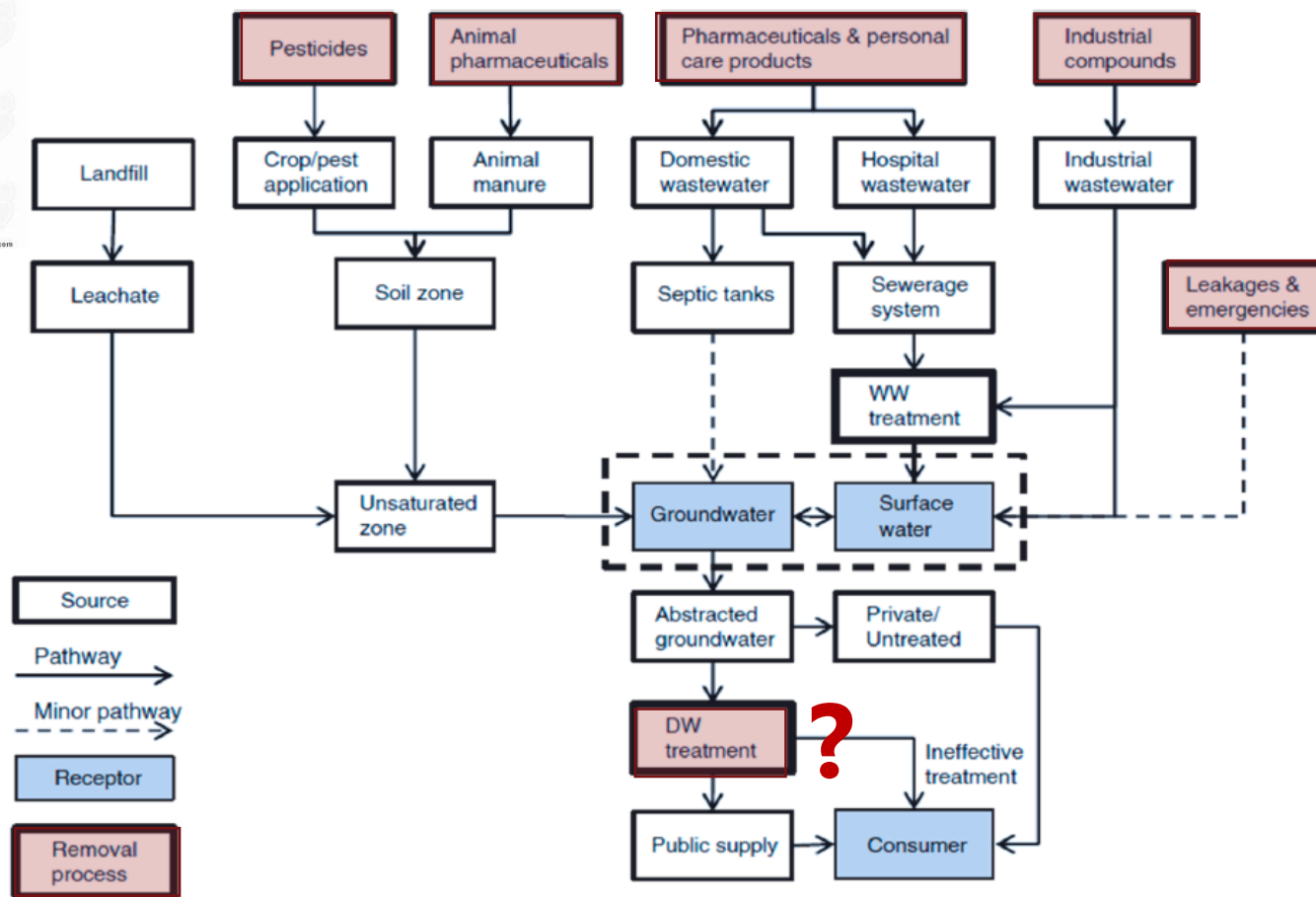
- the risk ratio
- persistence bioaccumulation and toxicity, and
- health effects characterisation and various combinations with sensitivity testing

Fremtiden



Environmental Science & Technology

Critical Review



- Opgør med "kasse-tænkning" i forhold til regulering
- Prioritering af ressourcer til monitorering, rensning og regulering af kemikalier på tværs af "kategorier" baseret på risiko
- Internationalt og tvær-institutionelt samarbejde i forhold til data-input

