



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Brunare sjöar – orsaker och utmaningar för vattenverken! Stephan Köhler

med inspel av Dolly Kothawala^b, Alexander Keucken^a, Elin Lavonen^b, Kristina Dahlberg^c, Per Ericsson^c, Johanna Ansker^d, Phillip McCleaf^e, Malin Dehlin^g, Kenneth Persson^h

^a Vatten & Miljö i Väst AB (VIVAB), Box 110, SE-311 22 Falkenberg (Sweden)

^b Department of Aquatic Sciences and Assessment, Swedish University of Agriculture Sciences, Box 707*-50, 75007 Uppsala (Sweden).; ^c Norrvatten, Box 2093, SE-169 02 Solna (Sweden); ^d Stockholm Vatten; ^e Uppsala vatten; ^g Gästrike vatten; ^h Sydsvatten AB, Skeppsgatan 19, SE 211 19 Malmö (Sweden)

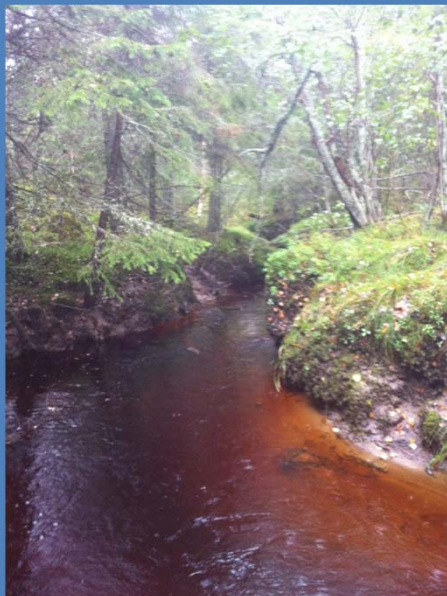


Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

DEL 1

Humus, processer,
trender och modeller



DEL 2

Effekterna i vattenverken och
förslag till möjliga åtgärder

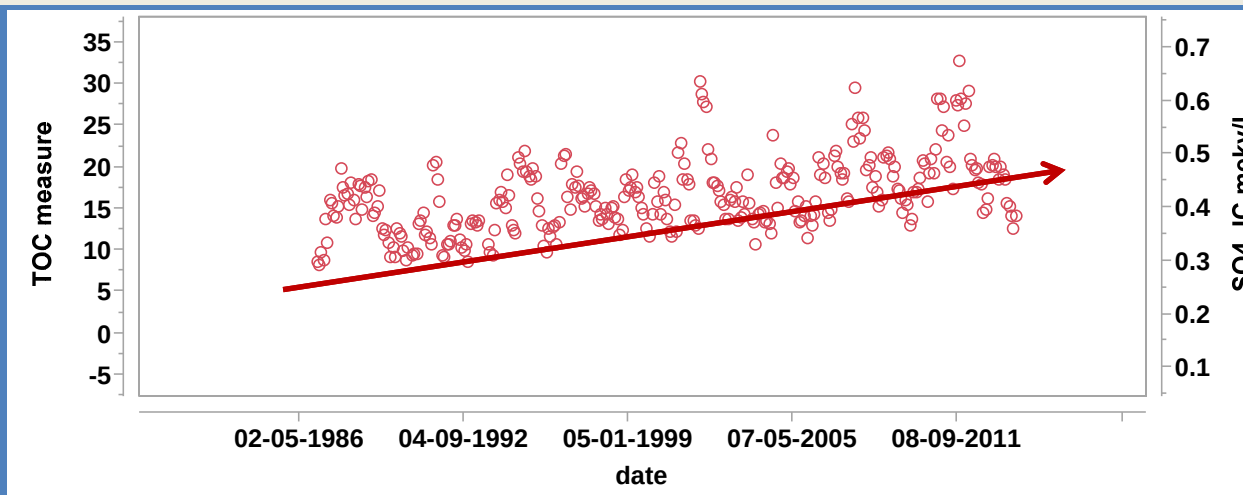




Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

DOC ökar i många områden



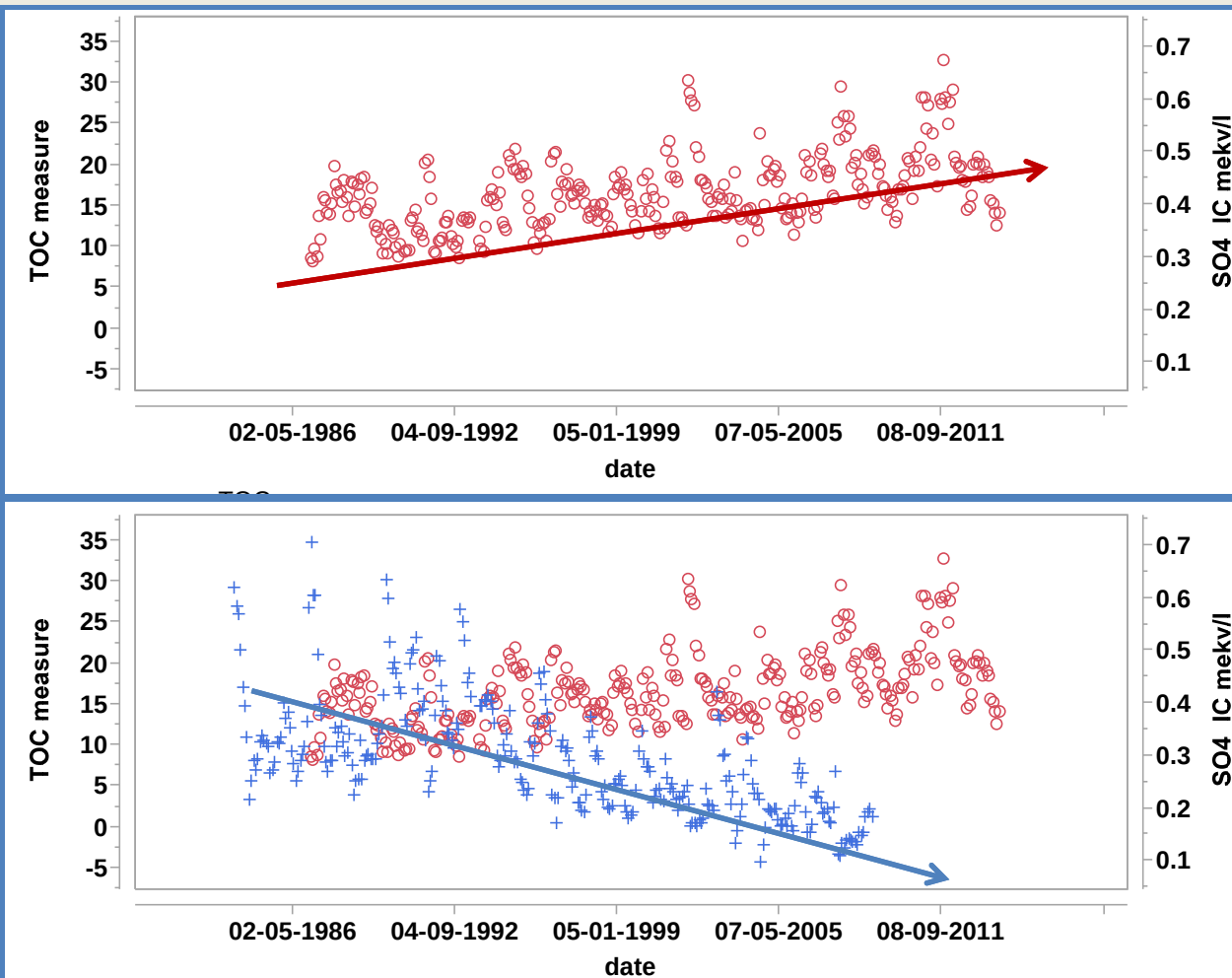
Lyckebyån, IMA data



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

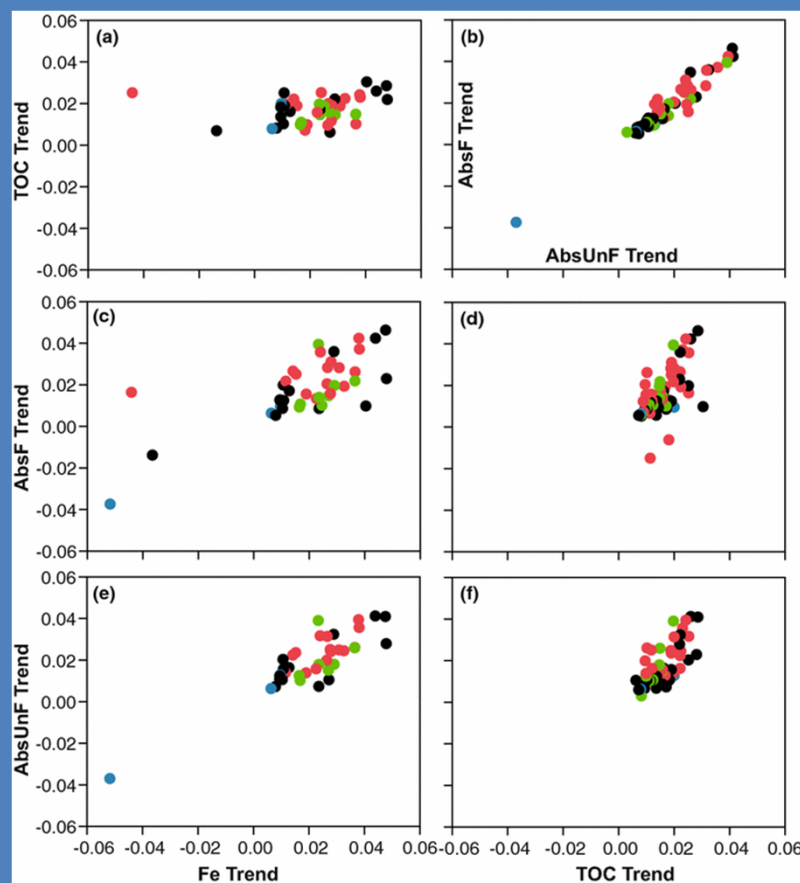
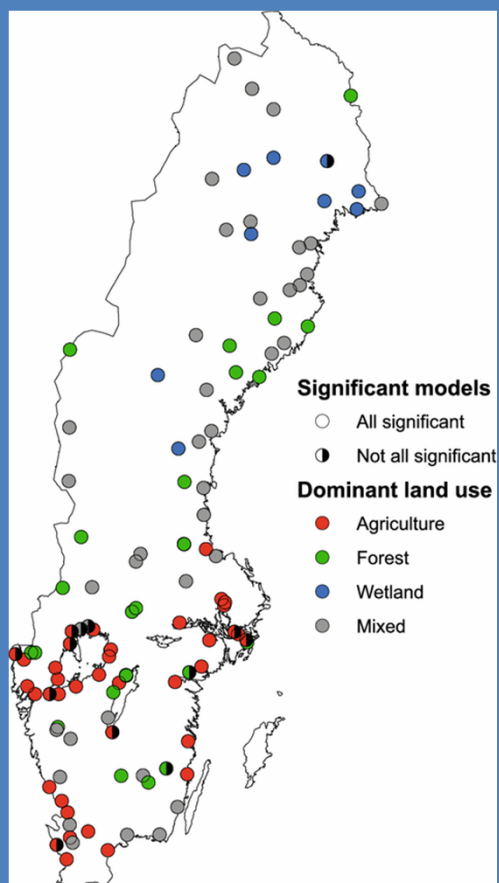
