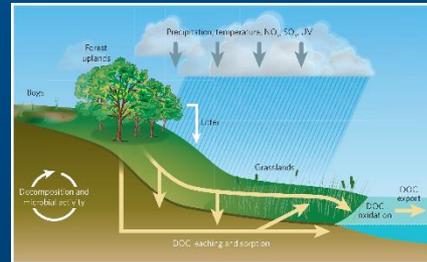
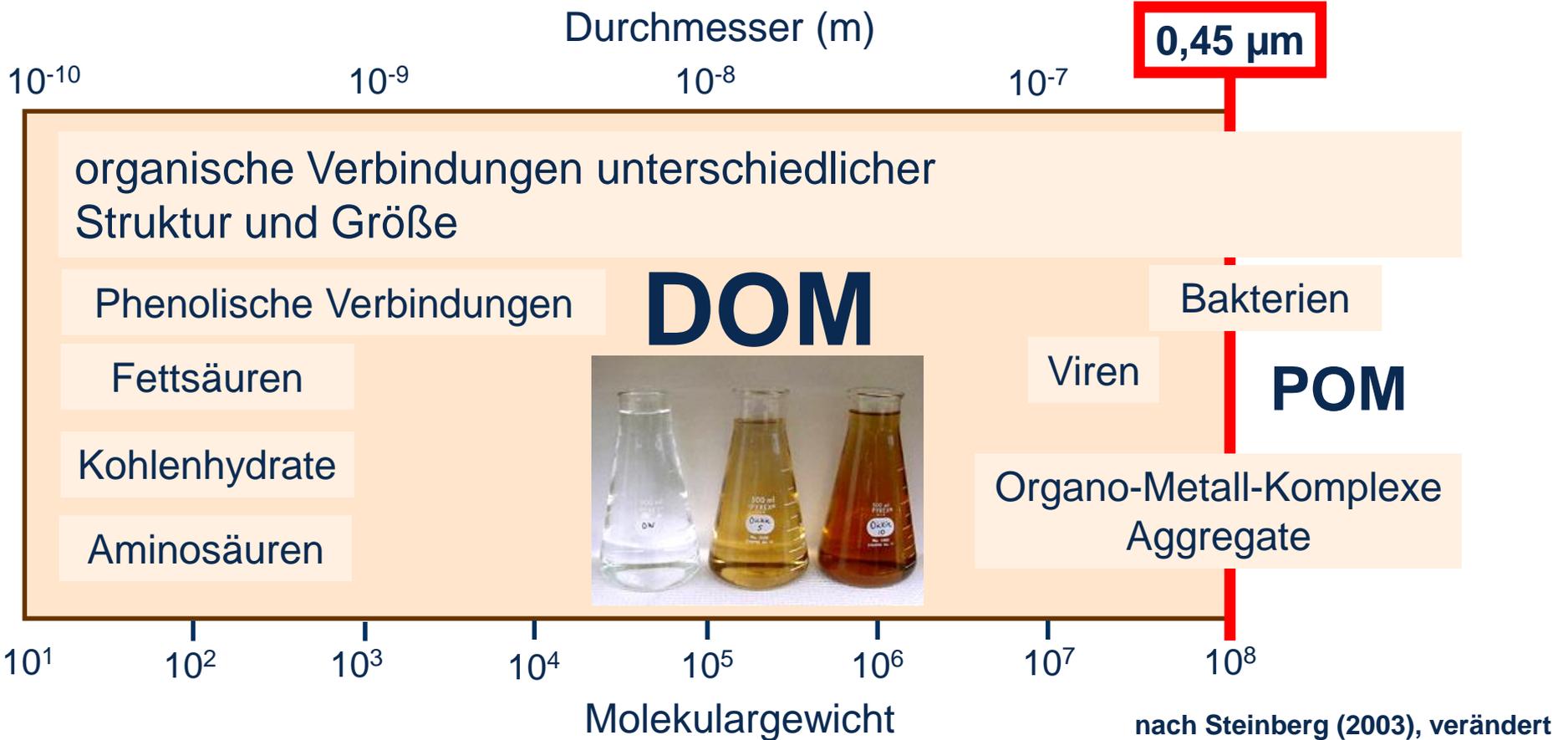


