Vorlesung Digitale Nachhaltigkeit

Termin 2: Ökologische Nachhaltigkeit (Gastreferat)

23. September 2020

Tobias Welz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit
Institut für Informatik
Universität Bern

UNIVERSITÄT BERN

Tobias Welz

- Seit 2019 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der **Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit** am Institut für Informatik der **Universität Bern**, Arbeitsschwerpunkt *nachhaltige Beschaffung*.
- Von 2015 bis 2019 Leitung der **Stabsstelle Umweltmanagement** im **Erzbistum Köln**, Aufbau und Umsetzung von *Klimaschutz* und *Biodiversität* Schutzkonzepten. Etablierung eines internen Nachhaltigkeitsmonitoring, *Umweltmanagementsystem (EMAS).* Erfahrung in der Ausarbeitung von Beschaffungsrichtlinien und Beschaffungsprozessen.
- Von 2007 bis 2009 an der **Empa** in St. Gallen im Bereich der *Ökobilanzierung* von Produkten und Prozessen tätig.
- Von 2012 bis 2014 Tätigkeit in einem **Empa Spin-Off** mit Schwerpunkt der Erarbeitung von transdisziplinären, natur- und sozialwissenschaftlichen *Entscheidungsmodellen zur Förderung von Nachhaltigkeit*.

Tobias Welz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Nachhaltige Beschaffung

Universität Bern
Institut für Informatik
Schützenmattstrasse 14
CH-3012 Bern

Telefon direkt: +41 31 511 76 20

tobias.welz@inf.unibe.ch
www.digitale-nachhaltigkeit.unibe.ch

UNIVERSITÄT BERN

Über was werden wir sprechen

Ökologische Forderungen an Digitalisierung mit Blick auf Pariser Weltklimaabkommen.

Mittels Dematerialisierung Richtung Nachhaltigkeit? Potentiale der Schweiz.

Life Cycle Management ein Ansatz Nachhaltigkeit in Entscheidungen einzubinden.

UNIVERSITÄT BERN

Agenda

1. Ökologische Ansprüche an die globale ICT Entwicklung
2. ICT und Dematerialisierung - Herausforderungen und Potentiale
3. Life Cycle Management - Nachhaltigkeit in Entscheidungen einbinden

UNIVERSITÄT BERN

Agenda

1. **Ökologische Ansprüche an die globale ICT Entwicklung**
2. ICT und Dematerialisierung - Herausforderungen und Potentiale
3. Life Cycle Management - Nachhaltigkeit in Entscheidungen einbinden

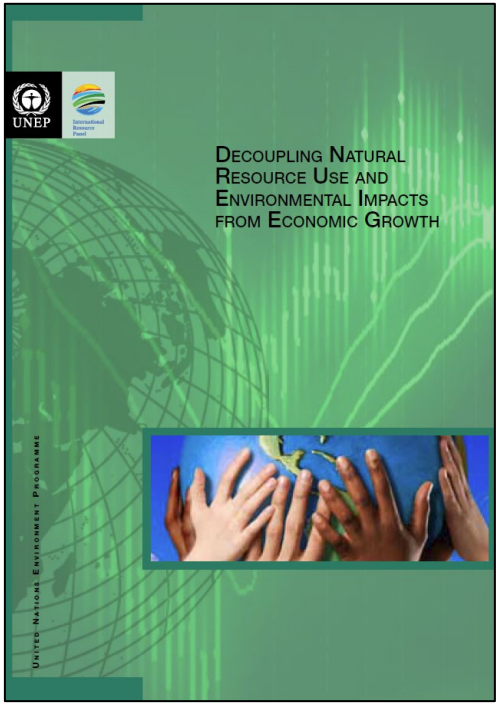
UNIVERSITÄT BERN

Ökologische Relevanz von ICT

Dematerialisierung - ICT als Schlüsseltechnologie zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen.

