

# Ökologischer Fussabdruck mit Themenschwerpunkt Digitalisierung

Christoph Meili, Niels Jungbluth  
[ESU-services GmbH](#), Schaffhausen



Lehrer-Workshop Kantonsschule Büelrain

25.05.2021





# Luft, Wasser & Nahrung



# Speicher & Regulierung




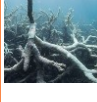





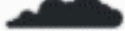



# Vielfalt & Stabilität





# Folgen des Klimawandels

	Geschehen	Sicheres Limit	Kipppunkt	Albtraum
Globale Erwärmung	+0.8° C	+1.5° C	+3-4° C	+5-6° C
Überschwemmte Städte (um 2100)			 New York	 Bangkok
Ozeanversauerung	30% saurer	 Wachstumsstopp	 Korallen tot	150% saurer
Hitze	Mehr  Hitzewellen		Italien, Spanien, etc. = Wüste	?
Mais- & Weizenernte		 -10%	 -30-40%	?
% mehr Starkregen über Land		 7%	 20-26%	 35-42%
Spezies vom Aussterben bedroht			 40%	?

Quelle: <http://www.informationisbeautiful.net/visualizations/how-many-gigatons-of-co2/>, Feb 2017



# Folgen des Klimawandels, Teil 2

## Heisses Wetter macht uns arm

Eine neue Studie zeigt eine unterschätzte Folge des Klimawandels auf: Die Produktivität sinkt.

**1. Temperatur und Wirtschaft**  
Wie heiss oder kalt es in einem Land ist, spielt nicht bloss eine Rolle für den Tourismus – es ist vielmehr für die gesamte Wirtschaftsproduktivität ein Faktor. Das zeigt die amerikanische Stanford-Universität in einer Studie. **Die Forscher werteten Wirtschaftsdaten von 166 Ländern für den Zeitraum von 1960 bis 2010 aus** und verglichen sie mit den jährlichen Durchschnittstemperaturen.

**2. Kühle macht produktiv**  
Das Resultat der Studie erklärt, warum die reichsten Länder der Welt vor allem auf der Nordhalbkugel des Globus liegen: **In kühleren Ländern ist die Wirtschaft produktiver.** Nicht

**3. Heisseres Wetter bremst**  
Das heisst, unter dieser 13-Grad-Schwelle steigt die Produktivität zwar mit der Temperatur an: Schliesslich ist es angenehmer zu arbeiten, wenn man nicht dauernd friert.



Unser Land liegt im Landeschnitt mit etwa zehn Grad unter der magischen Grenze. Aber die sehr unterschiedliche Topografie sorgt dafür, **dass die idealtypen Gebiete genau in den Wirtschaftszentren liegen.**

**5. Klimawandel macht uns arm**  
Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die **zu erwartende weltweite Klimaerwärmung viel teurer** wird als angenommen. In den kommenden Jahrzehnten mag die Produktivität weltweit sogar noch steigen. Doch

Herausgeber: Chef der Armee

Nr. 2/2016  
Beilage zur ASMZ 12/16 und RMS 6/16

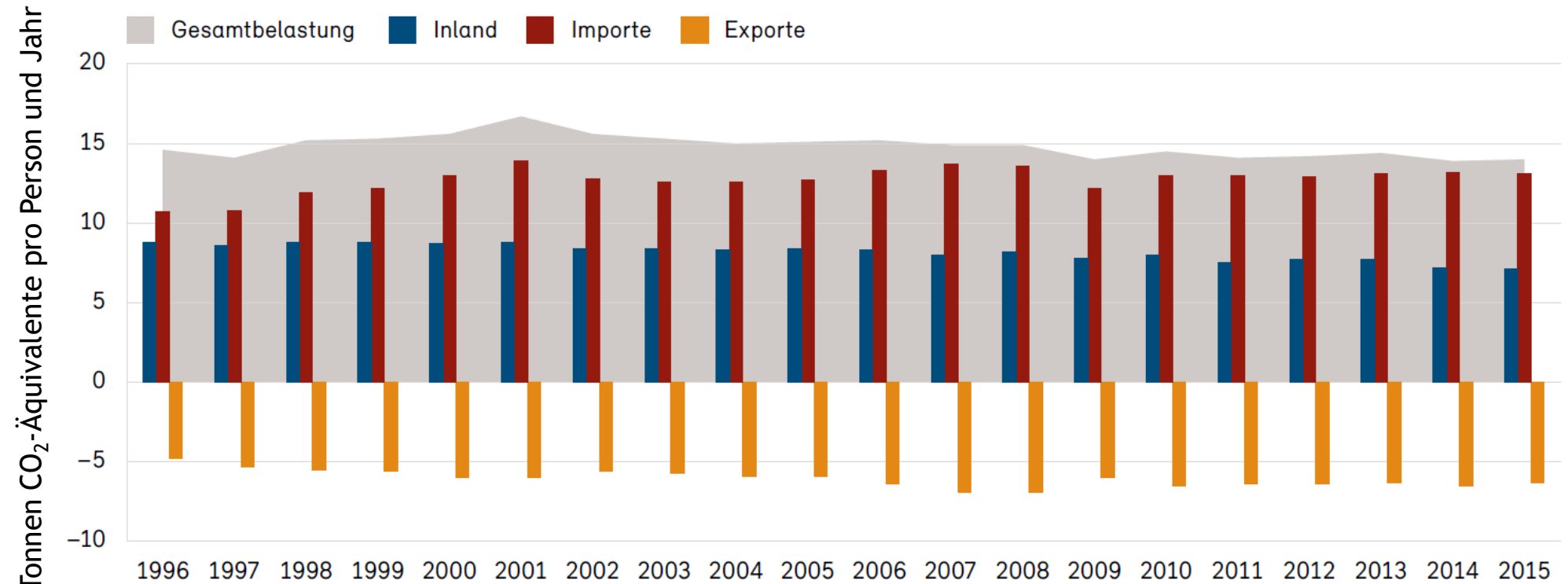
## Military Power Revue

der Schweizer Armee  
de l'Armée suisse  
of the Swiss Armed Forces



- Klimateffekte beschleunigen indirekt Krisen und Migration.
- Sie beeinflussen auf lange Sicht die Versorgungssicherheit der Schweiz direkt.
- Klimafreundliche Technologien und Verhaltensweisen reduzieren Bedrohungen.

## Konsum-Sicht: Treibhausgas-Fussabdruck pro Person und Jahr



Quelle: BAFU 2018 - Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz

➤ Der Schweizer Konsumfussabdruck ist höher als der Produktionsfussabdruck!

## Welcher Schritt schützt unser Klima am meisten?

Durchschnittlicher Konsum Schweiz: **14t CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr**

Um 1.5 C Erwärmung nicht zu stark zu überschreiten:

**Schnellstmöglich runter auf 0 t CO<sub>2</sub>-eq pro Person und Jahr**

**-1.5t**

20km  
Arbeitsweg im  
Zug anstatt  
im Auto

**-0.5t**

Pflanzen-  
basiert essen  
mit 300g  
statt 1kg  
Fleisch pro  
Woche

**-1.0t**

Weniger kaufen  
für Haushalt und  
Hobbies (CHF  
330 statt 1000  
pro Monat)

**-1.7t**

Ferien in der  
Nähe geniessen  
mit maximal 2  
statt 11  
Stunden Flug  
pro Jahr.

**-1.0t**

Von Ölheizung auf  
Wärmepumpe  
umstellen (pro  
Person in 2-  
Personen-  
Haushalt)

➤ Diese Schritte schützen das Klima am meisten!