SO₄ sjunkar i många områden



Lyckebyån, IMA data

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

DOC ökar i många områden och oftast samvarierar DOC med färg



Temnerud et al. (2014) Evaluating common drivers for color, iron and organic carbon in Swedish watercourses. AMBIO. DOI: 10.1007/s13280-014-0560-5



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

...men det finns **många möjliga** **orsaker** för ökande halter organiskt kol i ytvatten

återhämtning från försurningen

- minskande sulfathalter
- minskad jonstyrka
- ökande pH

variationer i temperatur och flöde

längre vegetationsperioder

markanvändning (skog)

kväve deposition

STYRANDE FAKTORER

löslighet

produktion

nedbytning

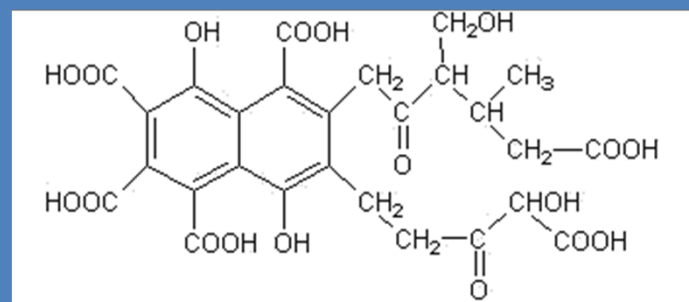
flödesvägar

utfällning med

aluminium

→ det är sällan bara en
faktor som styr !

DOC (Löst organiskt kol)



Stora, komplexa organiska föreningar

Transportör
för toxiska
spårämnen

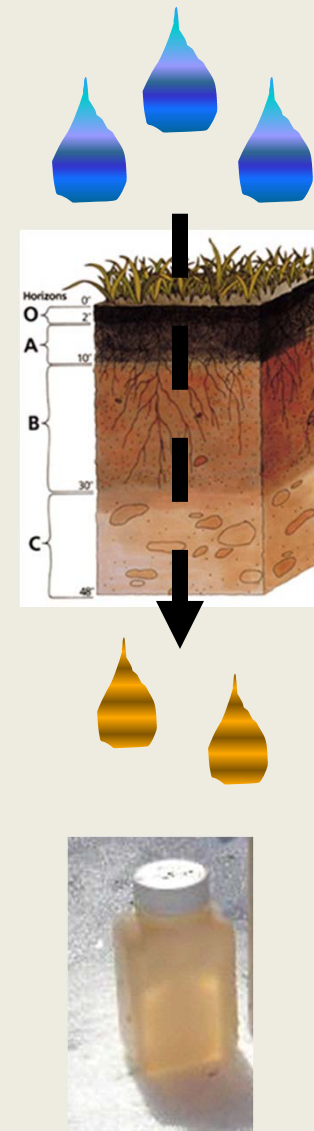
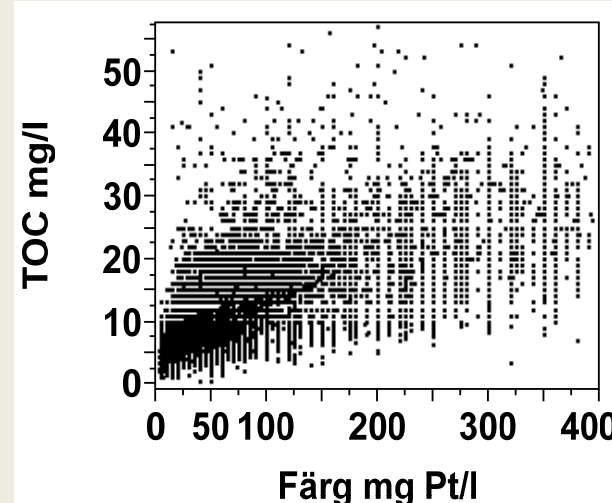
surhet

färg



organiskt kol källor

- Organiskt kol bildas
- **Allochthont** (i marken)
- **Authochthont** (i sjöar)
- Från marken mobiliseras det med vattnet till ytvattnet



Olika källor av organiskt kol ger olika egenskaper!