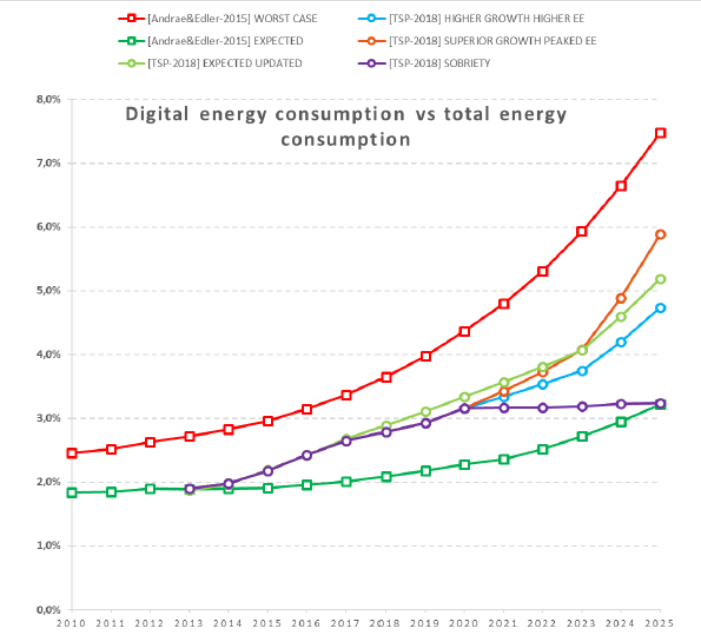
Wie muss ICT aufgestellt sein, um den Zielen des **Pariser Weltklimavertrags** gerecht zu werden? [globale Erderwärmung max. 2°C beabsichtigt 1.5°C]

Energieeffizienz Potentiale werden durch **Rebound-Effekte** und neue Anwendungsfelder geschmälert.



UNEP (2011): Decoupling natural resource use and environmental impacts from economic growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel

Ökologische Relevanz von ICT



Energiekonsum ICT (2010-2025)

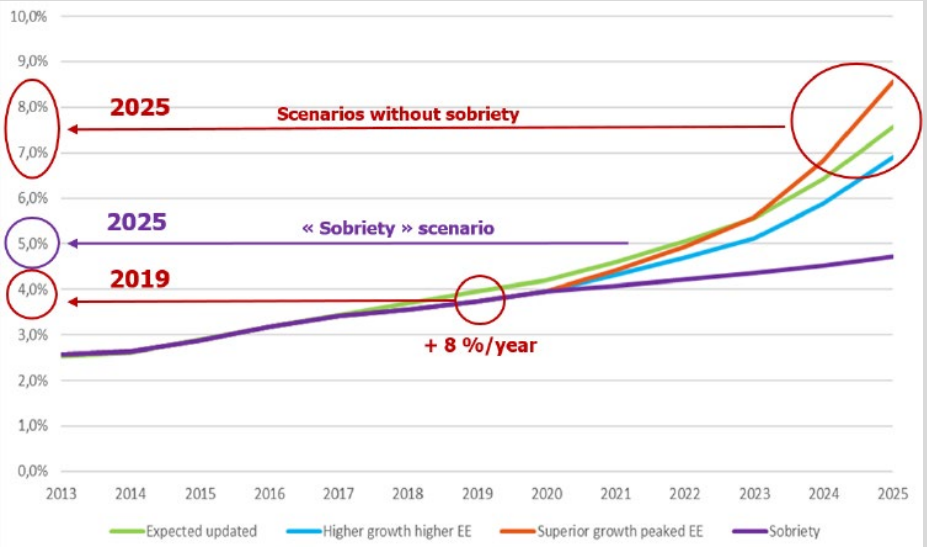
Energiekonsum 2015 | 2300 TWh.

Energiekonsum 2018 | 3000 TWh,
also 2000Mt CO_2, 4% der globalen Emission.
Entspricht den Emissionen der zivilen Luftfahrt.