## Zwischenfazit

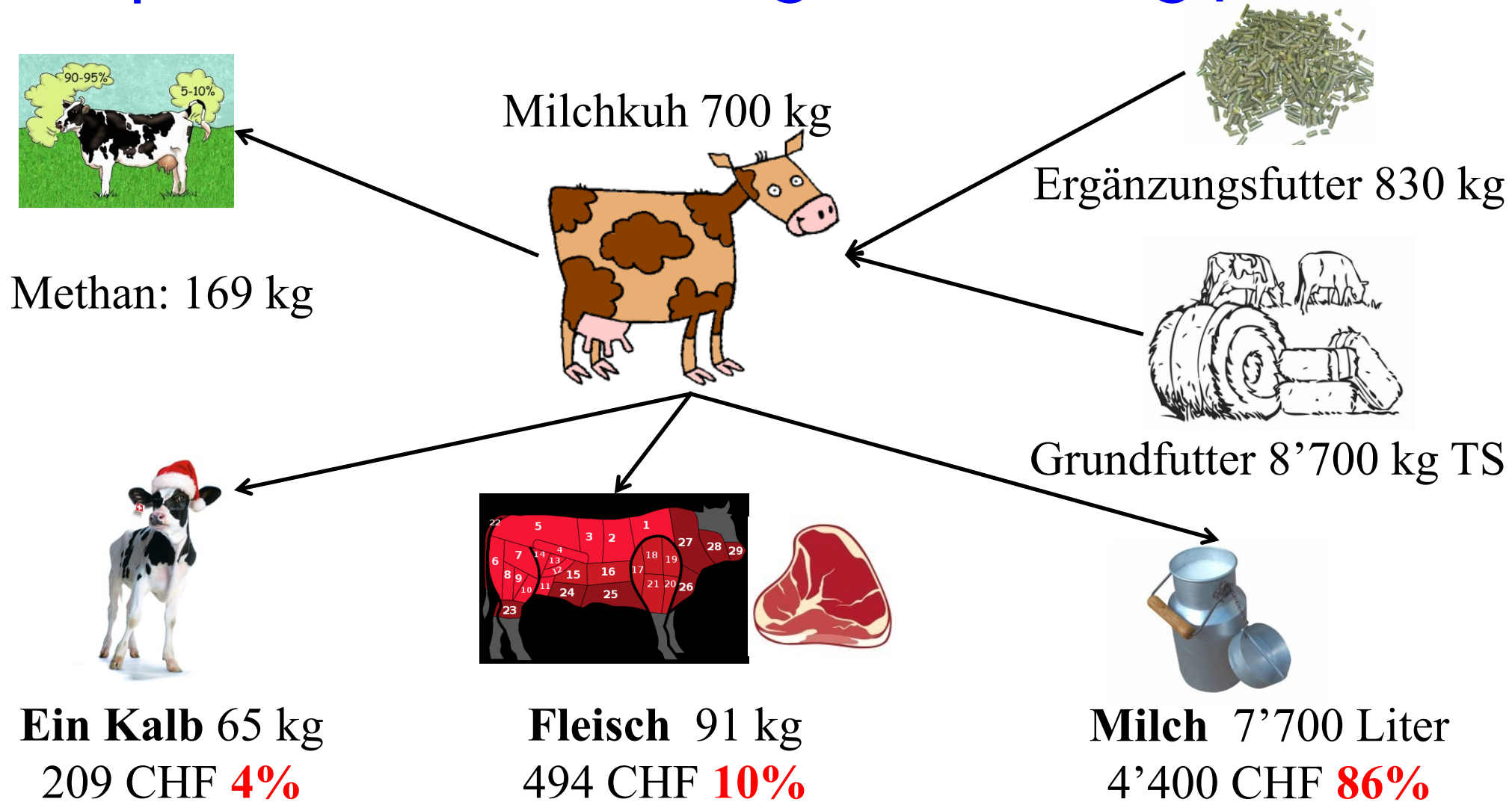
- Natur = Lebensgrundlage = schützenswert
- Klimaerhitzung = grosse Bedrohung
- Unser Konsum ist Teil des Problems und Teil der Lösung

# Ökobilanz: Was ist das?



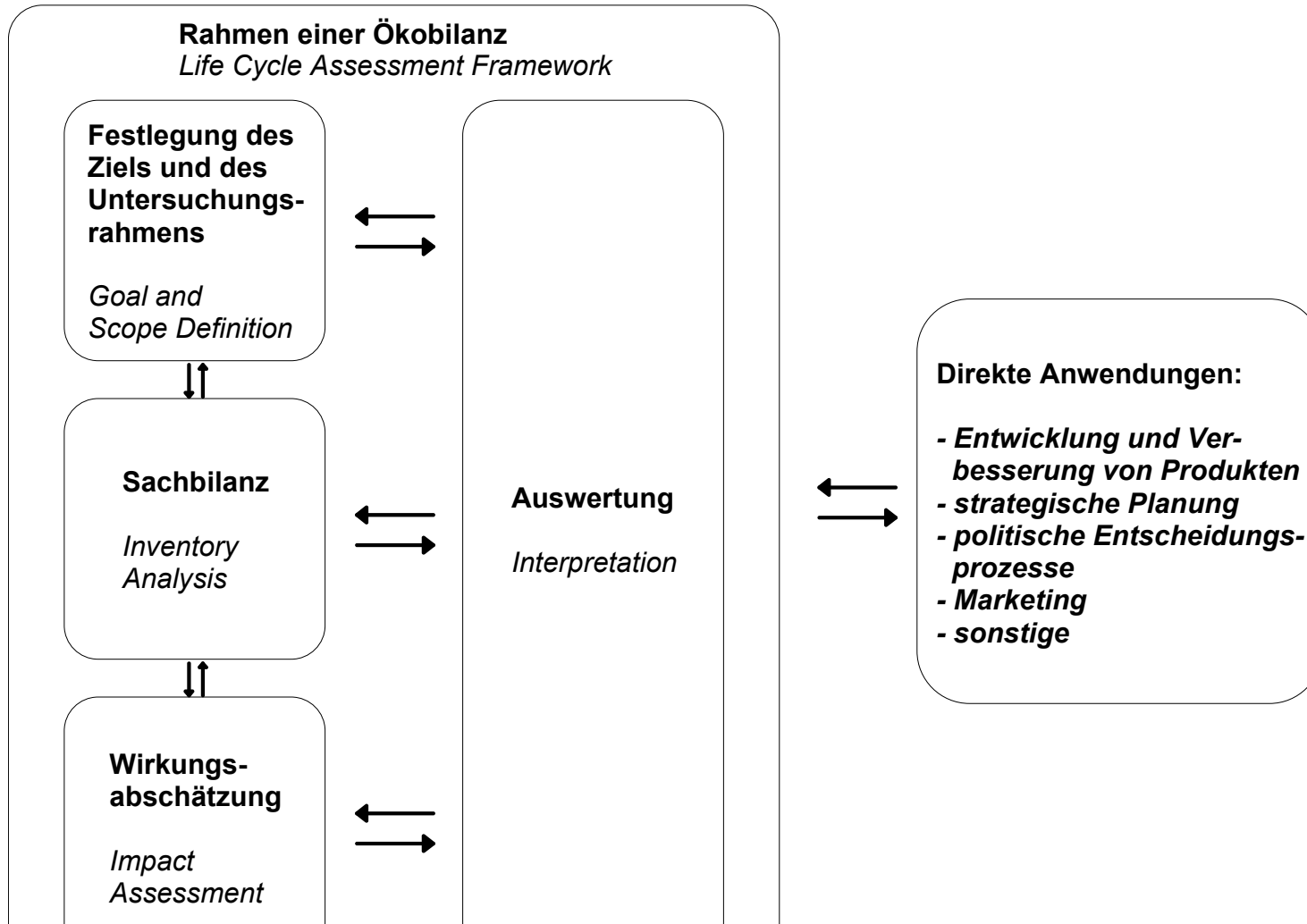
➤ Hinter dem Konsum von einem Liter Milch steht ein Produktsystem