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

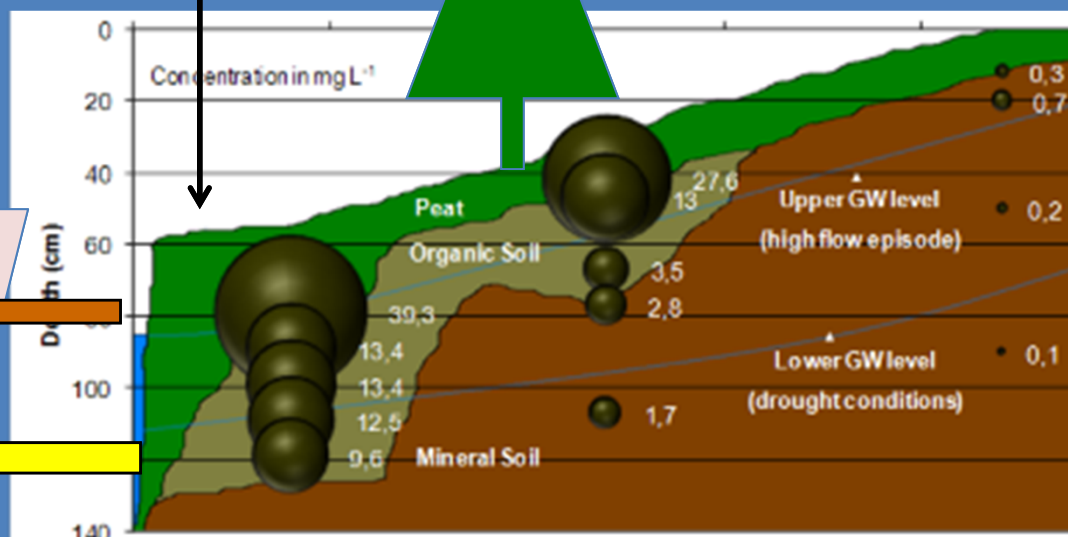
Mobilisering av löst organsikt kol



Bäcknära zon

marken

Sjöar och
vattendrag





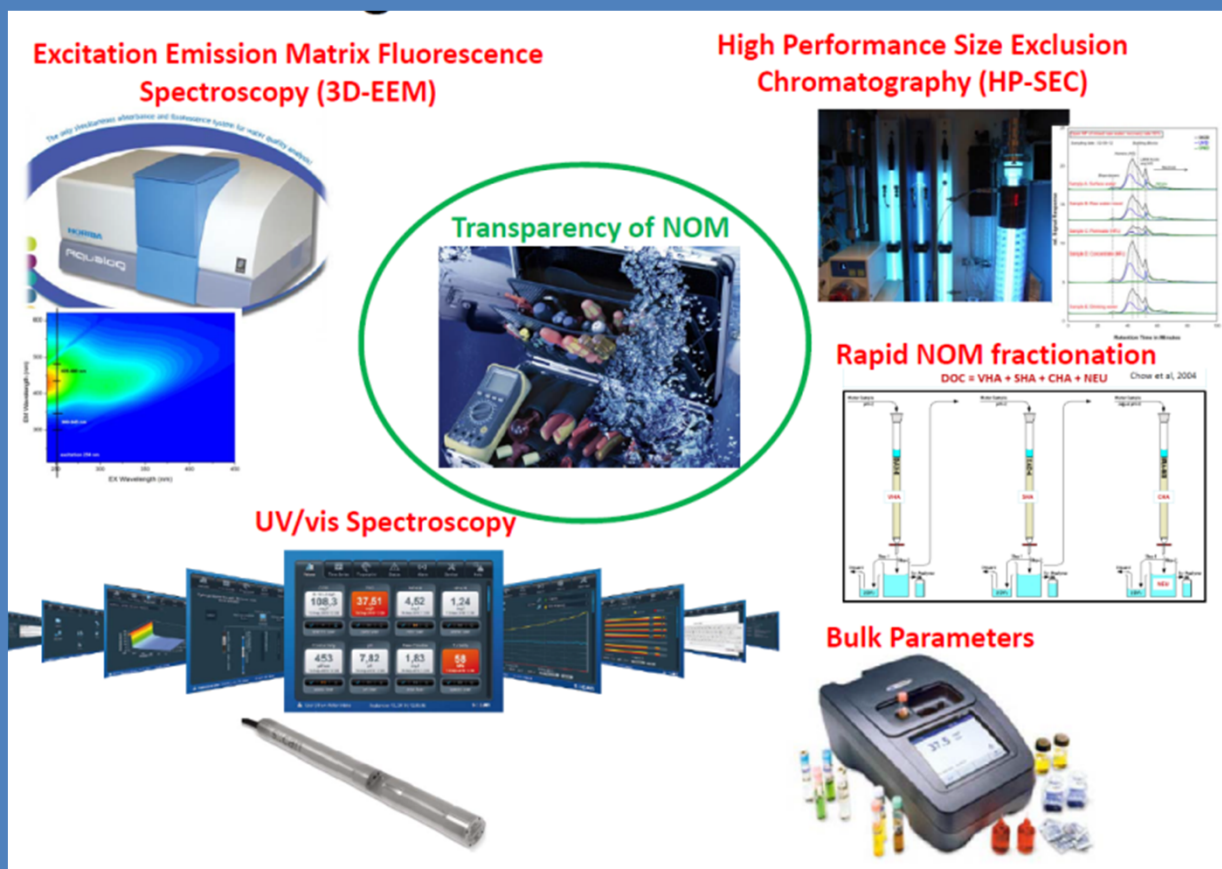
Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

Karakterisering av humus (löst organiskt kol; DOC)

