

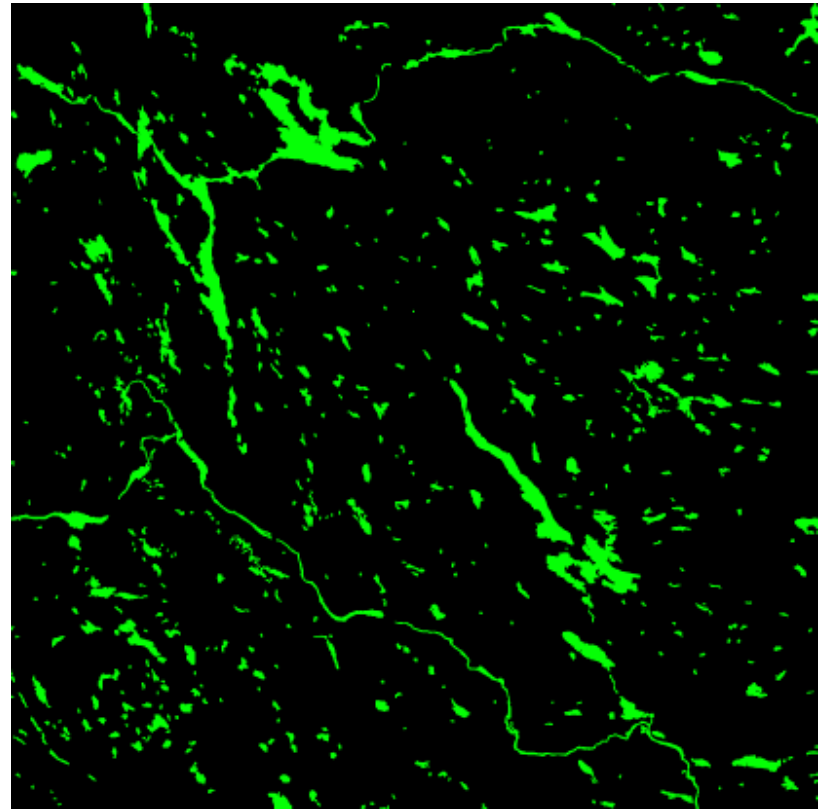
Sjöar och landskapets växthusgasbalans

Lars Tranvik, Uppsala Universitet, limnologi, inst f ekologi och genetik



Globalt: 117 miljoner sjöar >1 ha, täcker 4% av landytan

“Någonstans i Sverige”: 9% av ytan är sjöar och vattendrag, kontaktytan mellan land och vatten är enorm



- Organiskt kol från land dominerar i sjöarna
- Mikroorganismer i vattnet omvandlar det
- Det bildas dels en kolsänka i sedimenten, och dels CO_2 och CH_4 som avgår till atmosfären