Bei weiterhin konstantem Wachstum liegt der ICT-Anteil 2025 bei 8% des globalen Energiebedarfs.
Dies entspricht dem Anteil der Autoemissionen.

The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/lean-ict-our-new-report/

Ökologische Relevanz von ICT



Energieszenarien ICT (2013-2025)

2017-2020 jährliches Wachstum Energiebedarf +8%

Ab 2020 jährliches Wachstum Energiebedarf > +10%

Energiebedarf vereinbar mit **Weltklimavertrag** (Sobriety-Szenario). Bis 2025 darf der ICT-Anteil auf 5% des globalen Energiekonsum steigen.

Die jetzige Entwicklung würde einen ICT-Anteil von 7-8% bis 2025 bedeuten.

The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/lean-ict-our-new-report/

Anforderungen an CO_2-Minderungen

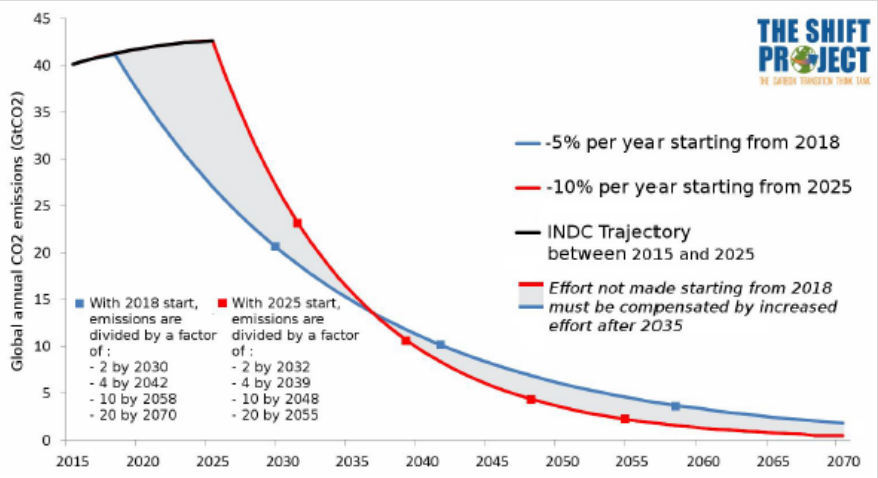


Figure 4: Emission trajectories compatible with a temperature increase limited to 2°C. [Source: The Shift Project, 2016]

Globale CO_2-Minderung (2015-2070)

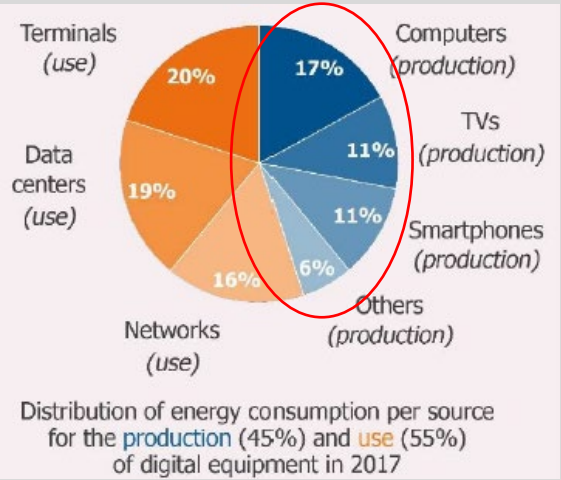
Weltklimaabkommen setzt für 2°C einen Deckel an emittierten CO_2-Emissionen fest.

Hohe zeitliche Relevanz von Investitionen in Energieeffizienz bzw. Dematerialisierung.