forskning

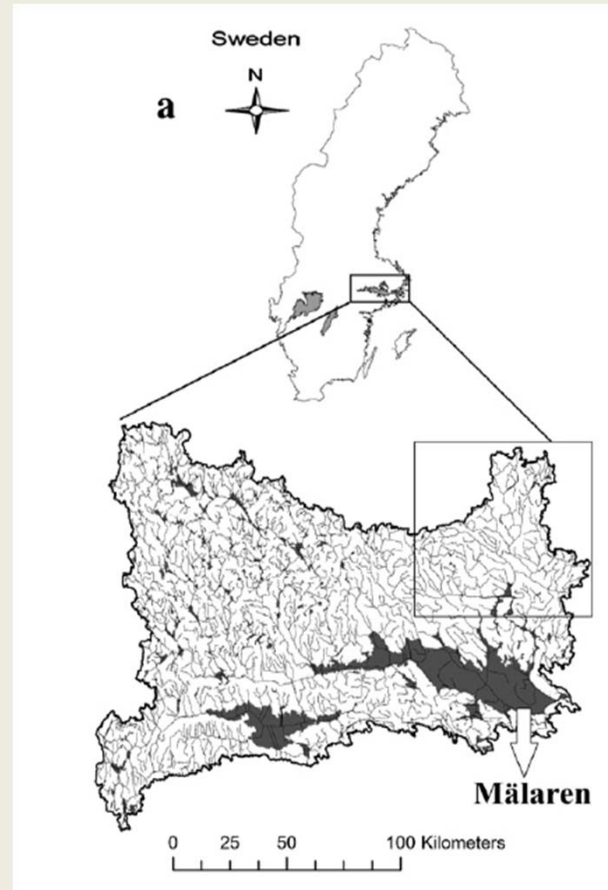
forskning



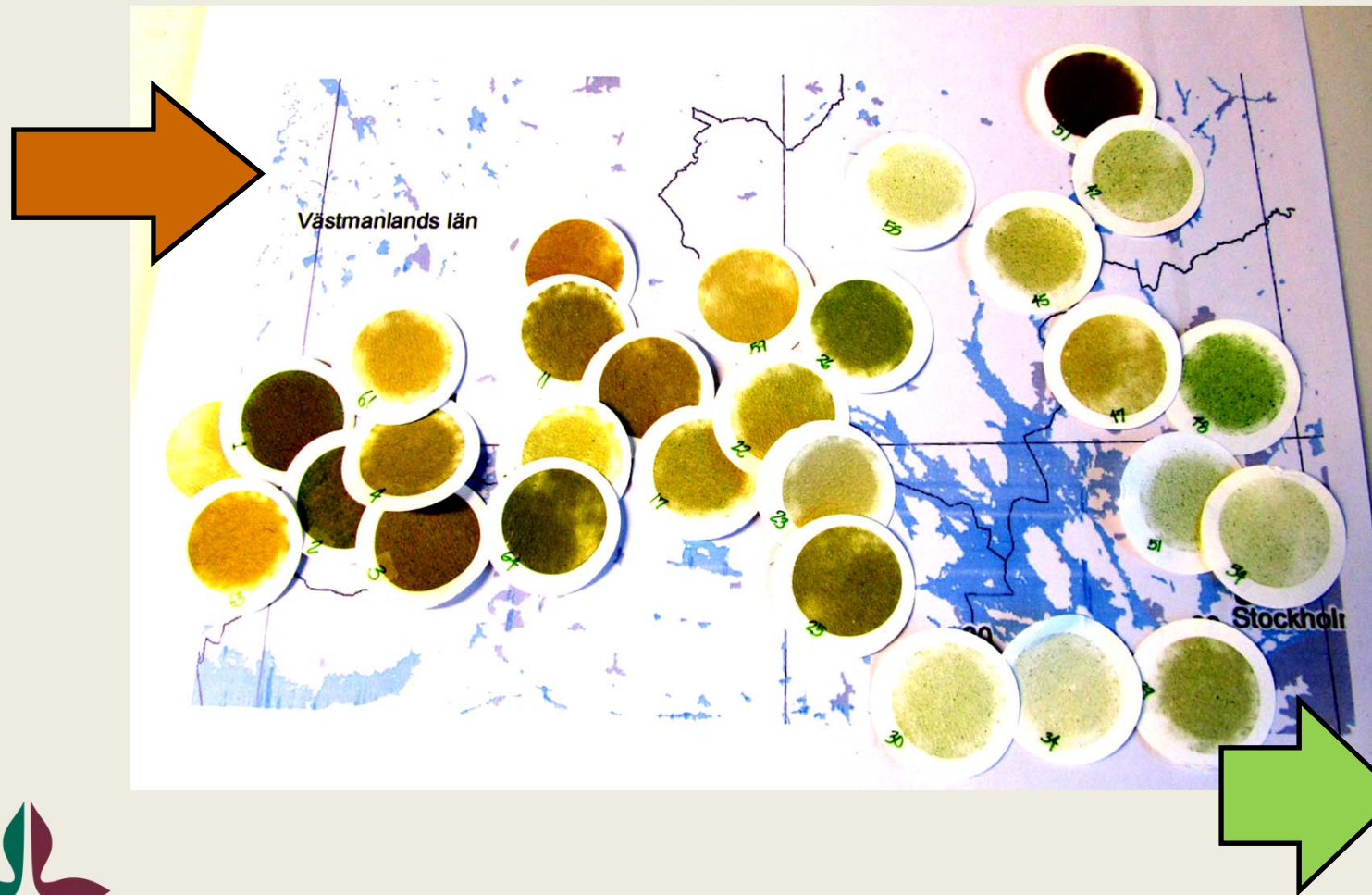
vattenverk

vattenverk

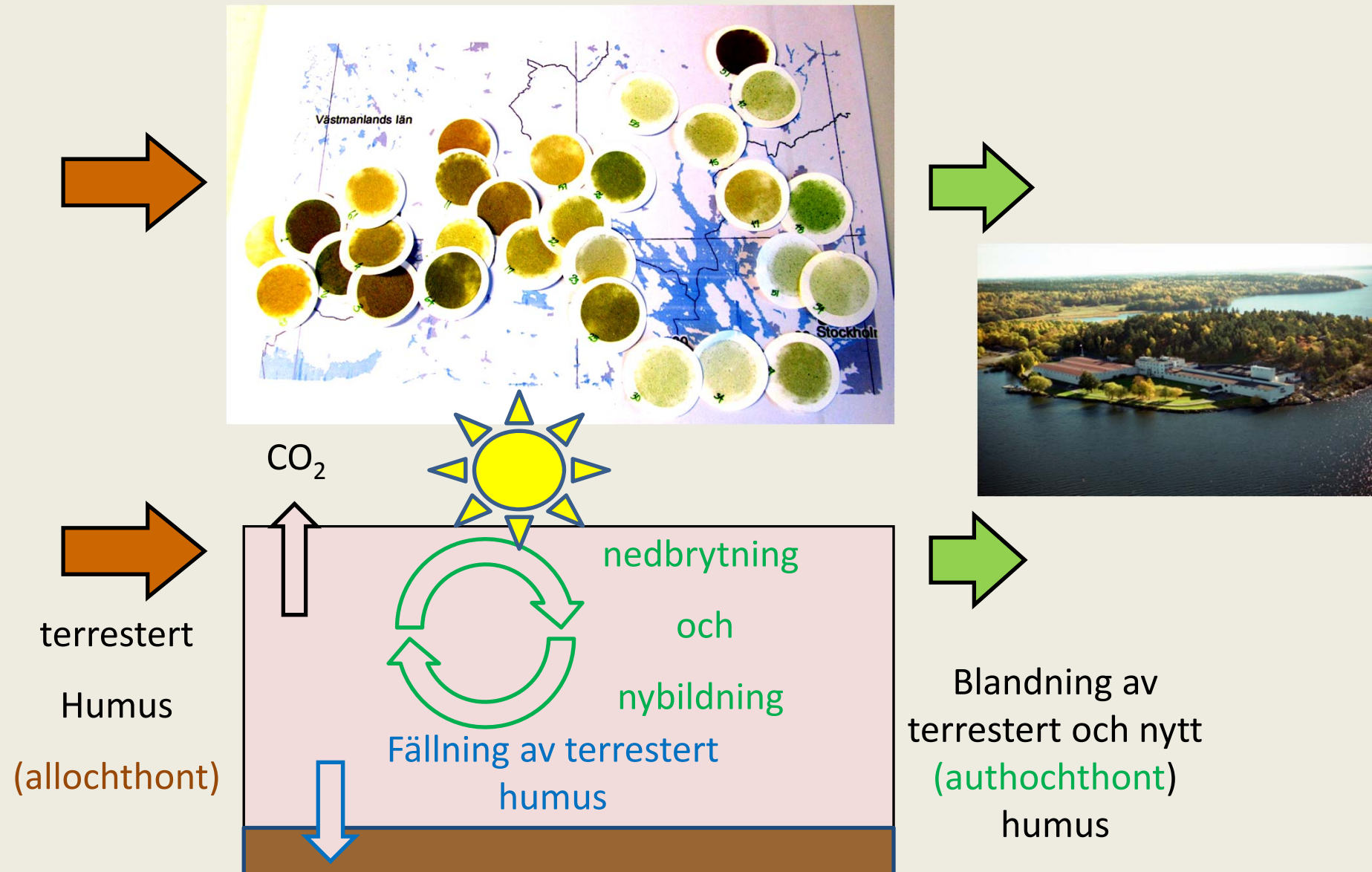
Mälaren



Färg av naturligt organiskt material i Mälaren Sjöar

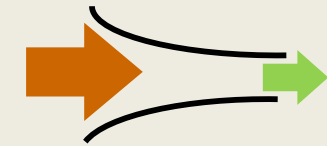


Processförståelse om humusomsättning i akvatiska ekosystem (*Karaktär* ändras)

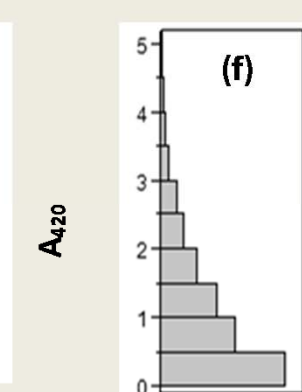
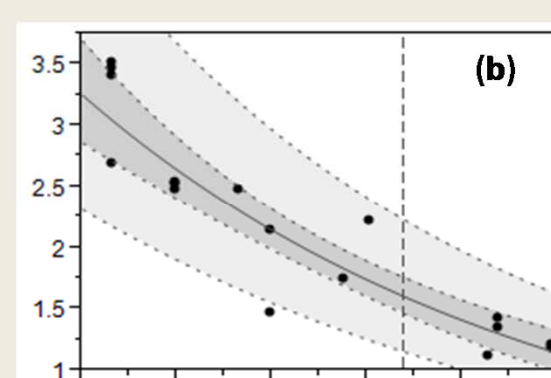
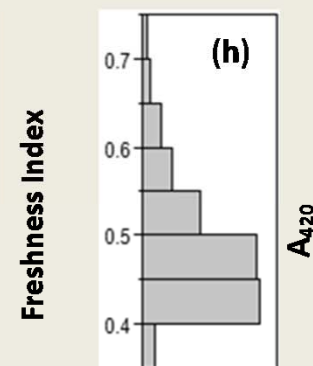
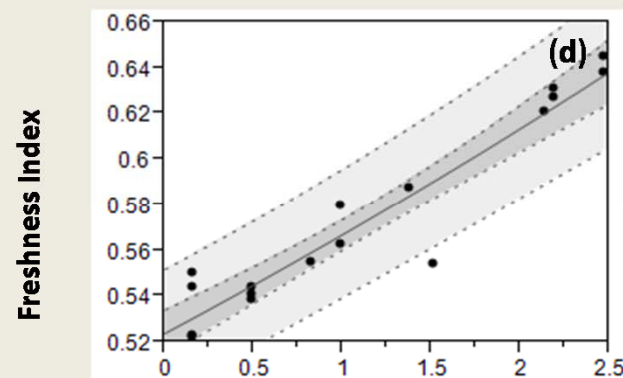
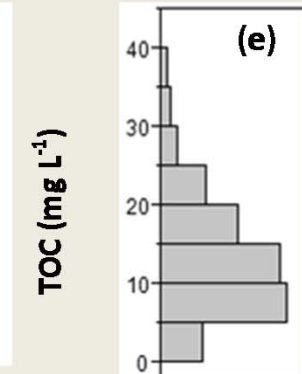
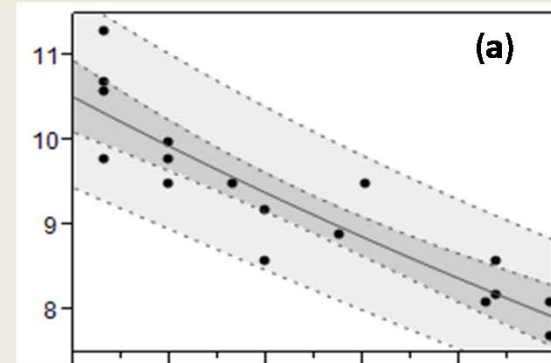
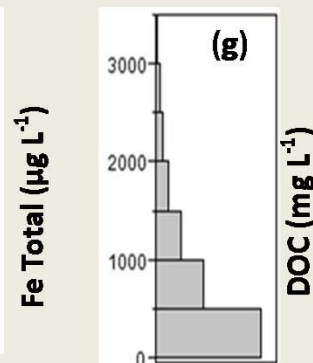
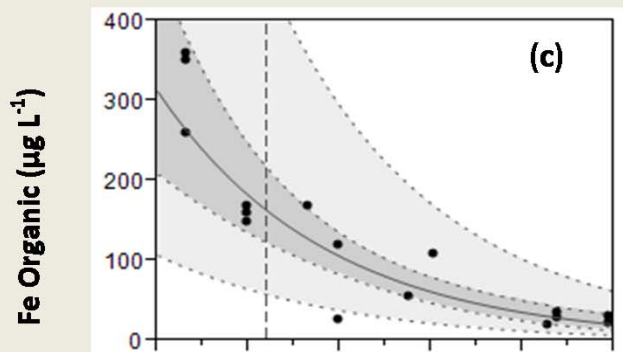
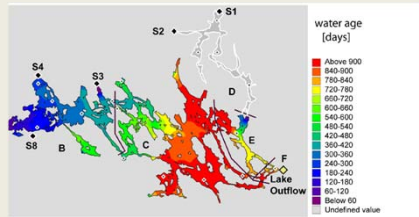