# Beispiel: Datensammlung Kuhhaltung pro Jahr



➤ Datensammlung und Rahmenbedingungen beeinflussen die Resultate

# LCA in der ISO-14040 Norm



➤ Alle Teilschritte haben einen Einfluss auf das Ergebnis

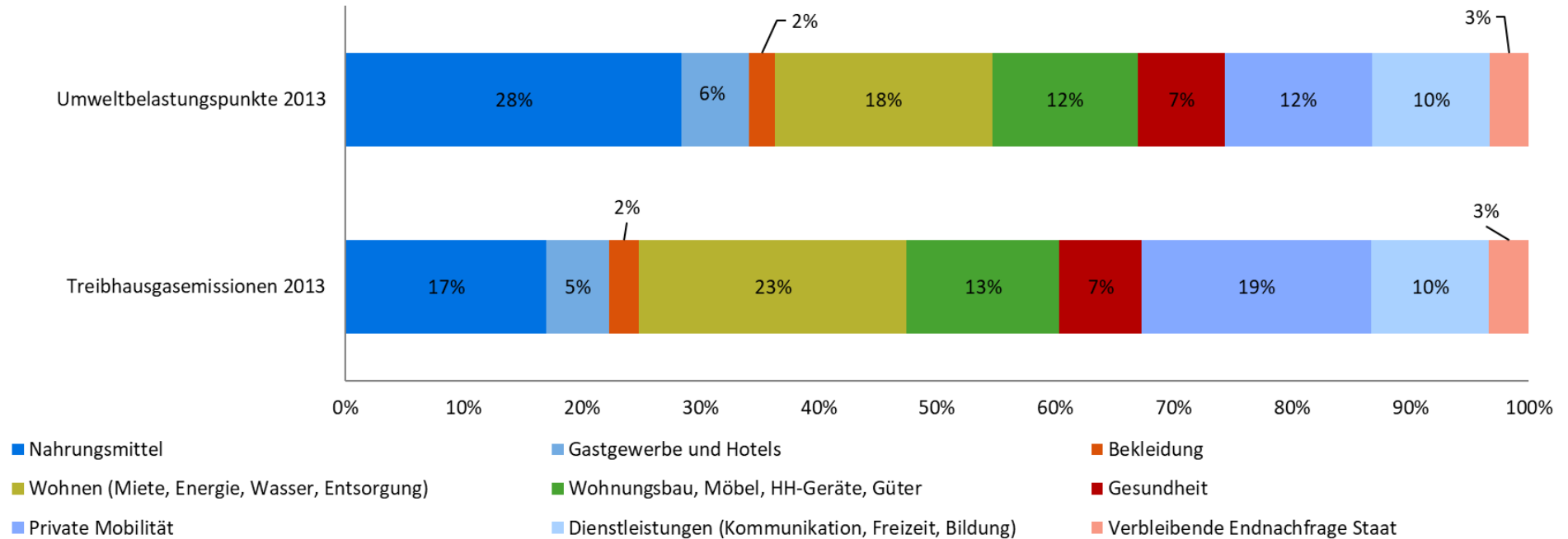
# Bewertung von Umweltbelastungen

Umweltbelastung	Indikator:	Eine Belastung				Verschiedene Belastungen		
		Primär-energiebedarf	Öko-Rucksack	Water Footprint	CO <sub>2</sub> -Fussabdruck	Ökologischer Fussabdruck	Umweltbelastungspunkte 13	ILCD
Ressourcen	Energie, nicht erneuerbar	√	√	∅	∅	∅	√	√
	Energie, erneuerbar	√	√	∅	∅	∅	√	√
	Erze und Mineralien	∅	√	∅	∅	∅	√	√
	Wasser	∅	√	√	∅	∅	√	√
	Biomasse	∅	√	∅	∅	∅	∅	∅
	Landnutzung	∅	∅	∅	∅	√	√	√
	Landumwandlung	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Emissionen	Nur CO <sub>2</sub>	∅	∅	∅	∅	√	∅	∅
	Treibhausgase inkl. CO <sub>2</sub>	∅	∅	∅	√	∅	√	√
	Ozonabbau	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Gesundheitsschäden	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Staub	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Sommersmog	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Giftigkeit für Tiere und Pflanzen	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Versauerung	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Überdüngung	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Geruch	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Lärm	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅
	Radioaktivität	∅	∅	∅	∅	∅	√	√
	Hormone	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅
anderes	Unfälle	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Abfälle	∅	∅	∅	∅	∅	√	∅
	Littering	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
	Versalzung	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅

- Viele Bewertungsmethoden berücksichtigen nur eine Umweltbelastung
- In CH werden UBP zur politischen Gewichtung von Umweltbelastungen verwendet