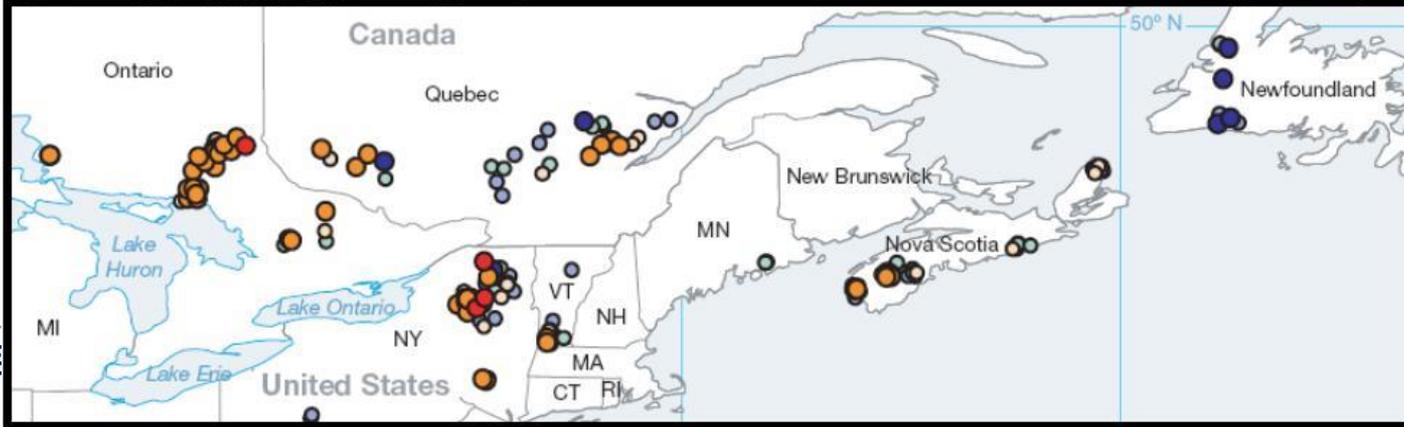
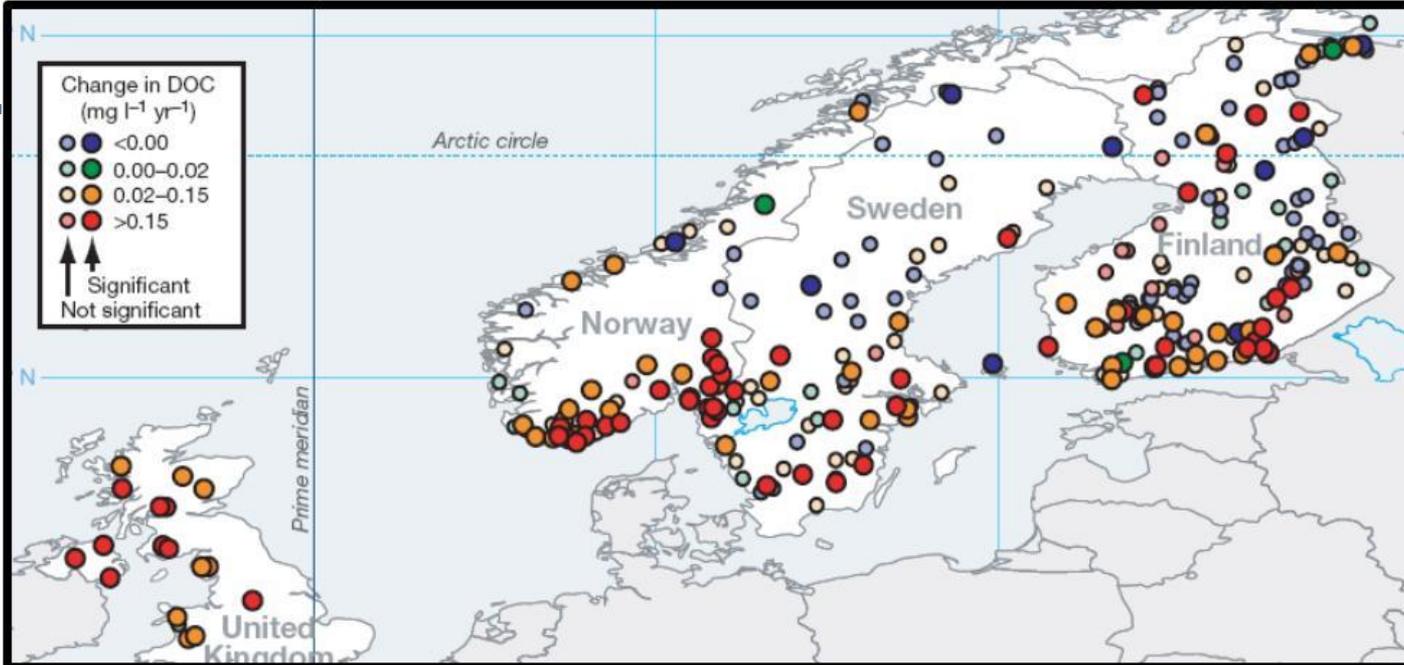
# Steigende DOC-Konzentrationen in Oberflächengewässern – Prozesse an der Schnittstelle von Boden und Wasser



Karsten Kalbitz  
TU Dresden  
Bodenressourcen und Landnutzung

# Gelöste organische Substanz – dissolved organic matter (DOM)





et al. (2007)