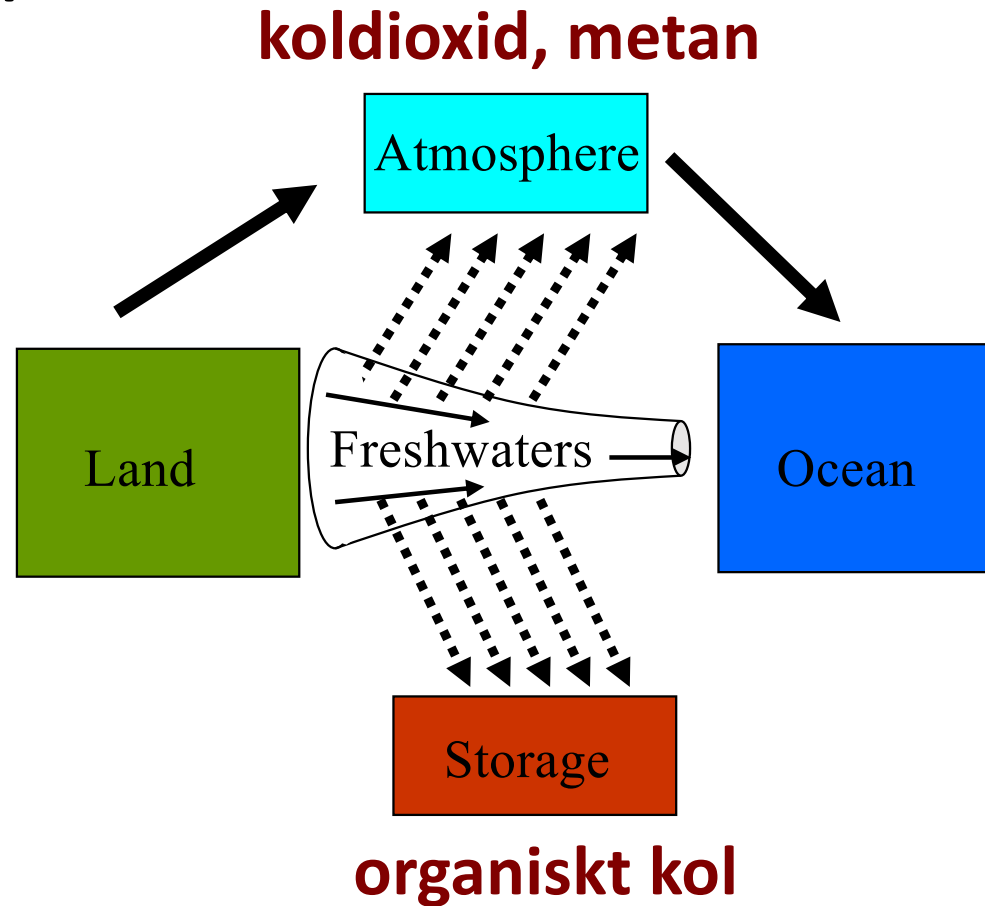


Photo L Tranvik



Photo S Löfgren

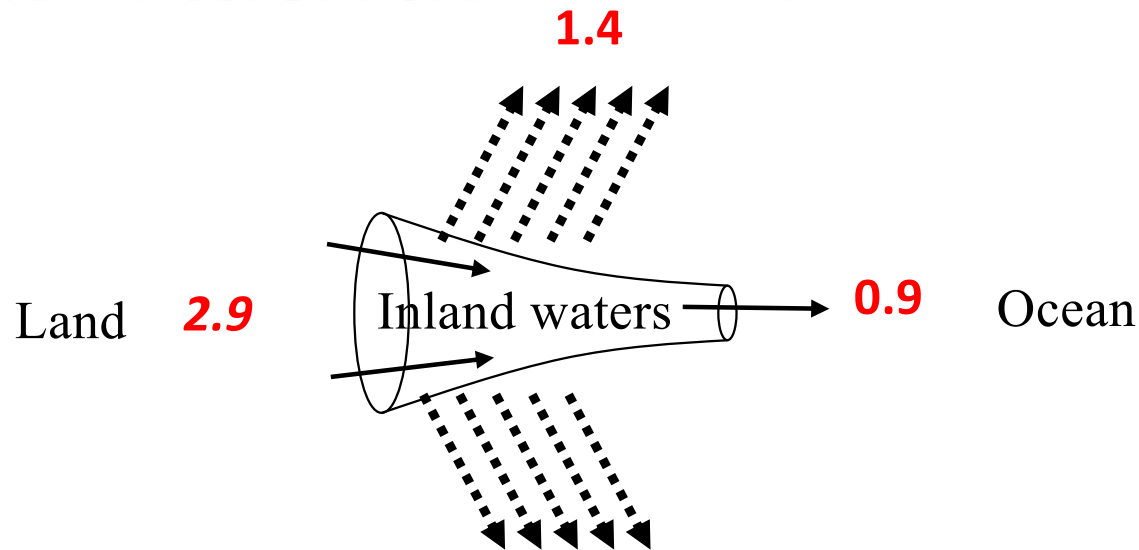
Kolets vägar



Cole et al. 2007, Ecosystems

Lakes and reservoirs as regulators of carbon cycling and climate

Lars J. Tranvik,^{a,*} John A. Downing,^b James B. Cotner,^c Steven A. Loiselle,^d Robert G. Striegl,^e Thomas J. Ballatore,^f Peter Dillon,^g Kerri Finlay,^h Kenneth Fortino,ⁱ Lesley B. Knoll,^j Pirkko L. Kortelainen,^k Tiit Kutser,^l Soren Larsen,^m Isabelle Laurion,ⁿ Dina M. Leech,^o S. Leigh McCallister,^p Diane M. McKnight,^q John M. Melack,^r Erin Overholt,^j Jason A. Porter,^s Yves Prairie,^t William H. Renwick,^u Fabio Roland,^v Bradford S. Sherman,^w David W. Schindler,^x Sebastian Sobek,^y Alain Tremblay,^z Michael J. Vanni,^j Antonie M. Verschoor,^{aa} Eddie von Wachenfeldt,^a and Gesa A. Weyhenmeyer^a