Processförståelse om humusomsättning i akvatiska ekosystem

(*Karaktär, halt och färg* ändras)
Lake Mälaren



National Survey

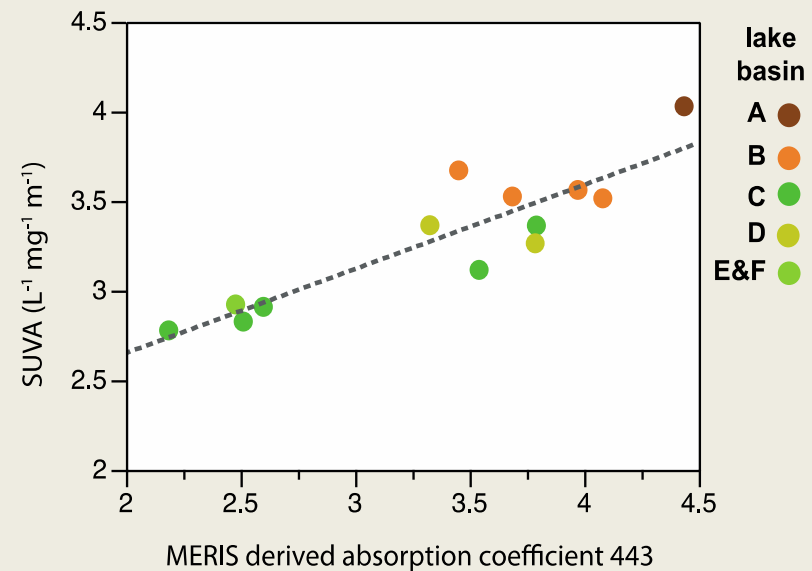
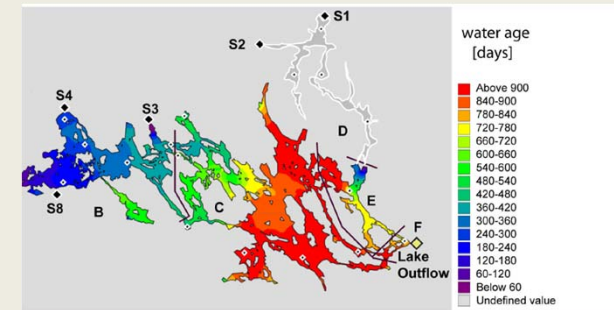
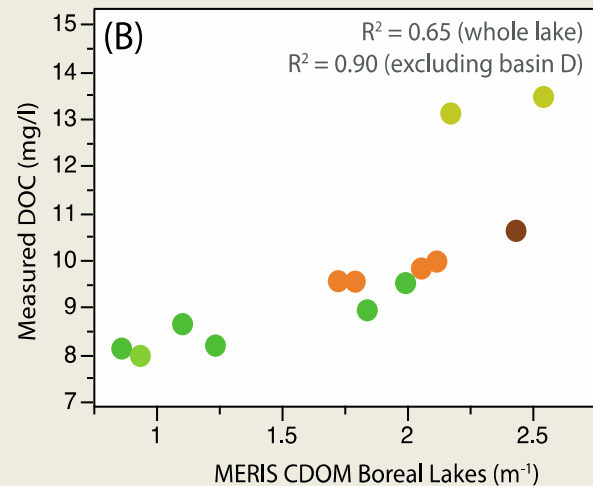
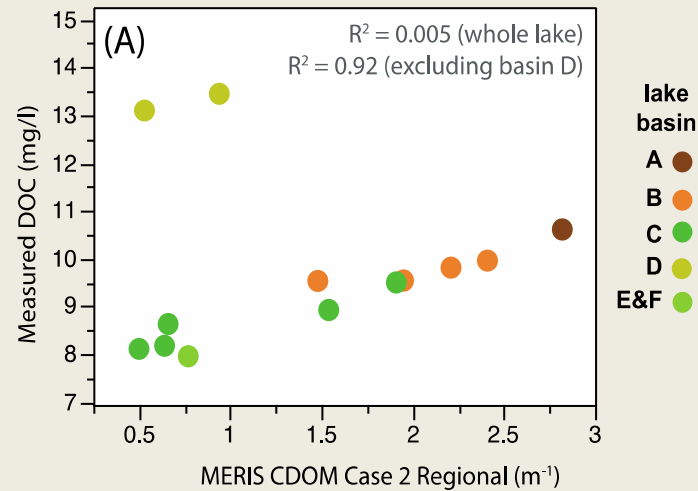


Water Residence Time (Years)



Köhler et al (2013) PLoS ONE In-lake processes offset increased terrestrial inputs of dissolved organic carbon and color to lakes. DOI: 10.1371/journal.pone.0070598

Nya verktyg satellitbilder för bedömning av vattenkvaliten

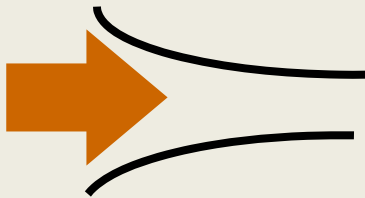


Kutser et al. (2014) Impact of iron associated to organic matter on remote sensing estimates of lake carbon content. Remote Sensing of Environment.. Doi:10.1016/j.rse.2014.10.002