Szenario -5% ab 2018
Szenario -10% ab 2025

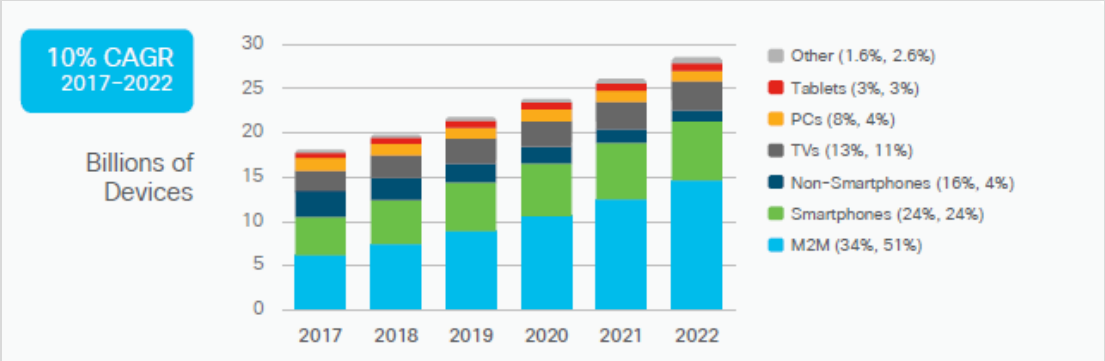
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/lean-ict-our-new-report/

ICT Energiebedarf - Infrastruktur



ICT- Energiebedarf 2017

CAGR = durchschnittliche jährliche Wachstumsrate

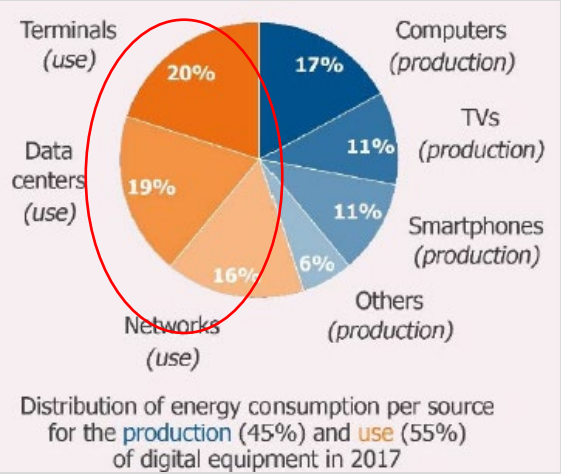


Fokus **Anzahl Endgeräte**:

2017 | 45% ICT-Energiebedarf für Produktion von Geräten
2017-2022 | Anstieg der ICT Endgeräte von 18 auf 30 Mrd. Geräte

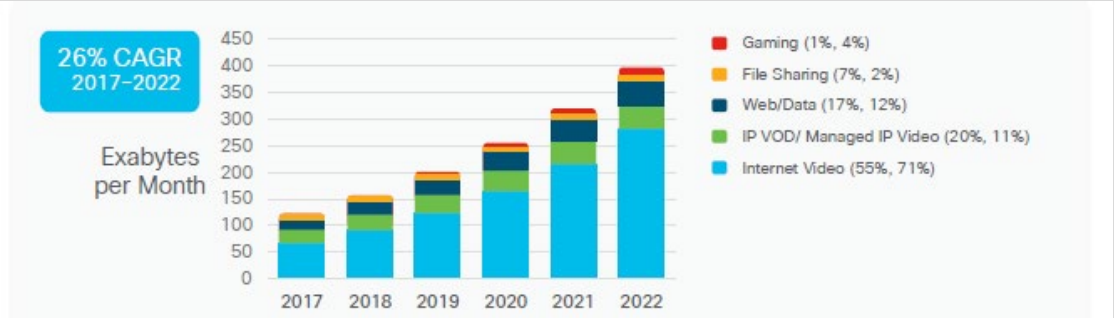
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/lean-ict-our-new-report/
Ciso - Visual Networking Index (VNI) Forecast 2022: newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1955935