# Steigende DOC-Konzentrationen (auch) in Sachsen



Zufluss TS Carlsfeld

Foto: LTV

Gräfe, 2016

# Quellen für DOM im Oberflächenwasser

**Böden der Einzugsgebiete – hohe Vorräte an organischer Substanz**



**DOM: < 1% der organischen Bodensubstanz**

- Humusauflagen
- Moore

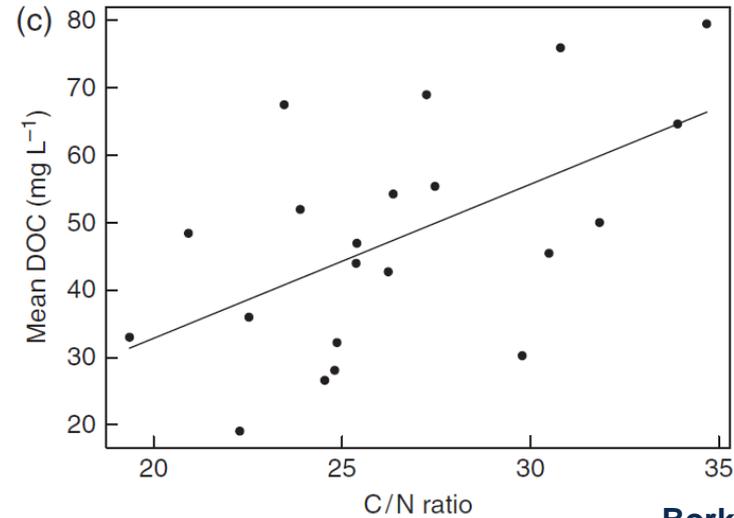
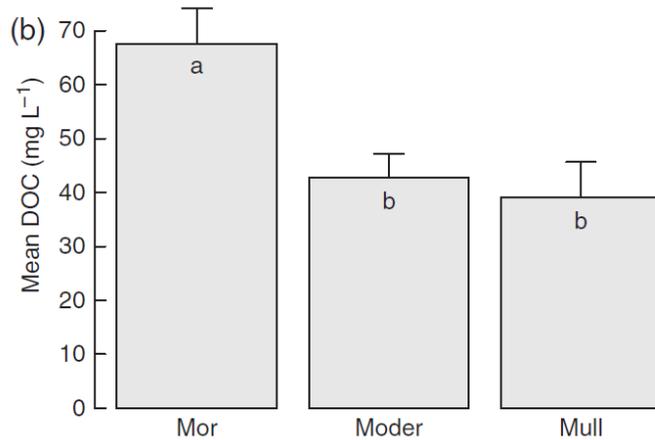
**Humusauflage: abgebaute / umgebaute  
Biomasse von Blättern und Wurzeln**