DOC kvantitet och karakter

vattendrag

Torra år

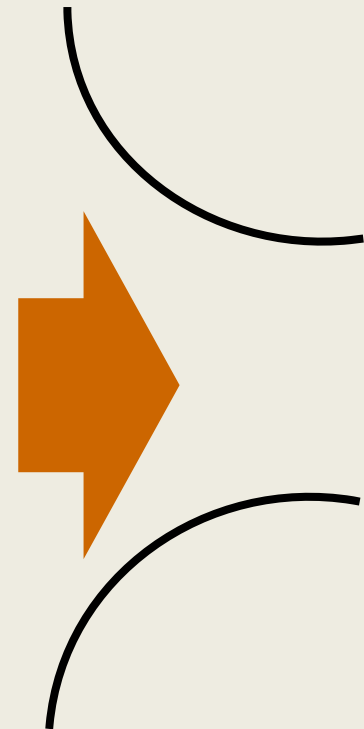


Låg DOC

Normalt år



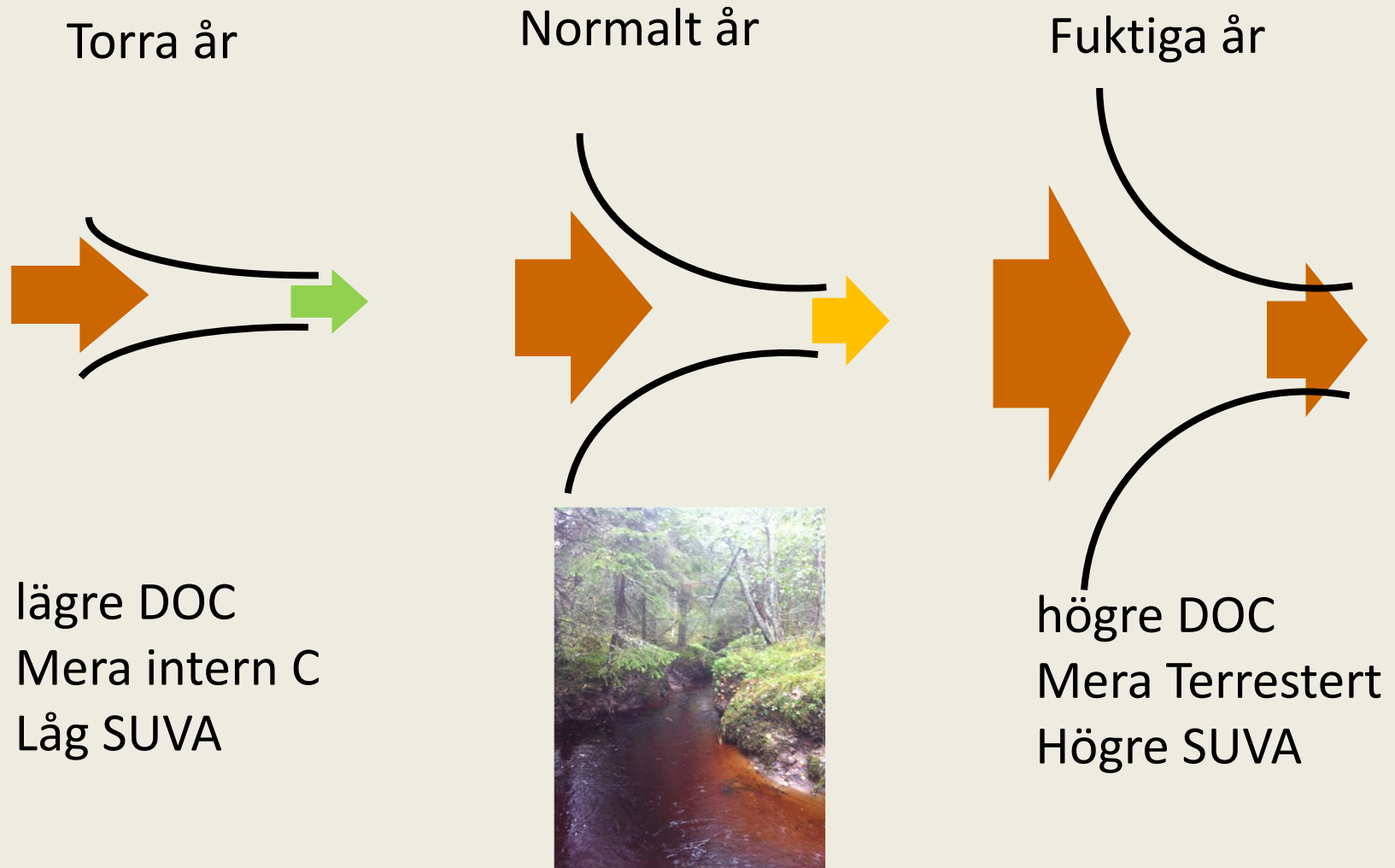
Fuktiga år



Högre DOC

DOC kvantitet och karakter

sjödominerade system

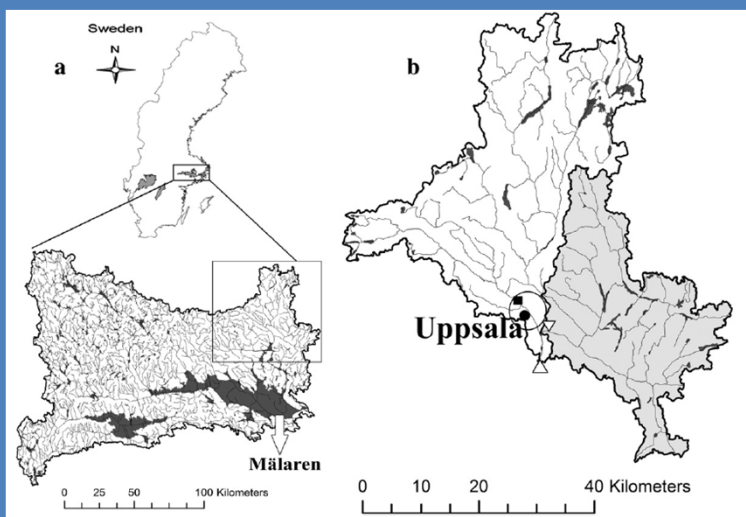




Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

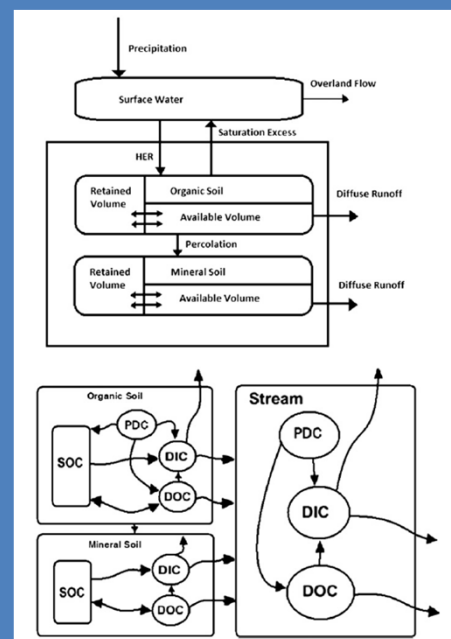
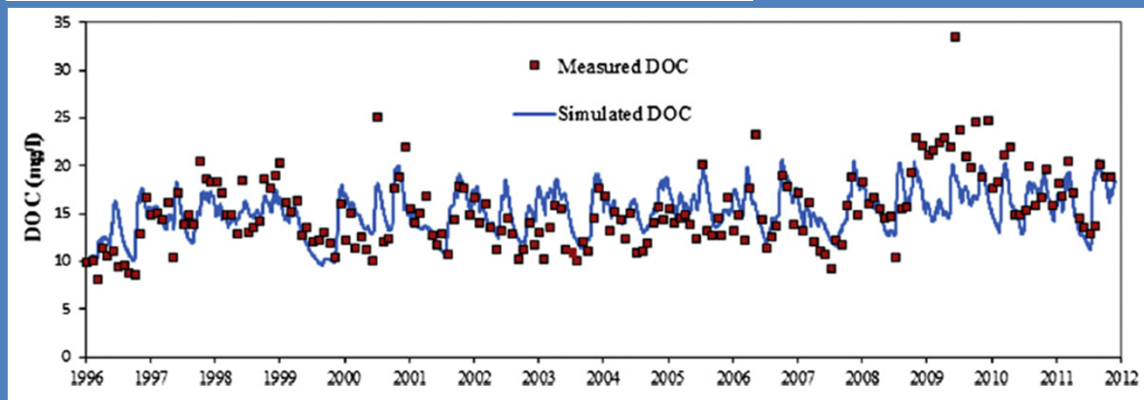
Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

modellering och prognos (Fyrisån, Uppsala)



Indata:

Temperatur,
nederbörd,
DOC

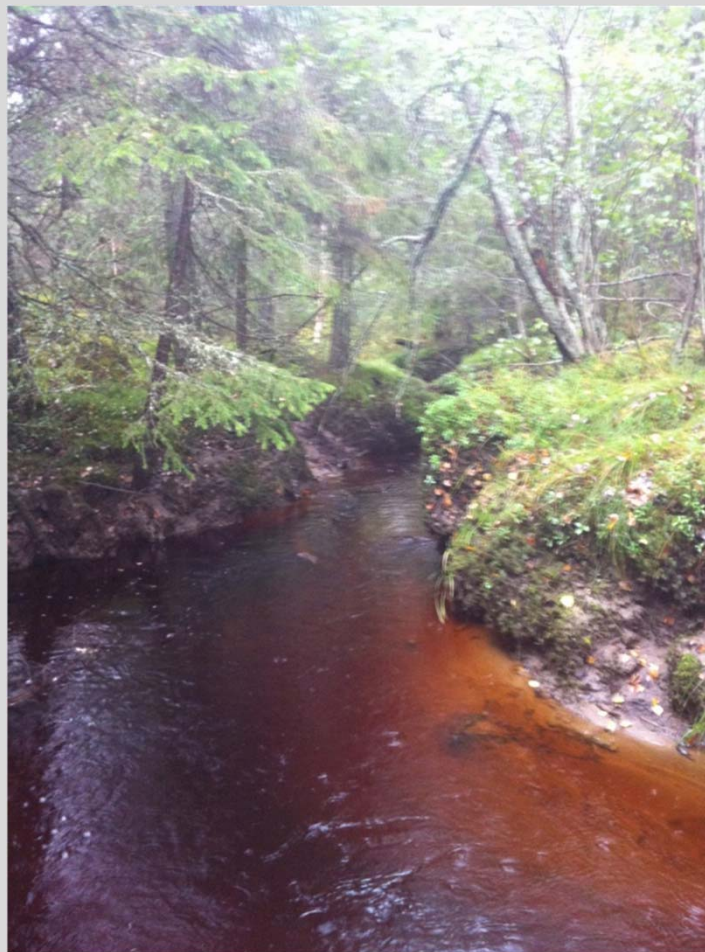


Ledesma et al. (2012) Long-term dynamics of dissolved organic carbon: implications for drinking water supply. STOTEN DOI: 10.1016/j.scitotenv.2012.05.071



Effekterna i vattenverken och
förslag till möjliga åtgärder

Ökande
halter av
humus och
klimat-
variationer



Ökande
halter av
humus och
klimat-
variationer

Minskad effekt för UV-
desinfektion

Minskad effekt för
klorbaserad
desinfektion

Högre halter av
desinfektions-
biprodukter (DBPs)



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Bildning av trihalometaner ökar med ökande DOC

Cancerogena ämnen bildas vid desinfektion av vatten med höga humushalter

THMfp = Trihalogen formation potential

$\text{THMfp} = a + b \cdot \text{DOC}$; kan bara ibland skattas med absorbans

Toxicitet $\text{J} > \text{Br} > \text{Cl}$

Kväveinnehållande DOC kan också leda till biprodukter, ändras C/N kvoten i DOC ?