Gigatons per year

Terrestrial carbon inputs to inland waters

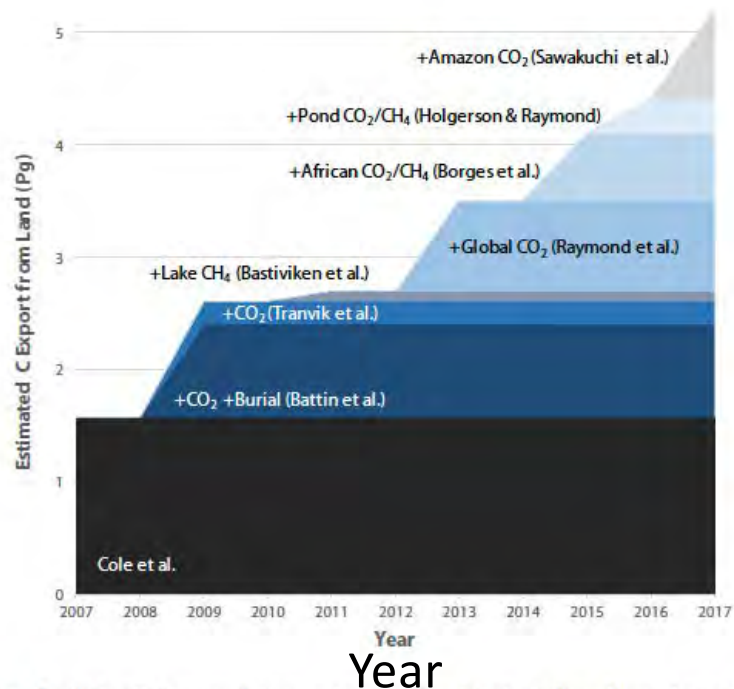


Fig. 1. Potential cumulative estimate for total C flux from terrestrial landscapes to inland waters, minus photosynthesis. Each step represents the year and quantity of C added by a given study. The 10-yr slope is $0.31 \text{ Pg C yr}^{-1}$. Figure references refer to those in Table 1.

Uppskattningarna av inlandsvattens utsläpp av växthusgaser bara växer och växer....

Drake et al. 2018, L&O Letters

Terrestrial carbon inputs to inland waters

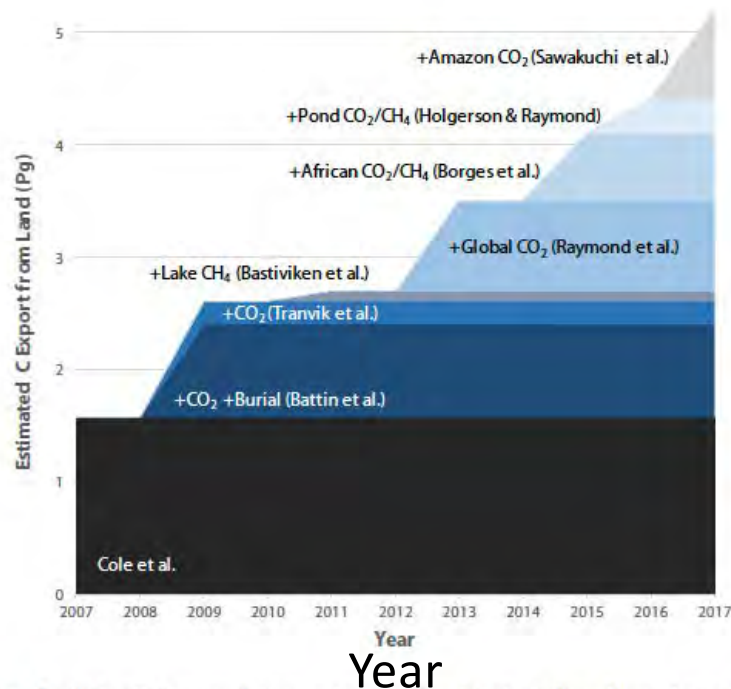


Fig. 1. Potential cumulative estimate for total C flux from terrestrial landscapes to inland waters, minus photosynthesis. Each step represents the year and quantity of C added by a given study. The 10-yr slope is $0.31 \text{ Pg C yr}^{-1}$. Figure references refer to those in Table 1.