**DOM-Farbe:**

- aromatische / phenolische Verbindungen
- abgebaute Biomasse von Gefäßpflanzen

# Quellen für DOM im Oberflächenwasser: Humusauflagen



Borken et al., 2011

**Mächtige Humusauflagen mit geringer  
Zersetzung (weites C/N-Verhältnis)  
→ hohe DOC-Konzentrationen**

# Quellen für DOM im Oberflächenwasser: Humusauflagen

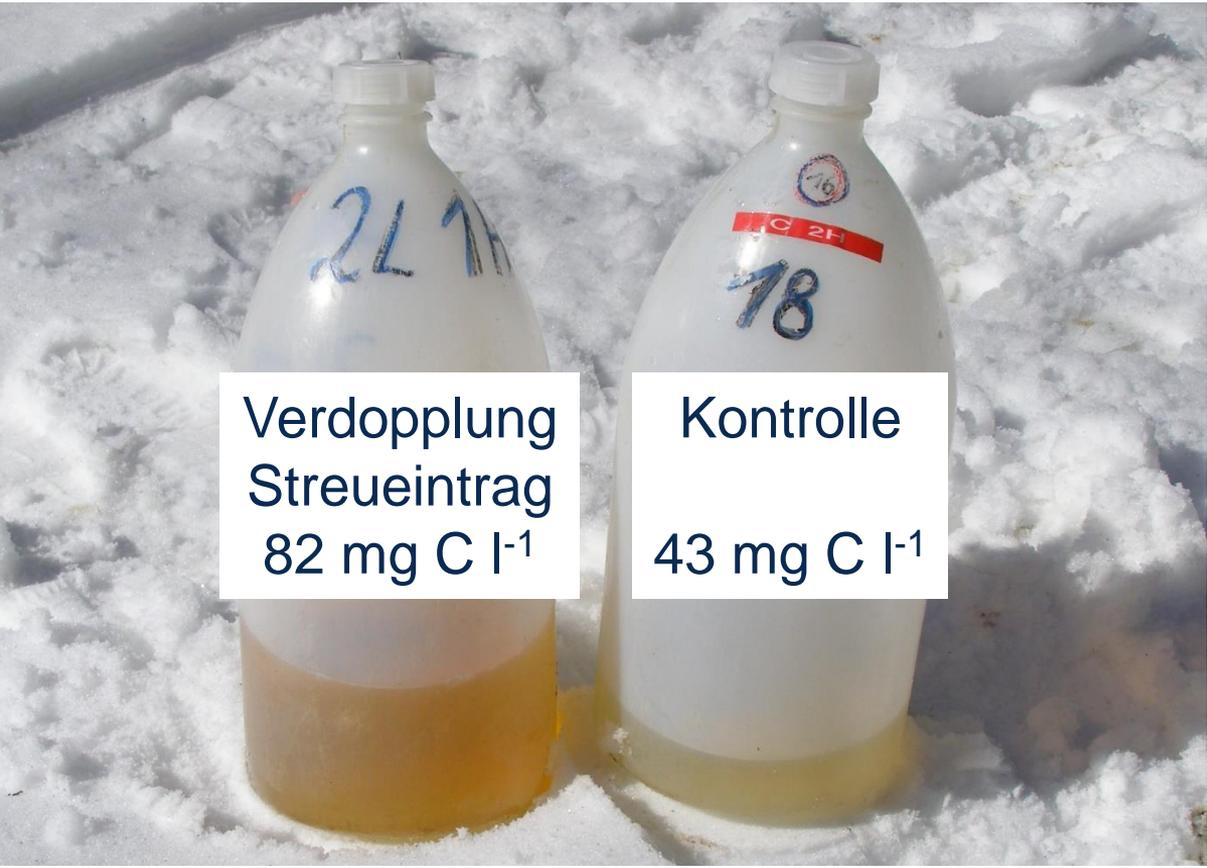


Erhöhung des Eintrags an  
organischer Substanz –  
mächtigere  
Humusauflagen – höhere  
DOC-Konzentrationen

Kalbitz et al. (2007)

# Quellen für DOM im Oberflächenwasser: Humusauflagen

Erhöhung des Eintrags an  
organischer Substanz –  
mächtigere  
Humusauflagen – höhere  
DOC-Konzentrationen



Verdopplung  
Streueintrag  
 $82 \text{ mg C l}^{-1}$

Kontrolle  
 $43 \text{ mg C l}^{-1}$

Kalbitz et al. (2007)

# SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

**From greening to browning:  
Catchment vegetation  
development and reduced  
S-deposition promote organic  
carbon load on decadal time scales  
in Nordic lakes**

Received: 10 February 2016

Accepted: 27 July 2016

Published: 24 August 2016

Anders G. Finstad<sup>1,2</sup>, Tom Andersen<sup>3</sup>, Søren Larsen<sup>3</sup>, Koji Tominaga<sup>3</sup>, Stefan Blumentrath<sup>2</sup>,  
Heleen A. de Wit<sup>4</sup>, Hans Tømmervik<sup>2</sup> & Dag Olav Hessen<sup>3</sup>



# Höhere Primärproduktion – mehr DOM aus dem Boden

Ergebnisse der BZE: Anstieg der C-Vorräte in den Waldböden in den letzten 15 Jahren

**Anstieg der Primärproduktion**

- geringere Versauerung
- höhere Nährstoffverfügbarkeit
- hoher N-Eintrag

Steigender Eintrag an Streu

Mehr organischer Substanz in Humusaufgabe und Mineralboden

**Mehr Auswaschung**

Anstieg DOC in Humusaufgabe (und Mineralboden)