Ökande
halter av
humus och
klimat-
variationer

Minskad effekt för UV-
desinfektion

Minskad effekt för
klorbaserad
desinfektion

Högre halter av
desinfektions-
biprodukter (DBPs)

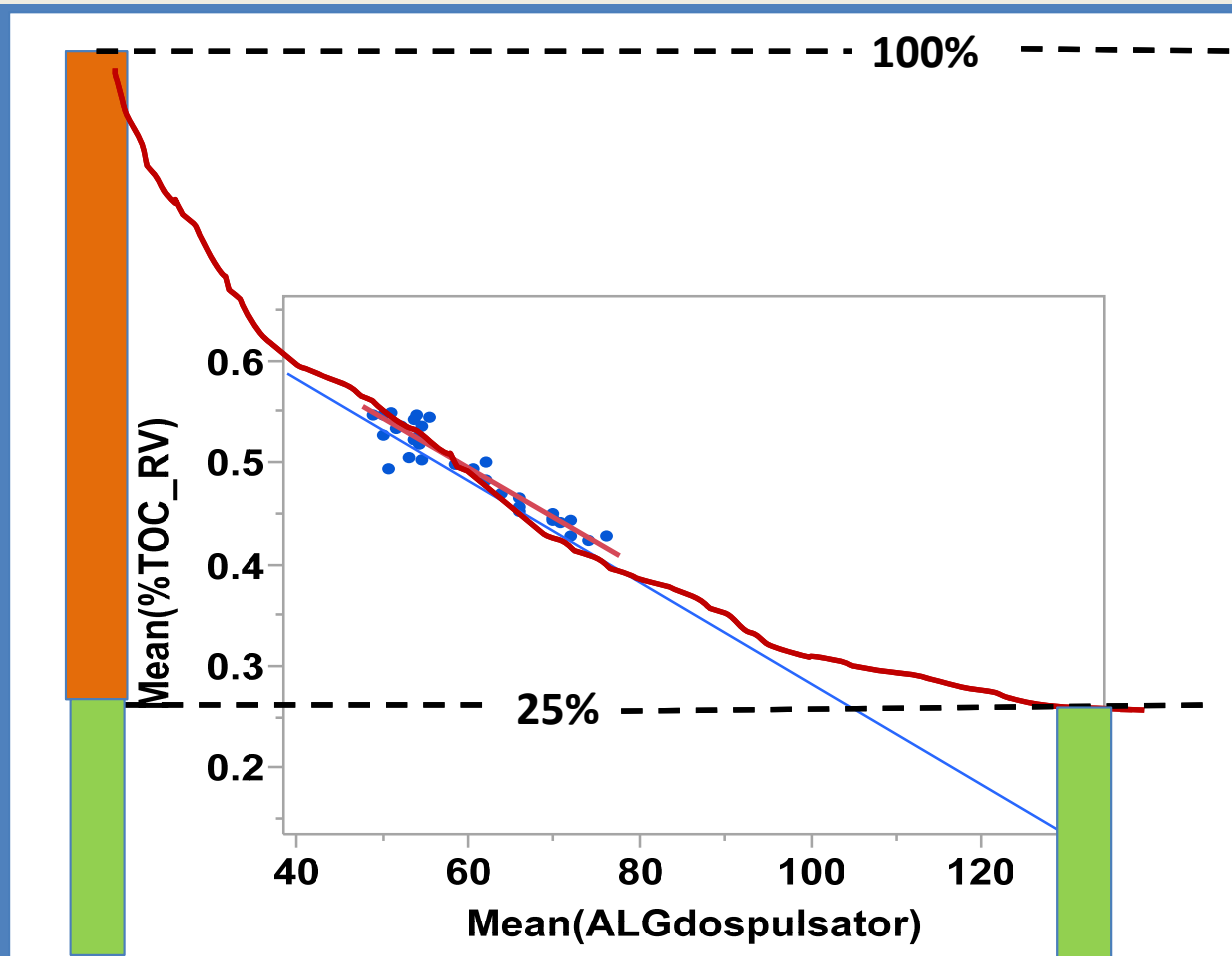
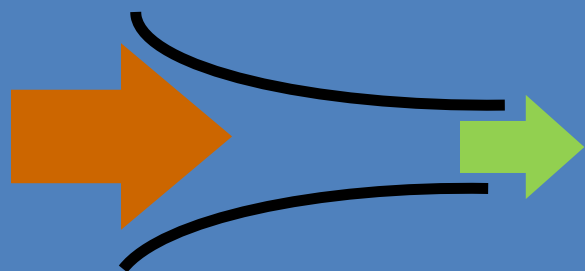
Mera fluktuation i
råvattenkvaliten

Ökad behandling

Högre
driftskostnader.

Högre DOC kräver mera kemikalier och större årstids variationer leda till högre driftkostnader

Autochthont
humus
är svårfällt



Ökande mängd fällningskemikalie



Ökande
halter av
humus och
klimat-
variationer

Minskad effekt för UV-
desinfektion

Minskad effekt för
klorbaserad
desinfektion

Högre halter av
desinfektions-
biprodukter (DBPs)

Mera fluktuation i
råvattenkvaliten

Ökad behandling

Högre
driftskostnader.

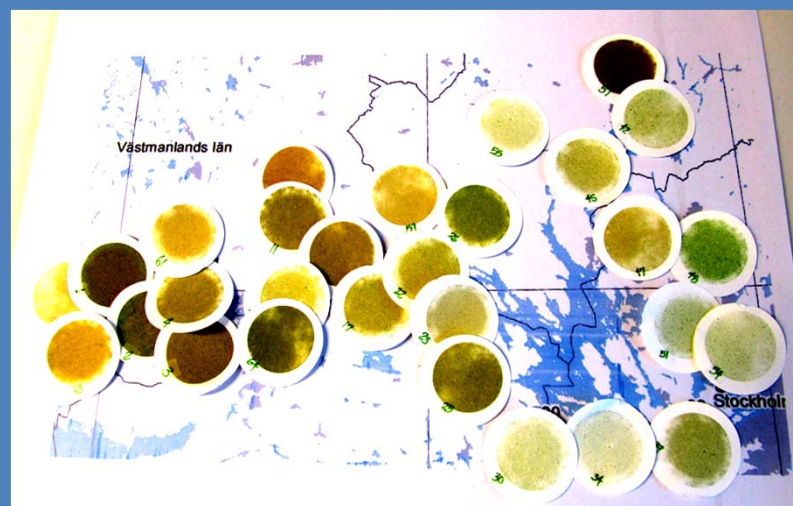
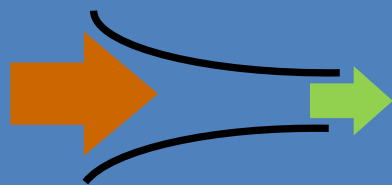
Mera problem med oönskad smak, lukt och färg

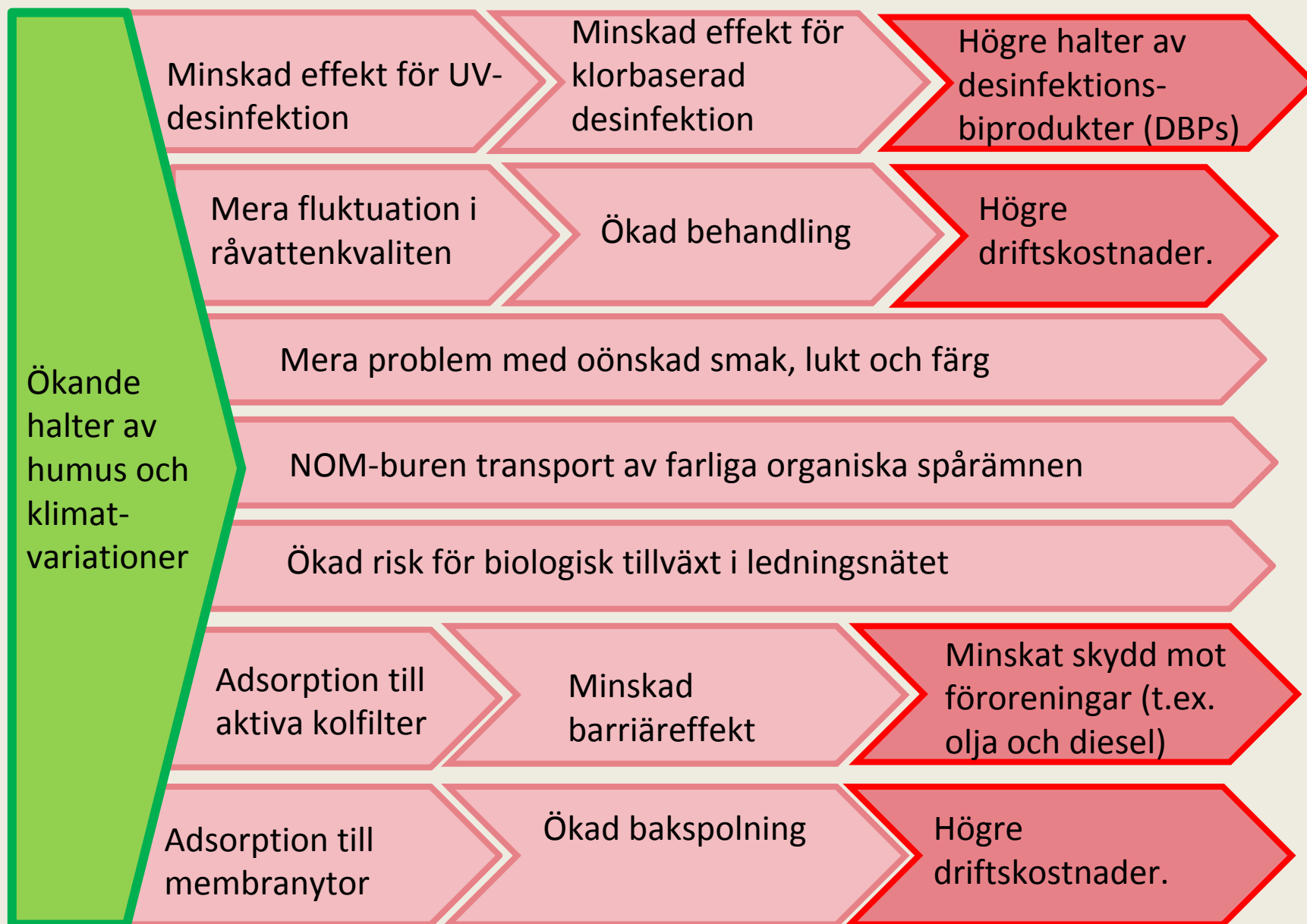
NOM-buren transport av farliga organiska spårämnen