Drake et al. 2018, L&O Letters

...kanske några av dem är överskattningar – men storleksordningen är som, t ex

- Den globala kolsänkan på land
- Den globala kolsänkan i oceanerna (“havsförsurningen”)

Fr o m 2014 (5th assessment report) finns detta med i IPCCs syntes av globala kolkretsloppet

European Green Deal: Europa ska vara koldioxidneutralt 2050

”Koldioxidneutralitet innebär att det finns balans mellan utsläppen av koldioxid och absorbering av koldioxid från atmosfären till **koldioxidsänkor**. ”

”**Koldioxidsänkor** är **varje system** som absorberar mer koldioxid än det släpper ut. ”

“varje system” är mer än “brukade system”

....**varje system** som släpper ut mer koldioxid än det absorberar bör då föjaktligen vara en **koldioxidkälla**



LULUCF = Land Use, Land Use Change, and Forestry

- Naturvårdsverket: "Kolförrådsförändringar beräknas för alla marktyper som anses vara brukade, dvs mänskligt påverkade"*
 1. **"brukad" synonymt med "mänskligt påverkad"..?**
 2. ... men, det vi måste ha koll på för att uppnå målen i t ex "Green Deal" är alla system, inte endast "brukade"
 3. Finns det relevanta "obrukade system", t ex sjöar, som är väsentligt "mänskligt påverkade"?

*<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-nettoutslassp-och-nettoupptag-fran-markanvandning/>

Sveriges totala rapporterade utsläpp, 2020: 6.5 Mt CO_{2eq}

Sector	Reported
Energy	31.8
Industrial processes and energy use	6.6
Agriculture	6.9
LULUCF	-39.8
Waste	1.1
Total, excl. LULUCF	46
Total, incl. LULUCF	6.5

LULUCF kompenserar för 86% av utsläppen!

Source:

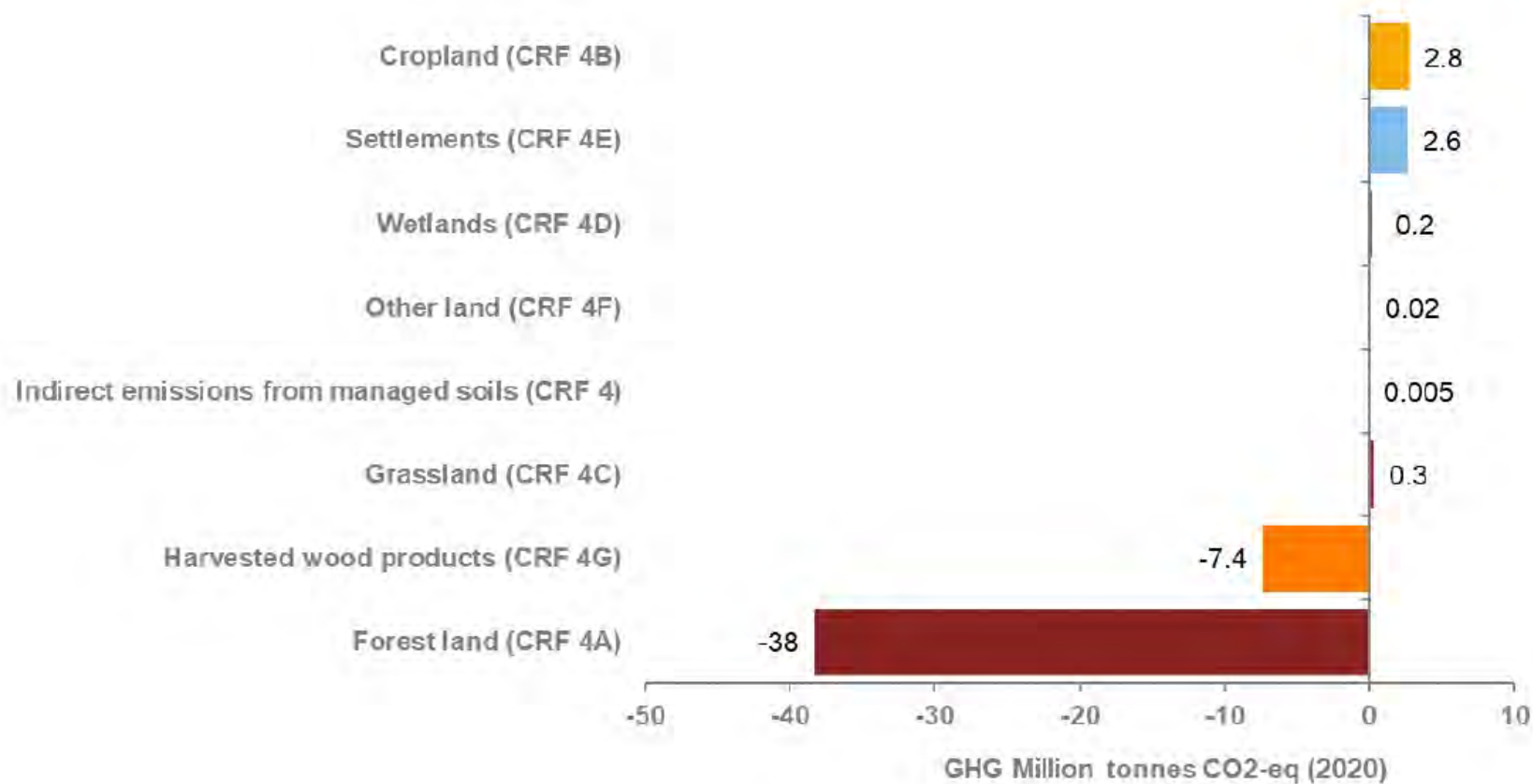


National Inventory Report
Sweden 2022

Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2020
Submitted under the United Nations Framework
Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol



LULUCF: en enorm kolsänka!



From:



National Inventory Report
Sweden 2022

Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2020
Submitted under the United Nations Framework
Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol



Inlandsvattnen och våtmarkerna anses inte ”brukade” och saknas i LULUCF – vilken skillnad skulle de göra?

Lindroth and Tranvik
Carbon Balance Manage (2021) 16:10
<https://doi.org/10.1186/s13021-021-00173-8>

Carbon Balance and Management

COMMENTARY

Open Access

Accounting for all territorial emissions and sinks is important for development of climate mitigation policies



Anders Lindroth^{1*} and Lars Tranvik²

Blöta ekosystem saknas i LULUCF

- Mires¹ (including bogs, fens, and marshes) emit 2.5 M ton CO_{2eq}
- Lakes² emit 8.3 Mton CO₂, plus 2.2 Mton CO_{2eq} as CH₄³
- Running waters⁴ emit 9.9 Mton CO₂, plus 0.5 Mton CO_{2eq} as CH₄⁴

De blöta ekosystemen emitterar 23.4 Mton CO_{2eq} per år

Lindroth och Tranvik, 2021

1. Kasimir-Klemedtsson et al. 2000. Rapport 5132. Swedish Environmental Protection Agency
2. Raymond et al. 2013. Nature
3. Bastviken et al. 2011. Science
4. Wallin et al. 2018. Limnol. Oceaogr. Letters

Om de blöta ekosystemen vore med i LULUCF skulle nästan **5x högre** utsläpp rapporteras till UNFCCC!

Sector	Reported	Corrected for wet ecosystems
Energy	31.8	31.8
Industrial processes and energy use	6.6	6.6
Agriculture	6.9	6.9
LULUCF	-39.8	-16.4
Waste	1.1	1.1
Total, excl. LULUCF	46	46
Total, incl. LULUCF	6.5	29.6

LULUCF kompenserar då 36% av utsläppen, inte 86%, som rapporterat

Exempel, mänsklig påverkan som **INTE** berörs i LULUCF:



1. Ökad plantering av gran i södra Sverige > brunare sjöar > högre emissioner av CO₂ and CH₄