**Anstieg DOC im Gewässer**

Kohlenstoffvorrat (BZE 1) in t/ha

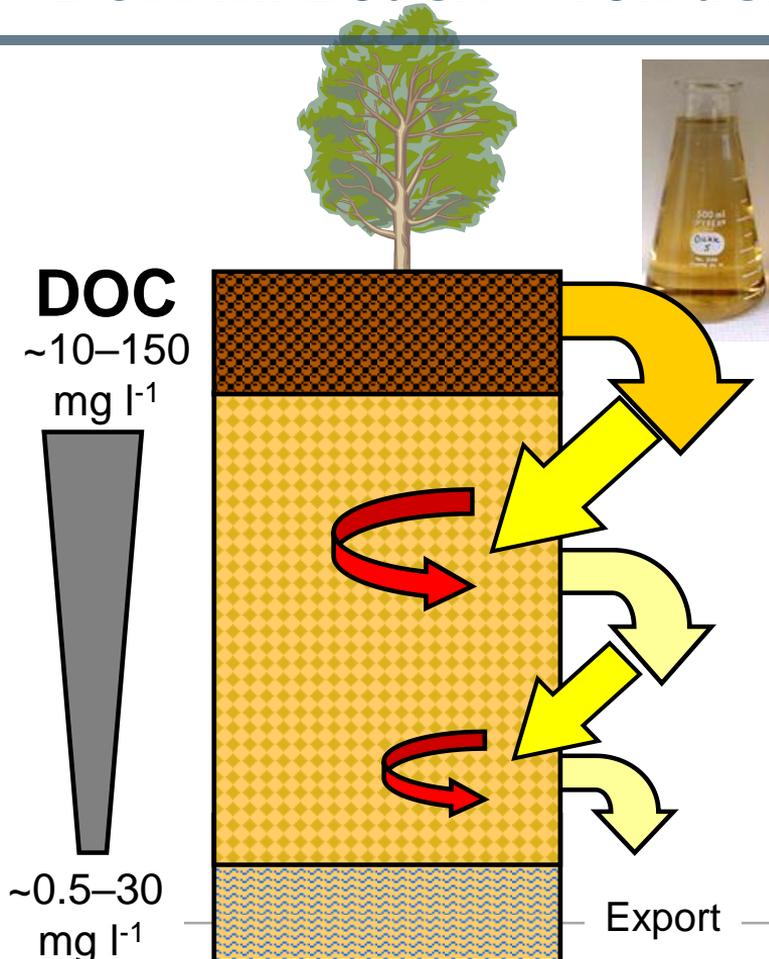
	HU	MB	Σ
Laub	18	94	112
Nadel	32	83	115
∅	30	85	115

Kohlenstoffvorrat (BZE 2) in t/ha

	HU	MB	Σ
Laub	28	85	113
Nadel	38	83	121
∅	36	83	119

Andreae, 2016

# DOM im Boden – von der Humusaufgabe ins Wasser



Eintrag organischer Substanz

Mikrobielle Produktion, Auswaschung

**Sorption, Ausfällung**  
(Abbau + mikrobielle Produktion)

**Desorption**

**Sorption, Ausfällung**  
(Abbau + mikrobielle Produktion)

**Desorption**

nach Guggenberger & Kaiser (2003)  
und Kaiser & Kalbitz (2012)

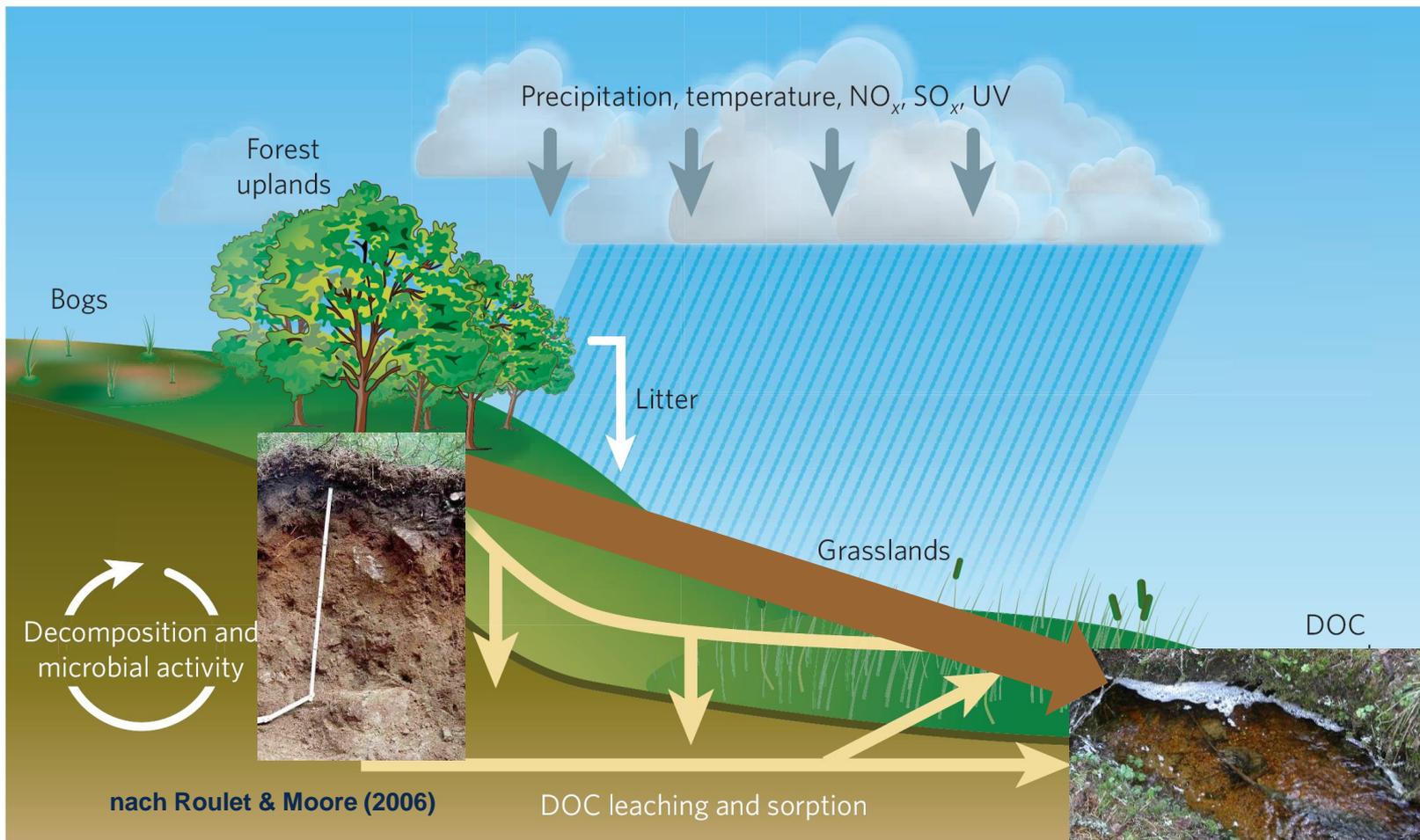
# DOC-Konzentration in Waldböden – Tiefengradient