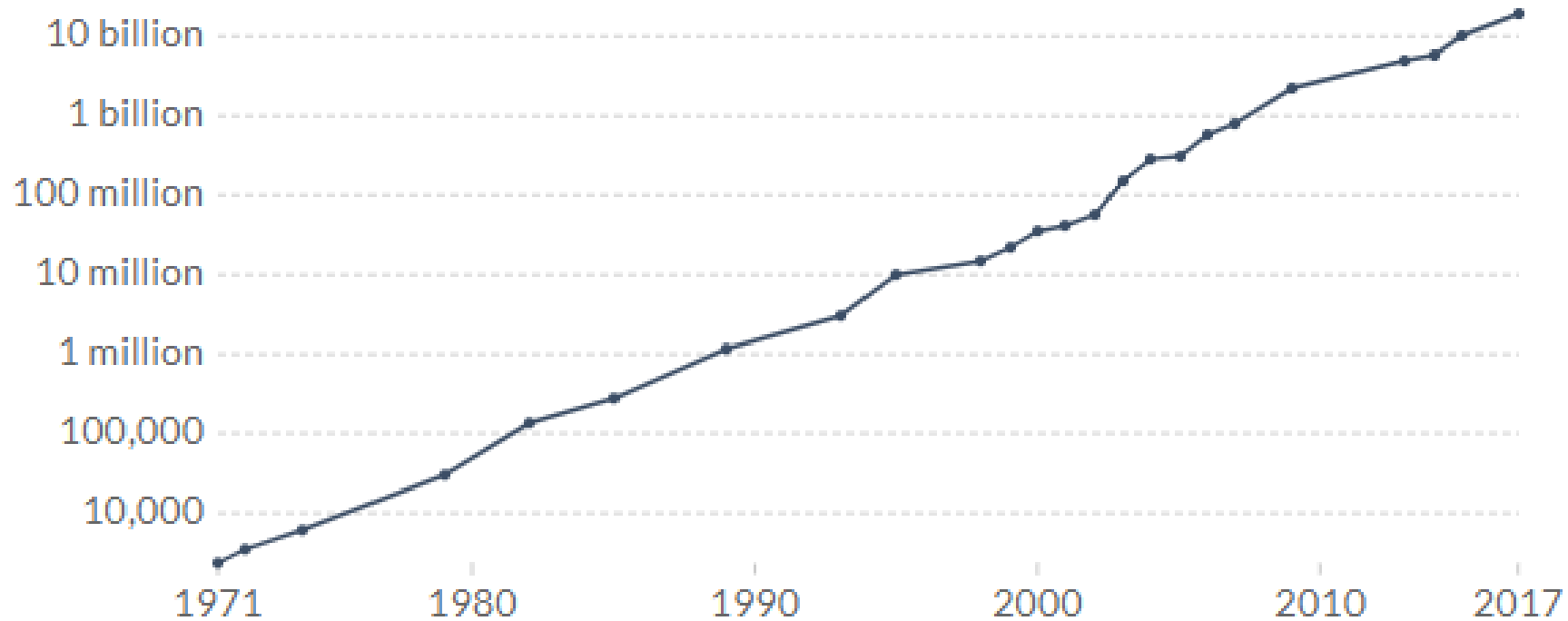


# Anteile verschiedener Themen an der Umweltbelastung des CH-Gesamtkonsums



- Ernährung am wichtigsten in Gesamtumweltbelastungen
- Mit Fokus auf das Klima sind Wohnen und Mobilität wichtiger

# Technologischer Fortschritt



Source: Karl Rupp. 40 Years of Microprocessor Trend Data.

Our World in Data 2020:  
<https://ourworldindata.org/grapher/transistors-per-microprocessor>

CC BY

- Moore's Law: Die Anzahl Transistoren in einem Mikrochip verdoppelt sich relativ zuverlässig alle zwei Jahre

# Effizienz der Berechnungen

## Rechenoperationen pro Kilowattstunde

Die Energieeffizienz von Prozessoren verdoppelt sich alle 1,57 Jahre seit 1946 (Kooomey's Law).

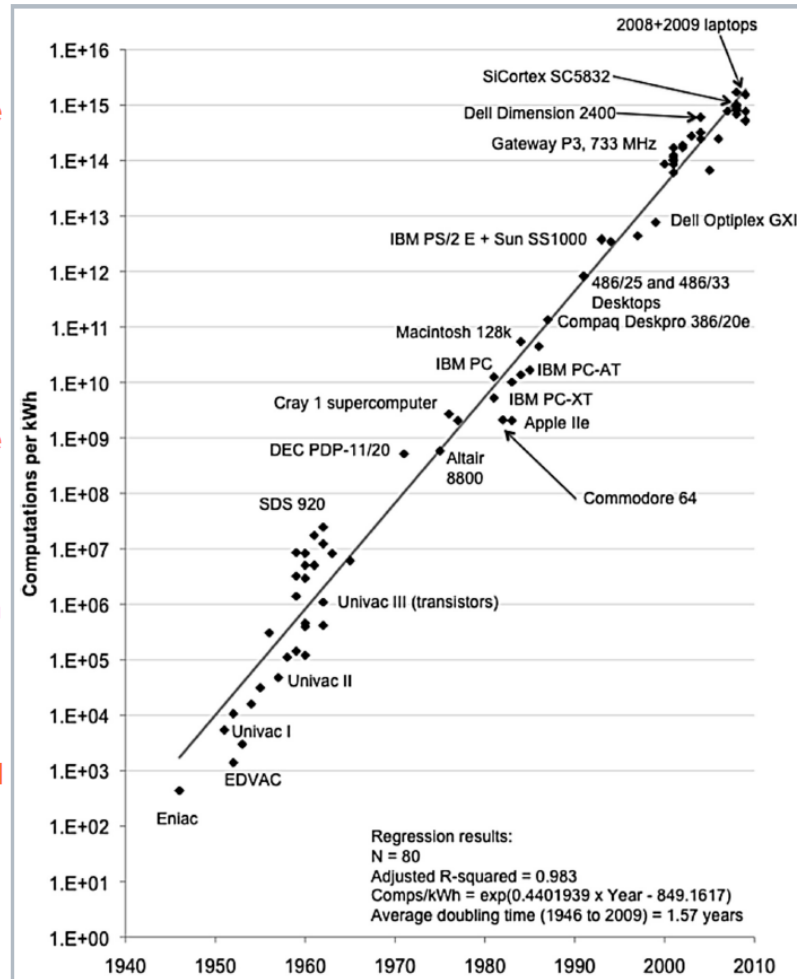
Billiarde

Billion

Milliarde

Million

Tausend



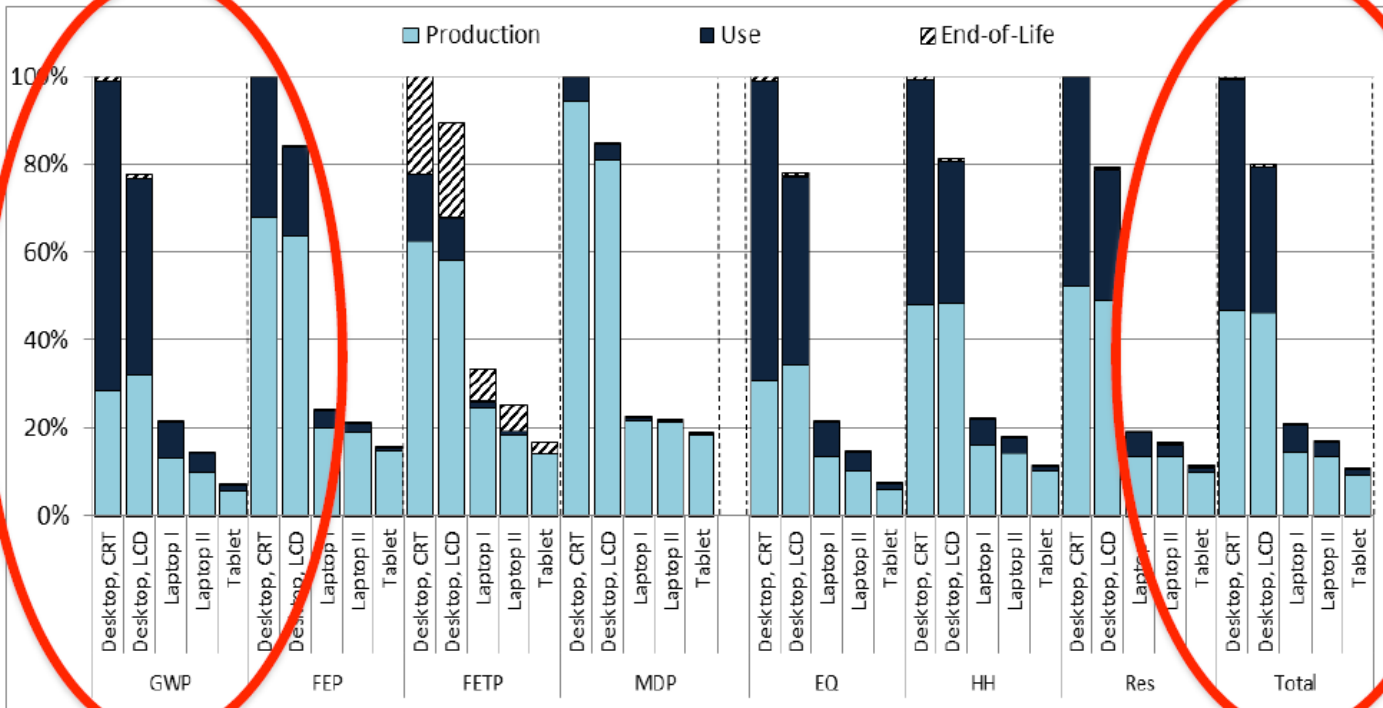
Quelle: Koomey et al. (2011)