LIMNOLOGY AND OCEANOGRAPHY
Letters

ASLO
Open Access

Limnology and Oceanography Letters 2, 2017, 105–112
© 2017 The Author. Limnology and Oceanography Letters published by Wiley Periodicals, Inc.
on behalf of Association for the Sciences of Limnology and Oceanography
doi: 10.1002/lol2.10041

LETTER

Centennial-long trends of lake browning show major effect of afforestation

Emma S. Kritzberg*

Department of Biology/Aquatic Ecology, Lund University, Lund, Sweden

L&O Letters 2017

Exempel, mänsklig påverkan som **INTE** berörs i LULUCF:



1. Ökad plantering av gran i södra Sverige > brunare sjöar > högre emissioner av CO₂ and CH₄

Skogsbruket har effekter nedströms - "bruk" som ger "mänsklig påverkan" som inte beaktas i LULUCF

LETTER

Centennial-long trends of lake browning show major effect of afforestation

*Emma S. Kritzberg**

Department of Biology/Aquatic Ecology, Lund University, Lund, Sweden

L&O Letters 2017

Exempel, mänsklig påverkan som **INTE** berörs i LULUCF:




2. Eutrofiering av sjöar > högre utsläpp av CH₄ - beräknas år 2100 kunna leda till utsläpp av CO_{2eq} motsvarande 18-33% av nuvarande fossila utsläpp

ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-09100-5>

OPEN

Eutrophication will increase methane emissions from lakes and impoundments during the 21st century

Jake J. Beaulieu ¹, Tonya DelSontro ^{2,4} & John A. Downing ³




Nature Communications 2019

Exempel, mänsklig påverkan som **INTE** berörs i LULUCF:

2. Eutrofiering av sjöar > högre utsläpp av CH₄ - beräknas år 2100 kunna leda till utsläpp av CO_{2eq} motsvarande 18-33% av nuvarande fossila utsläpp

Jordbruk har effekter nedströms - "bruk" som ger "mänsklig påverkan" som inte beaktas i LULUCF

Eutrophication will increase methane emissions from lakes and impoundments during the 21st century

Jake J. Beaulieu ¹, Tonya DelSontro ^{2,4} & John A. Downing ³

Nature Communications 2019

Exempel, mänsklig påverkan som **INTE** berörs i LULUCF:

3. Utsläpp från sjöar/våtmarker som bildas när permafrosten smälter

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0526-0>

nature
geoscience

Carbon release through abrupt permafrost thaw

Merritt R. Turetsky ^{1,2*}, Benjamin W. Abbott ³, Miriam C. Jones ⁴, Katey Walter Anthony ⁵,
David Olefeldt ⁶, Edward A. G. Schuur ⁷, Guido Grosse ^{8,9}, Peter Kuhry^{10,11}, Gustaf Hugelius ^{10,11},
Charles Koven ¹², David M. Lawrence ¹³, Carolyn Gibson¹, A. Britta K. Sannel ^{10,11} and
A. David McGuire ¹⁴

Nature Geoscience 2020

Exempel, mänsklig påverkan som **INTE berörs i LULUCF:**

3. Utsläpp från sjöar/våtmarker som bildas när permafrosten smälter

**Mänsklig påverkan på avlägsna ekosystem som
”inte är brukade”**

Carbon release through abrupt permafrost thaw

Merritt R. Turetsky ^{1,2*}, Benjamin W. Abbott ³, Miriam C. Jones ⁴, Katey Walter Anthony ⁵,
David Olefeldt ⁶, Edward A. G. Schuur ⁷, Guido Grosse ^{8,9}, Peter Kuhry^{10,11}, Gustaf Hugelius ^{10,11},
Charles Koven ¹², David M. Lawrence ¹³, Carolyn Gibson¹, A. Britta K. Sannel ^{10,11} and
A. David McGuire ¹⁴

Nature Geoscience 2020

Take home message:

LULUCF:

- **ger inte heltäckande bild av landskapets kolbalans**
- **...eller av mänsklig påverkan på kolbalansen**



UPPSALA
UNIVERSITET

Förslag (från Lindroth och Tranvik 2021):

- **Inrätta program för att kvantifiera den totala nationella koldioxidbalansen, inklusive osäkerheter**
- **Verka internationellt för mer fullständig rapportering till klimatkonventionen**



UPPSALA
UNIVERSITET