Bodentiefe

**Abnahme der Färbung**  
**Abnahme der DOC-Konzentration**  
**Veränderung in der Zusammensetzung**

# Steuerungsfaktoren der DOM – Landschaftsskala



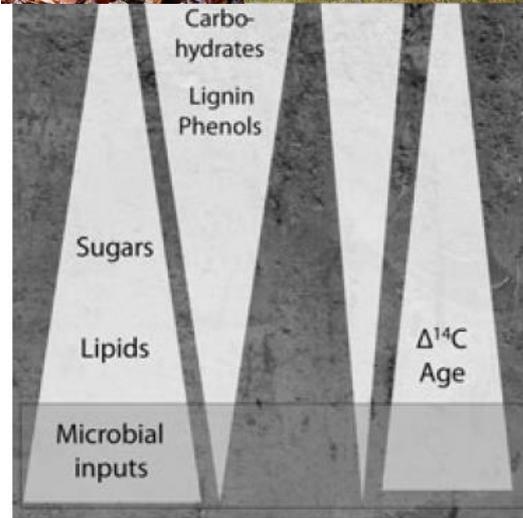
# Steuerungsfaktoren der DOM – Landschaftsskala



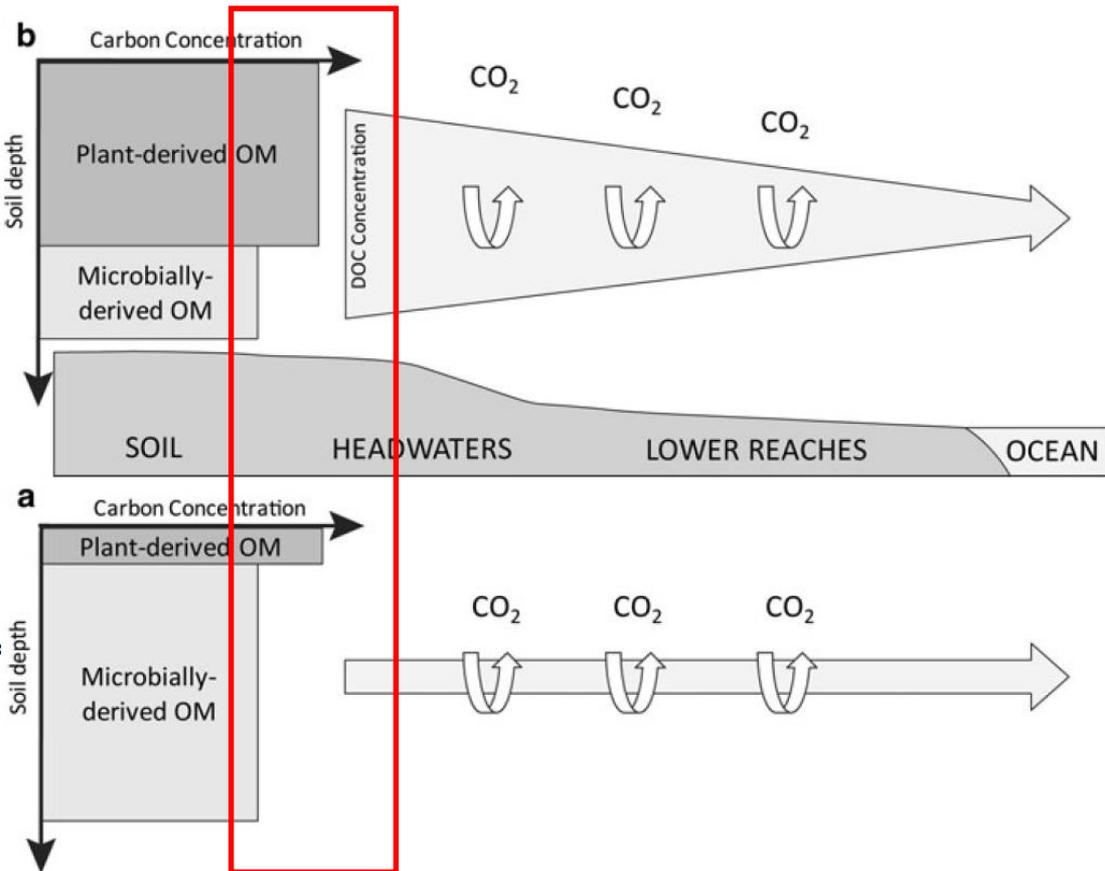
# Steuerungsfaktoren der DOM – Landschaftsskala