Ökad risk för biologisk tillväxt i ledningsnätet

DOC karaktär och mängd kan medföra problem

- Andel **algproducerad** (autochthont) DOC leder till större problem med lukt och smak, mera biotillgänglig DOC i ledningsnätet.
- DOC kan verka som transportör för toxiska spårämnen

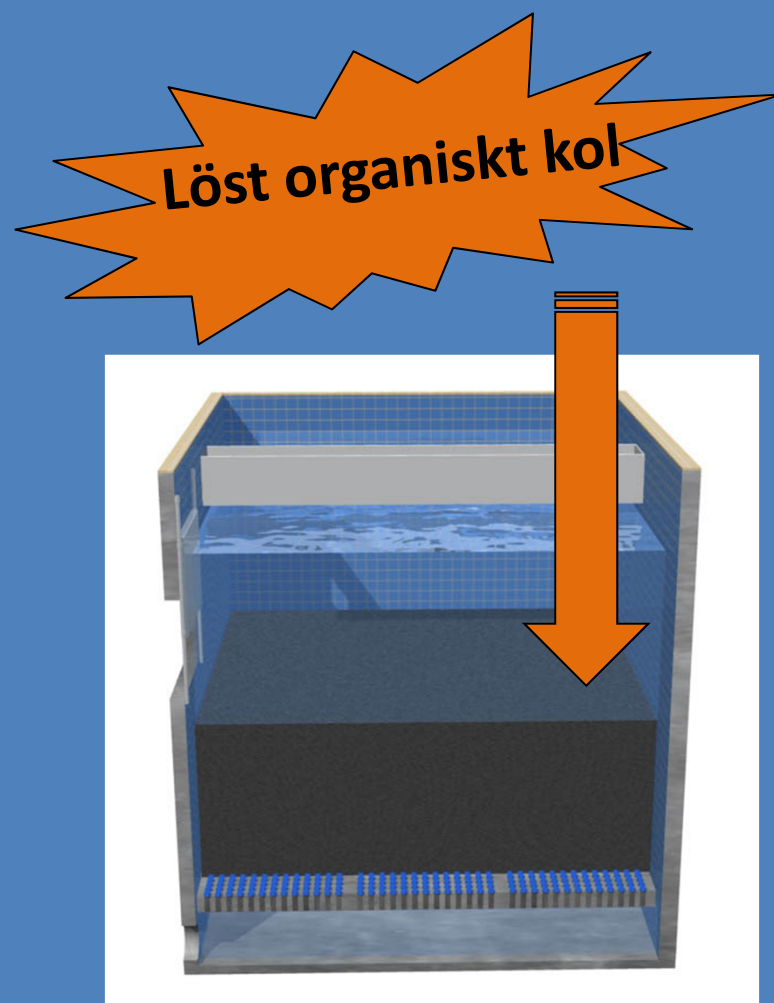




Mättnad av aktiv kol filter i beredningen

Löst organiskt kol sorbera
på aktivt kol filter

Barriereffekten mot kemiska
föreningar så som diesel eller
andra oönskade ämnen fungerar
inte längre !



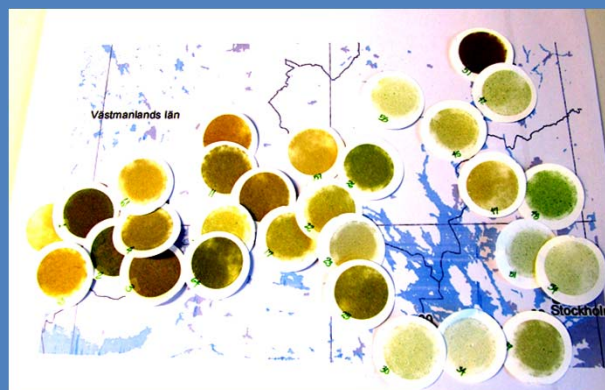


Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

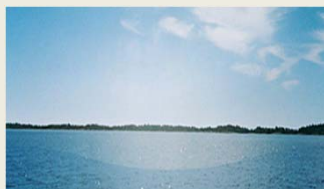
Adaptation och alternativa tekniker

Ökad dosering har
sina begränsningar.



→ Anpassning av reningstekniker och även nya reningstekniker krävs

Dricksvattenberedning(sedan)

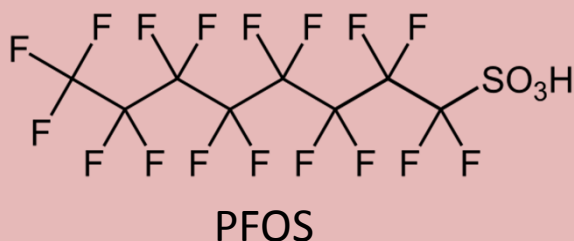


9. Nanofiltration

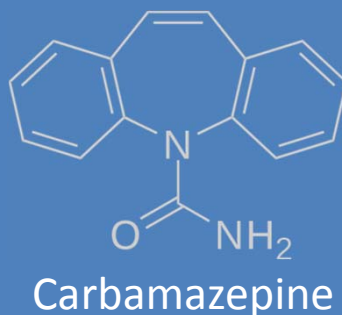


...det är inte bara humus i vattnet ... det finns även andra **för(or)eningar** i vattnet !

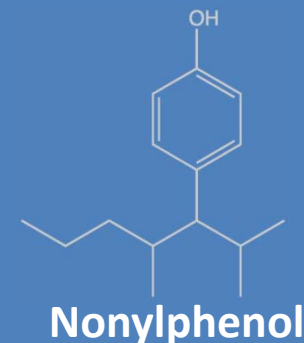
**Perfluoroalkyl
Substances (PFASs)**



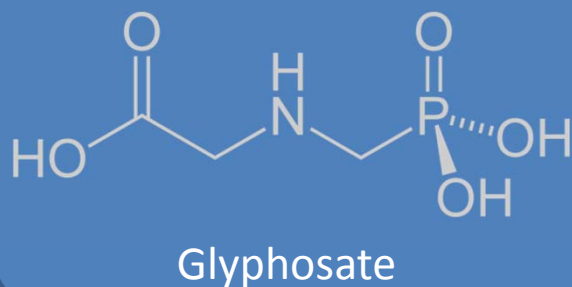
Pharmaceuticals



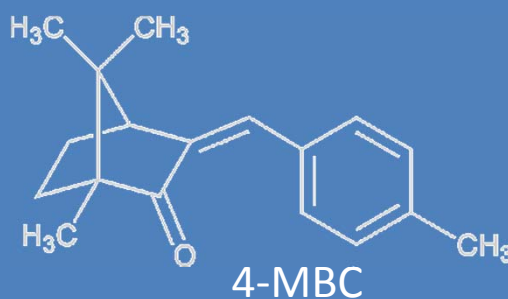
Plasticizer



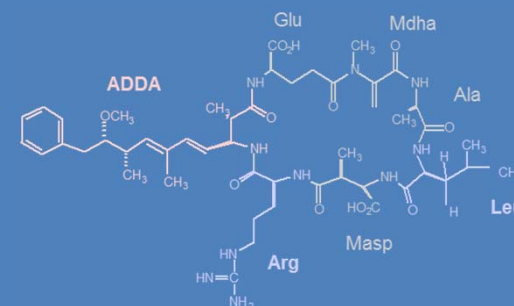
Pesticides



**Personal care
products**



Algal toxins



SAFEDRINK



The Colour of water

SAFEDRINK

- ☐ Klimatrelaterade frågor
- ☐ Karakterisering av organiskt kol
- ☐ Kemiskt och hydrologiskt modellering
- ☐ Alger och algrelaterade ämnen
- ☐ Analys och spridning av spårämnen
- ☐ Stort Nätverk till vattenverk i Sverige



DomAqua

Genomembran





Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Stephan Köhler
Institutionen för vatten och miljö

sammanfattning

orsaker och utmaningar

- återhämtning från förurning, högre flöden och längre vegetationsperioder
- större fluktuationer av löst kol och färg
- direkta och indirekta effekter av ökande humushalter

samverkan

- samordna krafter för en hållbart dricksvattenförsörjning
- sträva efter mera enhetliga analysmetoder i vattenverk
- koppla ihop miljöövervakning och råvattenanalyser
- sprida kunskap om anpassning av och nya beredningsprocesser
- mera satsningar på tillämpad forskning inom dricksvatten