12

Lorenz Hilty: IKT und Nachhaltigkeit: BAKOM-Workshop, Bern, 19.02.2015

## Ergebnisse einer Ökobilanz (LCA) für verbreitete IKT-Endgeräte: stationäre PCs, Laptops, Tablets (bezogen auf 1 h Nutzung)

Beispiel: Global Warming Potential

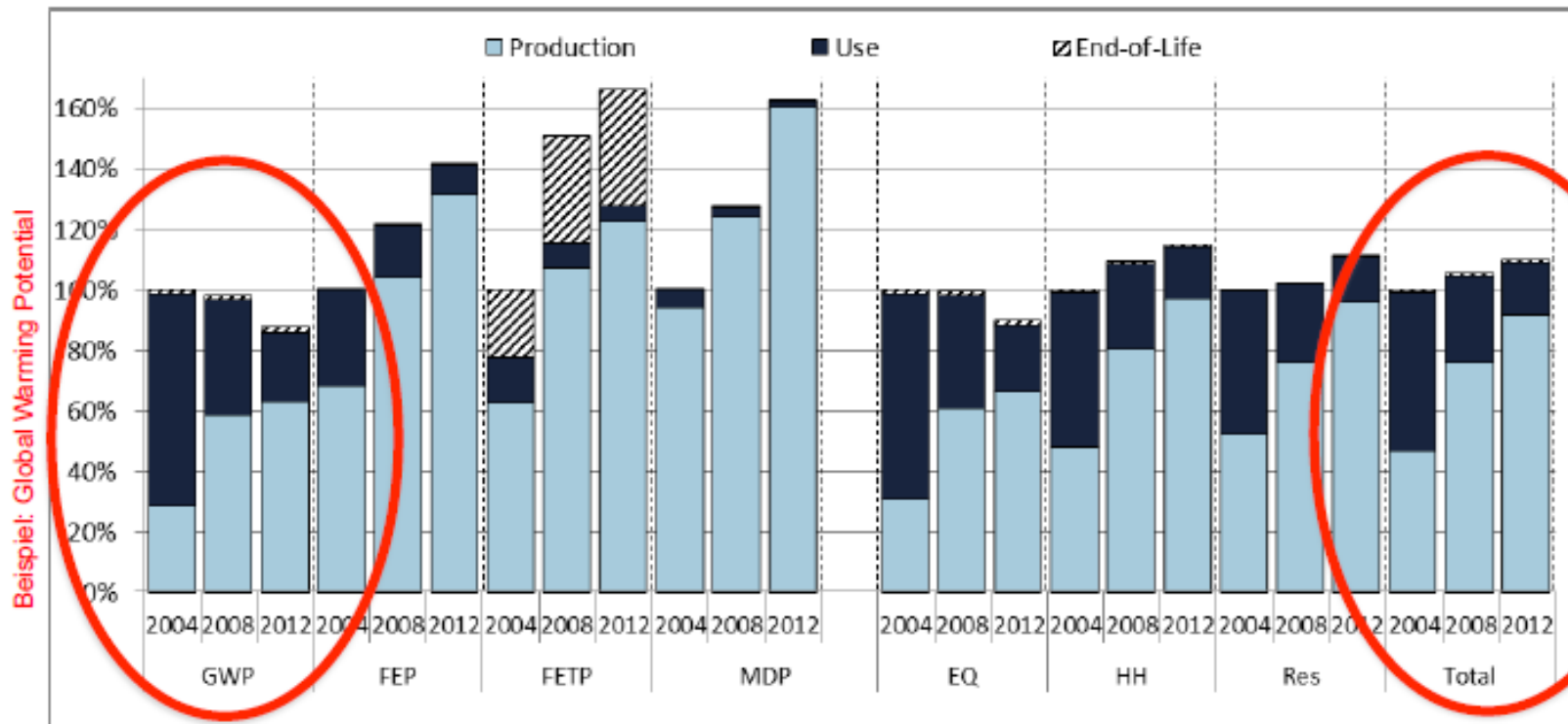


Environmental impacts of 1 hour of use of the computer systems described in Table 1 (relative to the impact of the desktop computer with a CRT Screen, which is set at 100%). The midpoint impact categories global warming potential (GWP), freshwater eutrophication potential (FEP), freshwater ecotoxicity potential (FETP), and metal resource depletion (MDP), and the endpoint damage categories ecosystem diversity (EQ), human health (HH), and resource availability (Res) are shown as well as their weighted total.

Quelle: Hischier & Wäger 2015

Lorenz Hilty: IKT und Nachhaltigkeit. BAKOM-Workshop, Bern, 19.02.2015

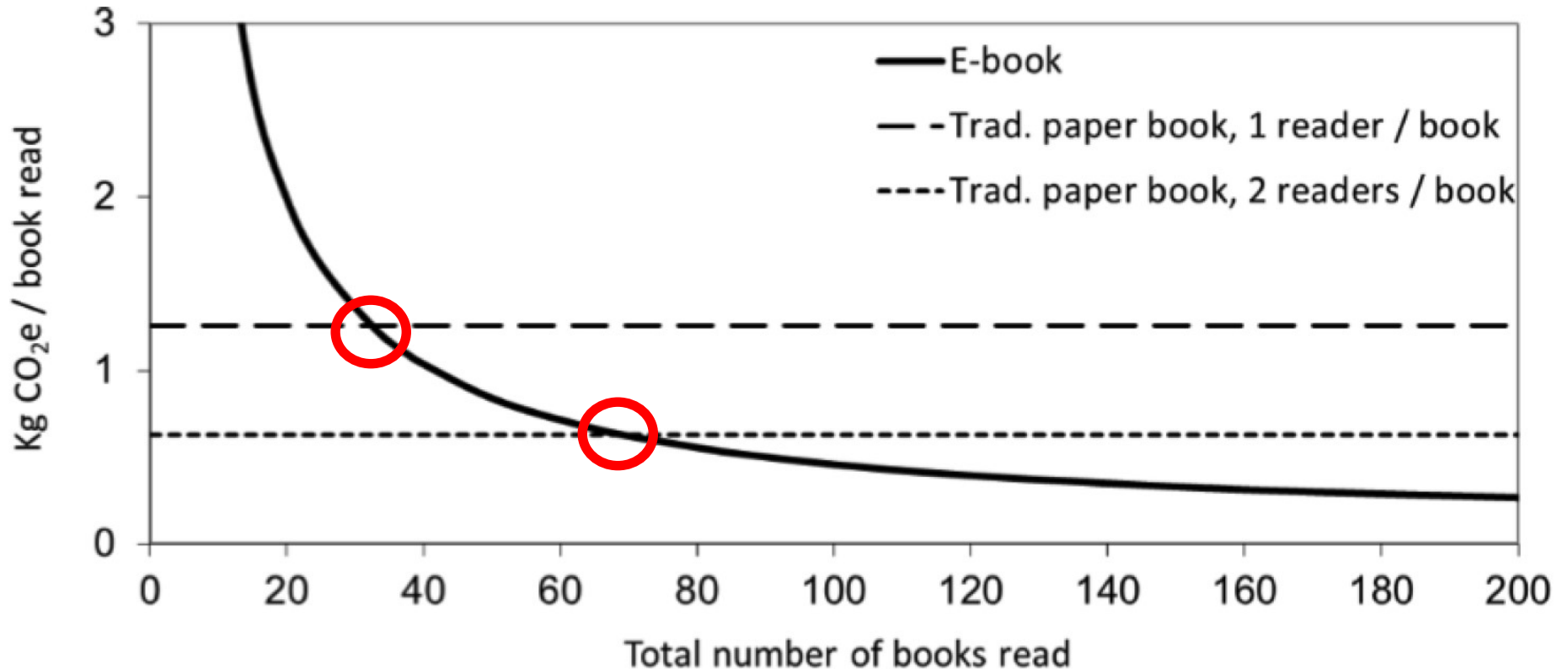
## Ökobilanz für einen durchschnittlichen Gerätemix eines CH Privathaushalts in verschiedenen Jahren (bezogen auf 1 Tag Nutzung)



Environmental impacts of one day of use of ICT devices (desktop, laptop, and tablet computer, respectively) in a "model family" in 2004, 2008, and 2012 (relative to impact for 2004, which is set at 100%).