surface flow



base flow



nach Kaiser & Kalbitz (2012)

# Höhere Primärproduktion – mehr DOM aus dem Boden

Gebirgslagen: **Abnahme** der C-Vorräte in den Humusauflagen und Anstieg der C-Vorräte in den Waldböden in den letzten 15 Jahren



Abnahme C-Vorräte in Humusauflagen

- mikrobieller Abbau
- mikrobielle DOM-Produktion
- höhere Löslichkeit (pH ↑)
- Verlagerung

Erhöhung C-Vorräte im Mineralboden



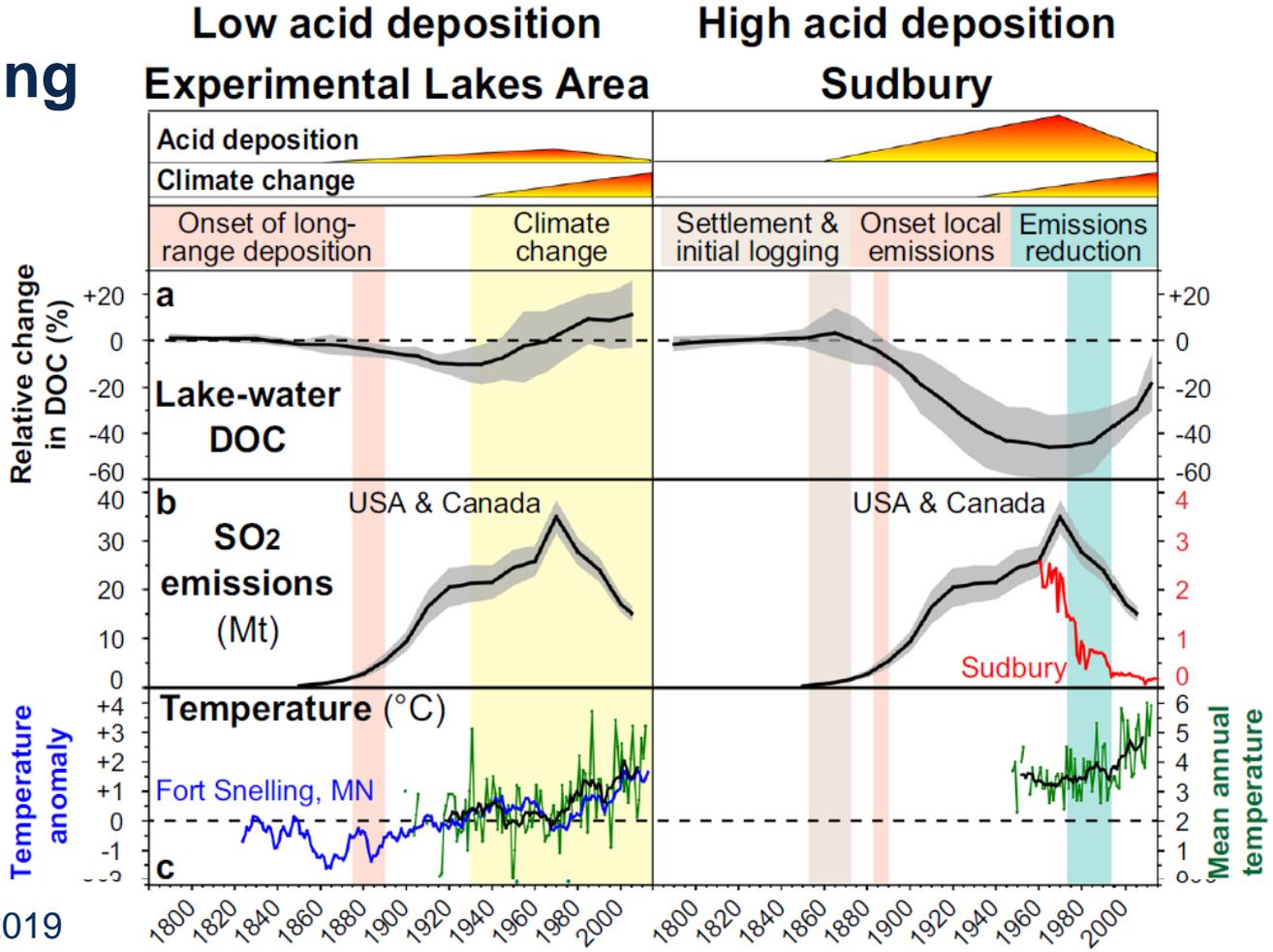
Anstieg DOC im Gewässer vor allem bei Starkniederschlägen