Figure 1. Sources of emerging contaminants and pathways toward receptors.¹⁷

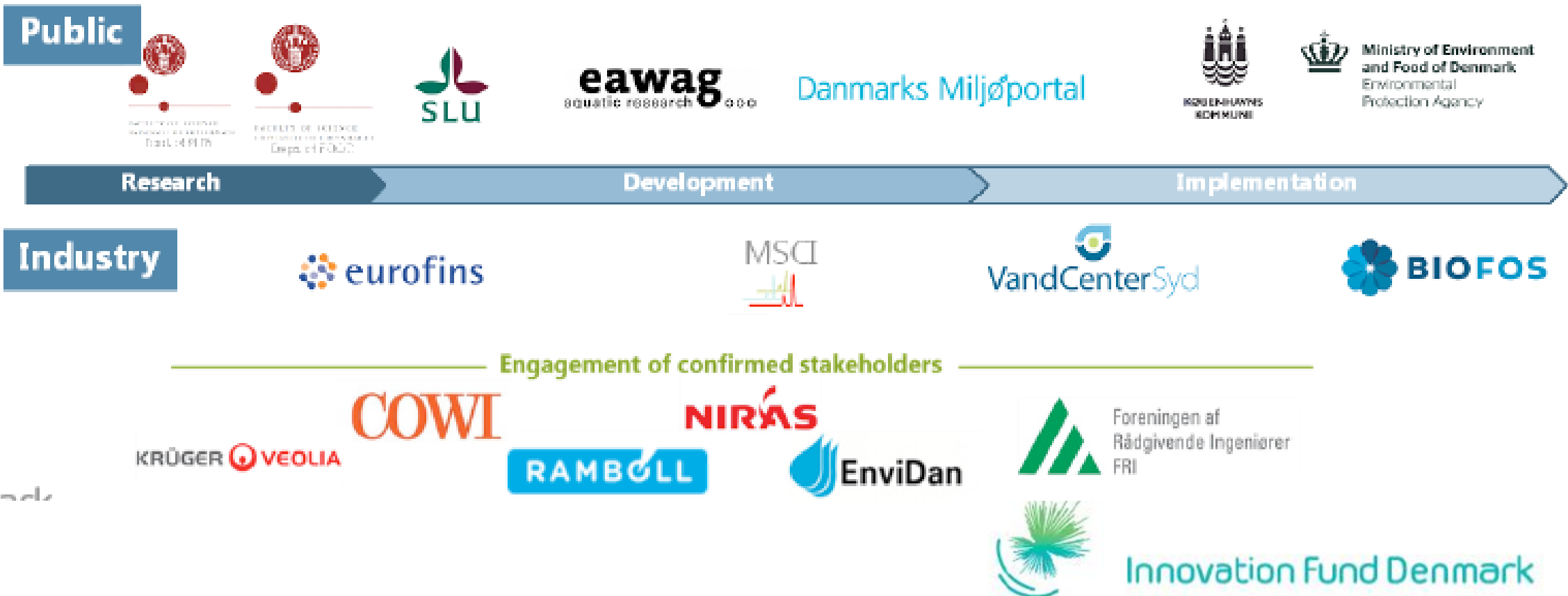
Gaston et al, 2019

Nyt Inno-project med start dec. 2019

Projektet har fokus på spildevand (højere kemiske koncentrationer og diversitet, samt kilde til både grund- og overfladevands-forurening)

Udviklede principper kan implementeres for grund- og overfladevand

Linking of Chemical and Toxicological Fingerprints: A new method to prioritize monitoring and regulation of pollutants in water VANDALF



Hvis du vil vide mere omkring “effect directed/risk directed analysis and prioritation of pollutants”, er erfaringer fra et stort EU project med focus på overlfadevand publiceret og frit tilgængeligt via linkene nedenfor. Artikler med potentiel speciel relevans for grundvand er markerede:

This series of articles is a very useful compendium of the outcomes of the project translated in the form **recommendations for decision-makers and practitioners**. They are accessible under the links below.

Let us empower the WFD to prevent risks of chemical pollution in European rivers and lakes

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0228-7>

Solutions for present and future emerging pollutants in land and water resources management. Policy briefs summarizing scientific project results for decision makers

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0252-7>

A holistic approach is key to protect water quality and monitor, assess and manage chemical pollution of European surface waters

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0243-8>

Effect-based methods are key. The European Collaborative Project SOLUTIONS recommends integrating effect-based methods for diagnosis and monitoring of water quality

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0192-2>

High-resolution mass spectrometry to complement monitoring and track emerging chemicals and pollution trends in European water resources

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0230-0>

Establish data infrastructure to compile and exchange environmental screening data on a European scale

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0237-6>

Improved component-based methods for mixture risk assessment are key to characterize complex chemical pollution in surface waters

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0246-5>

The European Collaborative Project SOLUTIONS developed models to provide diagnostic and prognostic capacity and fill data gaps for chemicals of emerging concern

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0248-3>

Mixtures of chemicals are important drivers of impacts on ecological status in European surface waters

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0247-4>

Prioritisation of water pollutants: the EU Project SOLUTIONS proposes a methodological framework for the integration of mixture risk assessments into prioritisation procedures under the European Water Framework Directive

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0239-4>

Mixture risks threaten water quality: the European Collaborative Project SOLUTIONS recommends changes to the WFD and better coordination across all pieces of European chemicals legislation to improve protection from exposure of the aquatic environment to multiple pollutants

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0245-6>

Exploring the ‘solution space’ is key: SOLUTIONS recommends an early-stage assessment of options to protect and restore water quality against chemical pollution

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0253-6>

The RiBaTox web tool: selecting methods to assess and manage the diverse problem of chemical pollution in surface waters

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0244-7>

Increase coherence, cooperation and cross-compliance of regulations on chemicals and water quality

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0235-8>

Strengthen the European collaborative environmental research to meet European policy goals for achieving a sustainable, non-toxic environment

<https://enveurope.springeropen.com/articles/10.1186/s12302-019-0232-y>

A hand is holding a clear glass filled with water. At the bottom of the glass, there is a layer of brown sediment. A stream of water is being poured from a chrome faucet into the glass. The background is a plain, light-colored wall.

Tak for
opmærksomheden!

Spørgsmål?