- Durch intelligentes Konsumverhalten kann Einfluss reduziert werden:
  1. Hardwarefluss verlangsamen (Obsoleszenz vermeiden)
  2. Energiefluss reduzieren (sparsame Geräte, bei Nichtgebrauch ausschalten)

# Wann lohnt sich Anschaffung eines E-Readers?



- Die Herstellung eines E-readers entspricht derjenigen von 30-40 Büchern à 350 A5 Seiten
- Der Stromverbrauch der E-Reader während der Nutzung ist sehr gering
- Je länger Bücher und/oder E-Reader verwendet werden, desto besser

# Diskussion

Welche Kriterien sollten bei der Anschaffung eines neuen Geräts berücksichtigt werden?

- Benötige ich überhaupt eines? / Was erreiche ich damit besser/effizienter?
- Nutzerfreundlichkeit = Habe ich lange Freude daran?
- Langlebigkeit: Softwareupdates, robuste Bauweise, Garantieleistungen, Reparierbarkeit
- Energieeffizienz (Stromverbrauch im Betrieb)
- Produktökobilanz (selten vorhanden/intransparent)

# Pause

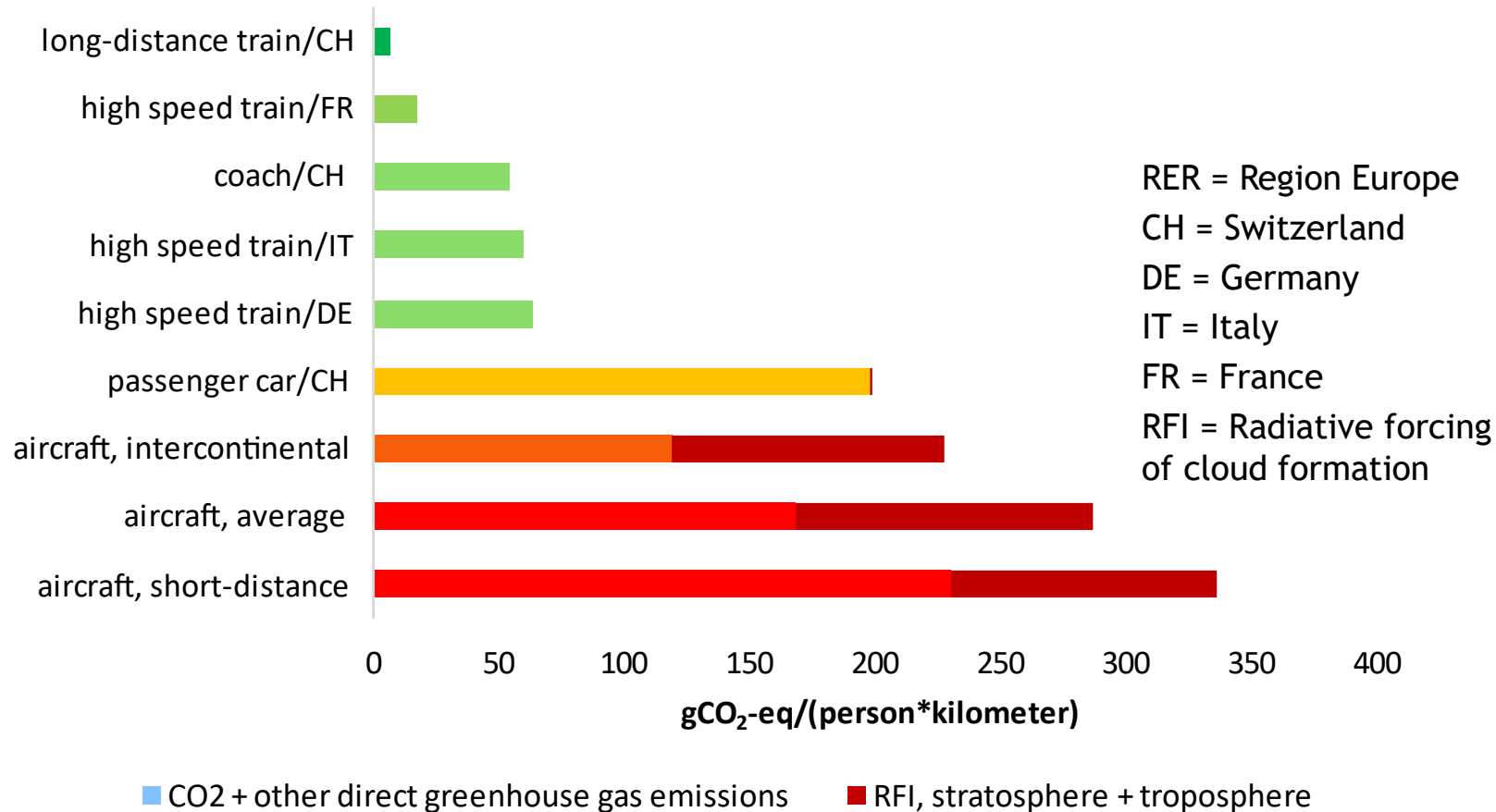


# Digitalisierung: E-Waste und Stromverbrauch



- Technische Lösungen: Recycling und erneuerbare Energieträger
- Konsum: Weniger ist meist besser