# (Weitere) Ursachen für steigende DOC-Konzentrationen

- Höhere Löslichkeit durch ansteigende pH-Werte und zurückgehende Ionenstärken (Erholung von der Versauerung)

# Steigende DOC-Konzentrationen – “Weg zu normalen Werten”?

= re-browning



# (Weitere) Ursachen für steigende DOC-Konzentrationen

- ❑ Höhere Löslichkeit durch ansteigende pH-Werte und zurückgehende Ionenstärken (Erholung von der Versauerung)
- ❑ Steigende Temperaturen, N und CO<sub>2</sub>-Konzentrationen – höherer Eintrag organischer Substanz („Greening“) sowie stärkerer Abbau
- ❑ Stärkere Niederschläge – höhere Frequenz von Starkregen
- ❑ Signifikante Erhöhung des Anteils an Feuchtgebieten im Einzugsgebiet – Renaturierung von Mooren
- ❑ Erhöhte Wasserstände und höherer Anteil von Flächen mit reduzierenden Bedingungen im Einzugsgebiet (pH-Effekt!)

# Bedingungen mit höchsten DOC-Austrägen aus Böden

- Hohe C-Vorräte (Humusauflage, Moore, Mineralböden)
- Hoher C-Umsatz
- Flachgründige Böden
- hohe Frequenz von Starkniederschlägen – Umgehen der Passage des Mineralbodens
- Hoher Anteil an Mooren + Moore die degradieren
- Reduzierende Bedingungen im Boden

Terrestrische „Welt“



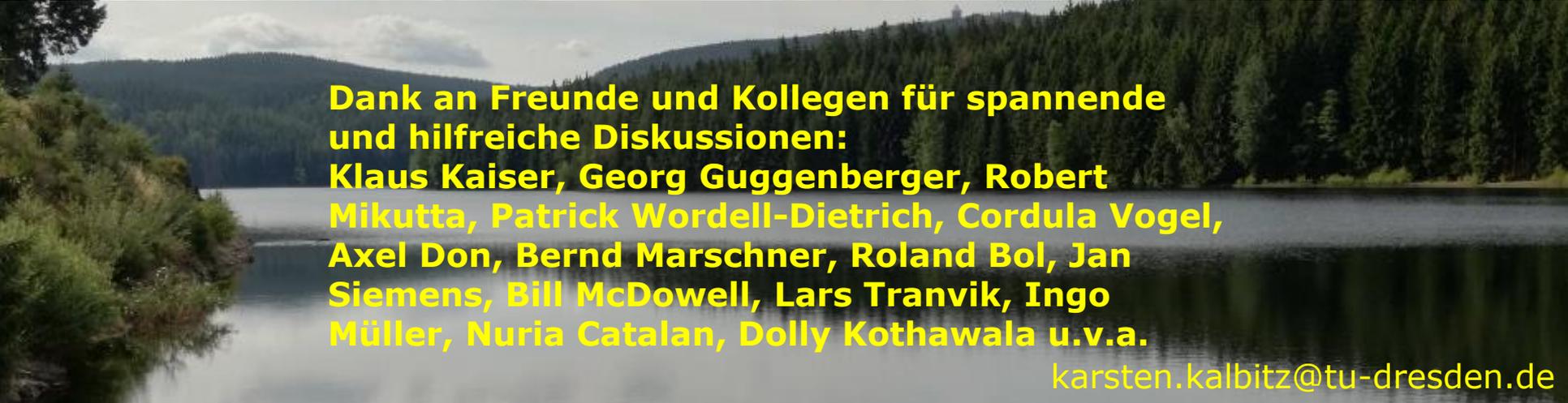
Kombinieren  
Experimentieren  
Auswerten

Aquatische „Welt“





**Vielen Dank für ihre  
Aufmerksamkeit!**



**Dank an Freunde und Kollegen für spannende  
und hilfreiche Diskussionen:  
Klaus Kaiser, Georg Guggenberger, Robert  
Mikutta, Patrick Wordell-Dietrich, Cordula Vogel,  
Axel Don, Bernd Marschner, Roland Bol, Jan  
Siemens, Bill McDowell, Lars Tranvik, Ingo  
Müller, Nuria Catalan, Dolly Kothawala u.v.a.**

[karsten.kalbitz@tu-dresden.de](mailto:karsten.kalbitz@tu-dresden.de)