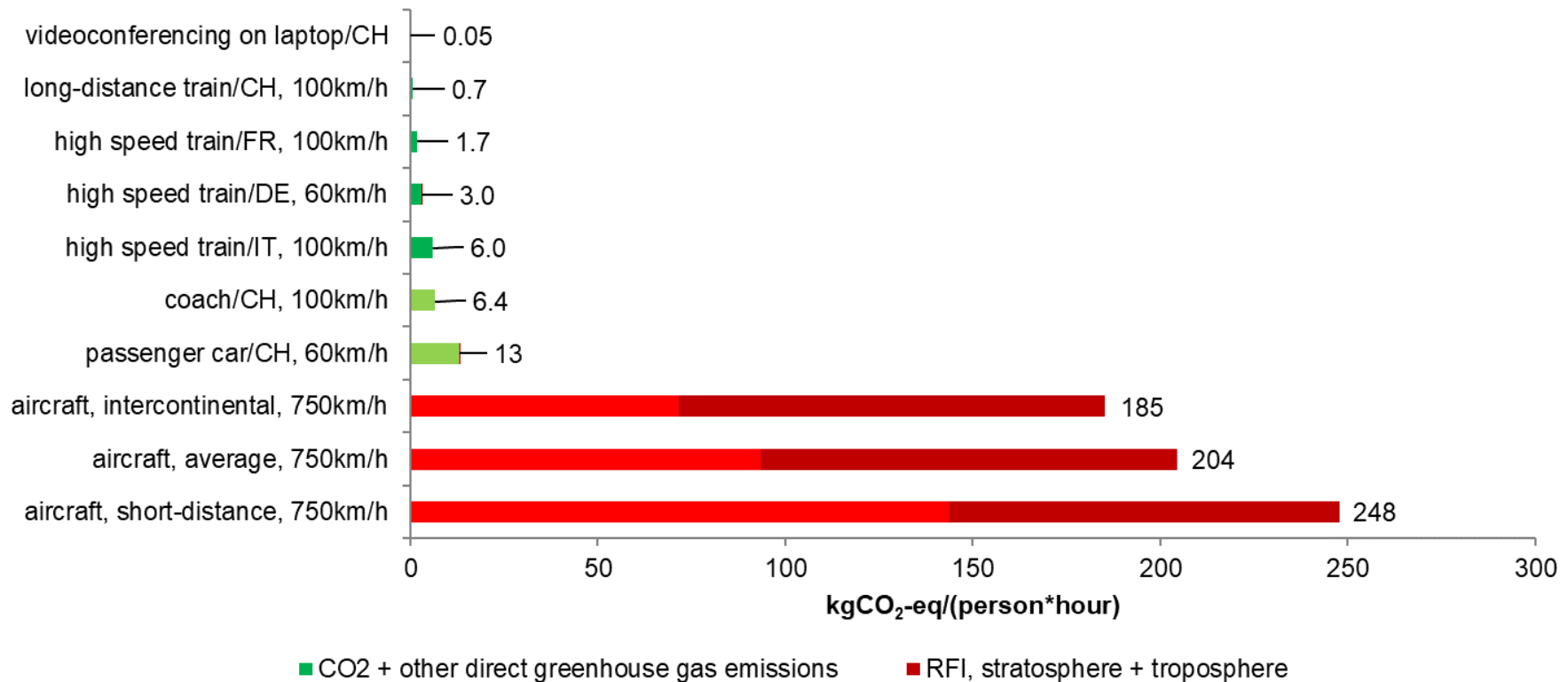
# Klimaänderungspotenzial pro Person und Kilometer



Jungbluth N. and Meili C. (2018) [Recommendations for calculation of the global warming potential of aviation including the radiative forcing index](http://esu-services.ch/data/database), with LCI-Data from ESU-database 2021 <http://esu-services.ch/data/database>

➤ Der jährliche Gesamtkonsum einer Person in der Schweiz entspricht einer Flugdistanz von ~60'000km in der Economy class oder 20'000km in der First class.

# Klimaänderungspotenzial, pro Person und Stunde



Jungbluth N. and Meili C. (2018) [Recommendations for calculation of the global warming potential of aviation including the radiative forcing index](http://esu-services.ch/data/database), with LCI-Data from ESU-database 2021 <http://esu-services.ch/data/database>

- Die Flugreise ist die klimaschädlichste Tätigkeit die eine Einzelperson unter normalen Umständen regelmässig ausführen kann.

# Beispiel 1: Videokonferenz

Vorlesung in Stockholm, von Zürich aus gehalten, 4 Lektionen

Distanz: 1488 km

## Flug Zürich-Stockholm und zurück

Berechnet mit carbonbalanced.org:

**580 kg CO<sub>2</sub>** (1 Person)



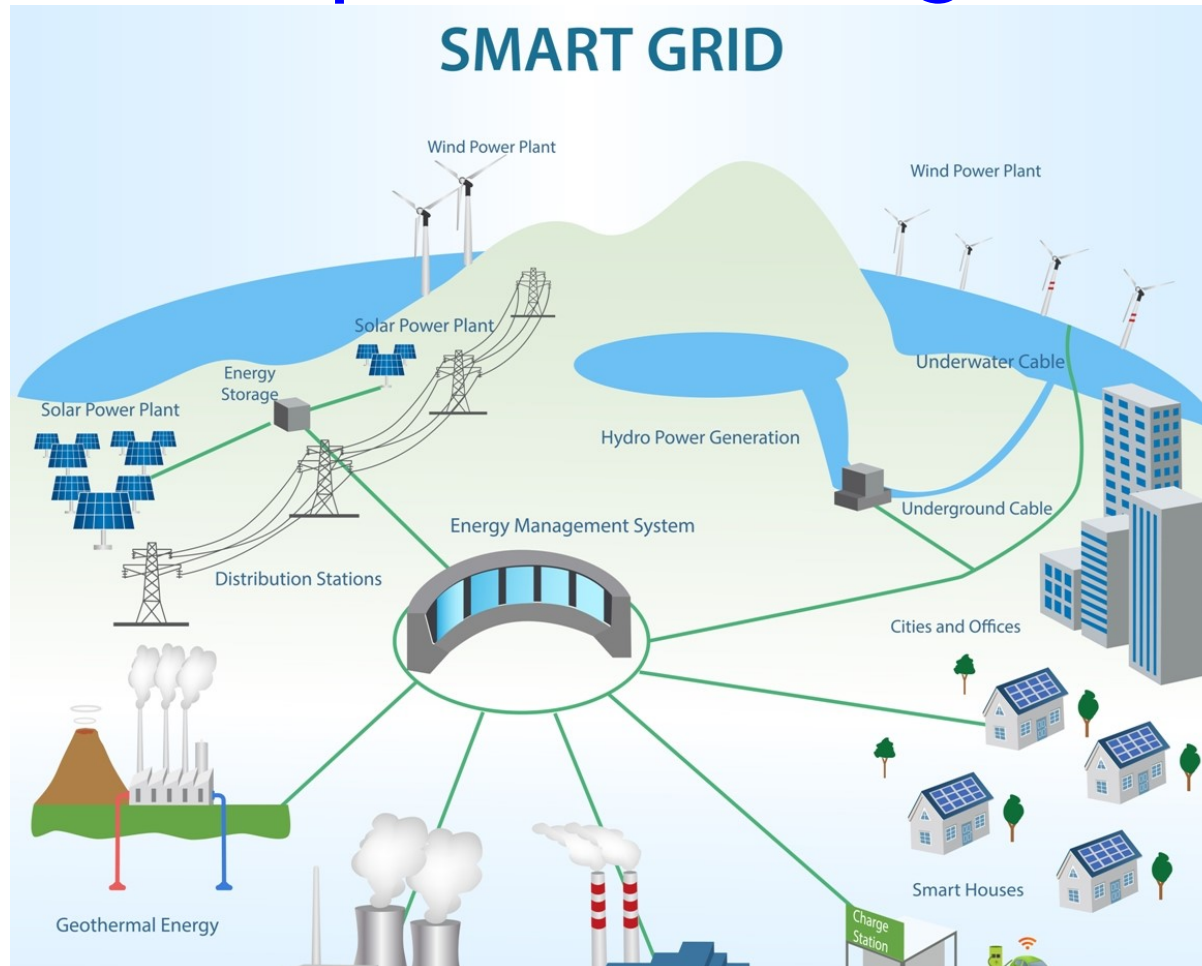
## Internet-Übertragung (2 Videokanäle)

Pessimistische Schätzung:

**7 kg CO<sub>2</sub>** (4 h)



# Beispiel 2: Smart grid

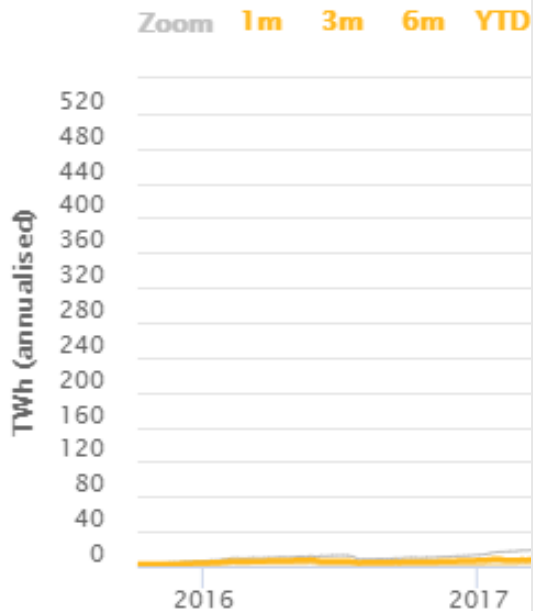


- Bedarfsgerechte Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen
- Digitalisierung hilft, erneuerbare Stromquellen effizienter zu nutzen

# Gegenbeispiel: Crypto-Währungen

Bitcoin electricity consumption, TWh

Select an area by dragging across the lower chart



Total electricity consumption



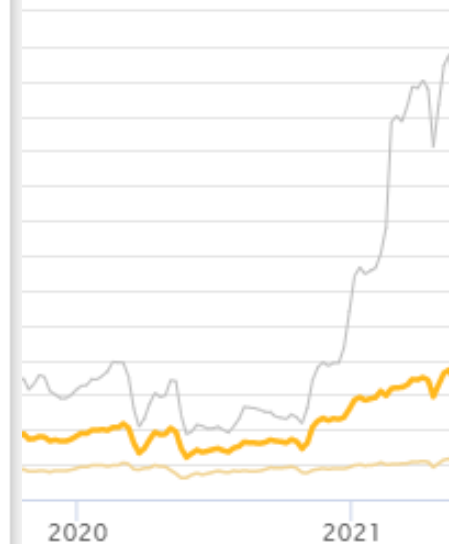
20 863 TWh



Bitcoin accounts for

**0.61 %**

From Oct 5, 2015 To May 18, 2021



- Digitale Währung verursacht enormen Stromverbrauch, oft aus Kohle und Öl
- Papiergeld oder übliches Online-Banking wäre ressourcenschonender

## Zwischenfazit

- Internet- und Kommunikationstechnologien (ICT) sind keine Hauptverursacher von Umweltbelastungen
- Bewusster und massvoller Umgang ist wichtig
- Digitale Substitute sind sinnvoll, wenn damit Ressourcen und Energieverbräuche reduziert werden können

# Nachhaltig leben: 3 Strategien und ihre Dilemmata



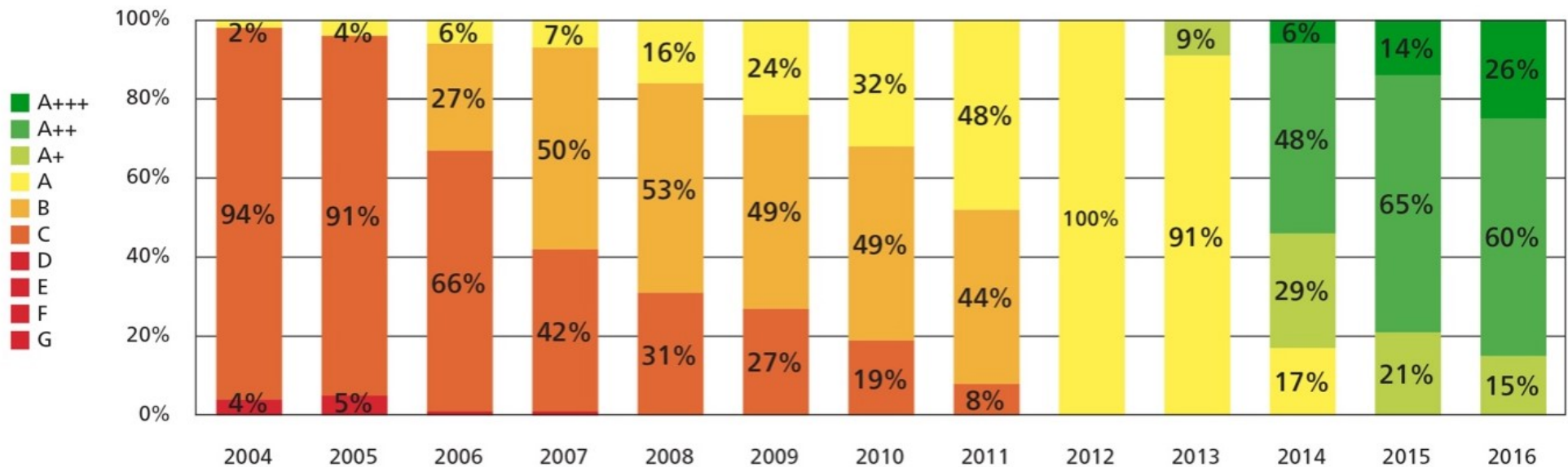
➤ Es braucht Fortschritt auf allen Ebenen



# Nachhaltiges Handeln verändert Strukturen - Beispiel

**Verkaufsanteile Wäschetrockner (Schweiz)**

Quelle: FEA  
Grafik: Topten



- Effiziente Geräte werden häufiger gekauft (Marktvorteil)
- Produzenten bauen vermehrt effiziente Geräte
- Ineffiziente Produkte können verboten werden

## Was kann ich tun?

- Herausforderung anerkennen und gemeinsam anpacken
- Eigene Stärken dort einsetzen wo sie am meisten bewirken,
- Privat, an der Arbeit und politisch fordern, dass gesetzliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen ein umweltfreundliches und nachhaltiges Zusammenleben ermöglichen.

➤ Ziel: Dazu beitragen, dass es für uns alle attraktiv und einfach wird umweltfreundlich zu leben

# Diskussion

## Hat sich Umstellung auf Tablets an der KBW aus Umweltsicht gelohnt?

- Annahme: Tablet und E-Reader sind vergleichbar bzgl. Produktion und Stromverbrauch
- Papierverbrauch KBW 2020: 700'000 A4
- 690 Schüler\*innen, 93 Lehrpersonen
- →5 Bücher/Person und Jahr
- Achtung: Ist-Zustand → Wie war es vorhin und werden Lehrbücher trotzdem angeschafft?



# Copyright Hinweis

Alle Rechte vorbehalten. Der Inhalt dieser Präsentation (u.a. Texte, Grafiken, Fotos, Logos etc.) und die Präsentation selbst sind urheberrechtlich geschützt. Sie wurden von ESU-services GmbH erstellt. Ohne die schriftliche Genehmigung von ESU-services GmbH darf dieses Dokument und/oder Teile davon nicht verbreitet, verändert, veröffentlicht, präsentiert, übersetzt oder reproduziert werden, weder in Form von Fotokopien, Mikroverfilmungen oder anderen - insbesondere elektronischen - Verfahren. Diese Bestimmung gilt auch für die Aufnahme in bzw. die Auswertung durch Datenbanken.

Für auf unserer Homepage gezeigte Veröffentlichungen ist die Verwendung von einzelnen Grafiken oder Zitaten entsprechend wissenschaftlicher Standards, d.h. mit voller Zitation zur Originalquelle, gestattet.

Zuwiderhandlungen werden strafrechtlich verfolgt.

Für Rückfragen:

Dr. Niels Jungbluth, CEO - Chief Executive Officer  
ESU-services Ltd. - fair consulting in sustainability  
Vorstadt 14  
CH-8200 Schaffhausen  
[www.esu-services.ch](http://www.esu-services.ch)  
tel +41 44 940 61 32  
[jungbluth@esu-services.ch](mailto:jungbluth@esu-services.ch)