ICT Energiebedarf - Datenverkehr



ICT- Energiebedarf 2017

CAGR = durchschnittliche jährliche Wachstumsrate



Fokus **Datenverkehr**:

2017 | 55% ICT-Energiebedarf für globalen Datenverkehr
2017-2022 | Anstieg globaler Datenverkehr von 1500 auf 4750Exabyte/yr

The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/lean-ict-our-new-report/
Ciso - Visual Networking Index (VNI) Forecast 2022: newsroom.cisco.com/press-release-content?articleId=1955935

UNIVERSITÄT BERN

Agenda

1. Ökologische Ansprüche an die globale ICT Entwicklung
2. **ICT und Dematerialisierung - Herausforderungen und Potentiale**
3. Life Cycle Management - Nachhaltigkeit in Entscheidungen einbinden

ICT und Dematerialisierung in der Schweiz

Um eine globale Erwärmung von 1.5°C - max. 2°C zu erreichen, ist die Dematerialisierung grundlegend.

Dematerialisierung meint die Entkopplung von Ressourcenverbrauch und Dienstleistungen (Gütern).

Beispiel *Mobilität*: Videokonferenzen ersetzen Flüge, was zu weniger CO_2-Emissionen führt.

Diese Alternativen funktionieren jedoch nur bis zu einem gewissen Grad, **Rebound-Effekt**.

Universität Zürich

Forschungsgruppe Informatik und Nachhaltigkeit

Chancen und Risiken der Digitalisierung für den Klimaschutz in der Schweiz

Zusammenfassung

Lorenz M. Hilty, Jan C. T. Bieser

Institut für Informatik
Universität Zürich
Zürich, Schweiz

Oktober 2017

swisscom WWF

Zusammenfassung (deutsch): ifi.uzh.ch/dam/jcr:3a880a44-ab51-4672-aca8-d51138ef1508/Studie_Digitalisierung_Klimaschutz_Zusammenfassung_Okt2017.pdf11
Gesamtbericht (englisch): zora.uzh.ch/id/eprint/141128/

CO_2-Emissionen Schweizer ICT-Konsums

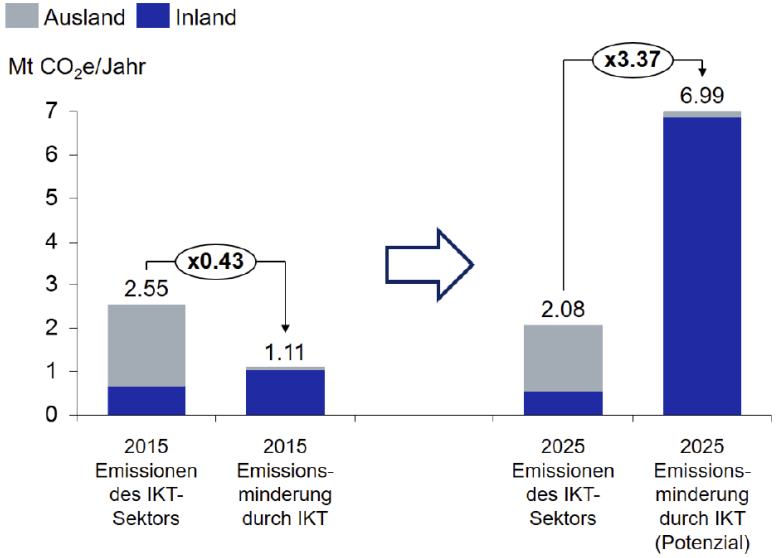
Schweizer CO_2-Emissionen: 2.55Mt (2015)

0.84Mt für Infrastruktur
1.71Mt für Endnutzergeräte

Anteil von 5.3% der Gesamtemissionen und liegt über dem globalen Durchschnitt von zurzeit 4%.

Erreichen der Ziele des Weltklimavertrags heisst Reduktion der inländischen Emissionen bis 2030 um 40% (-10.6Mt CO_2).

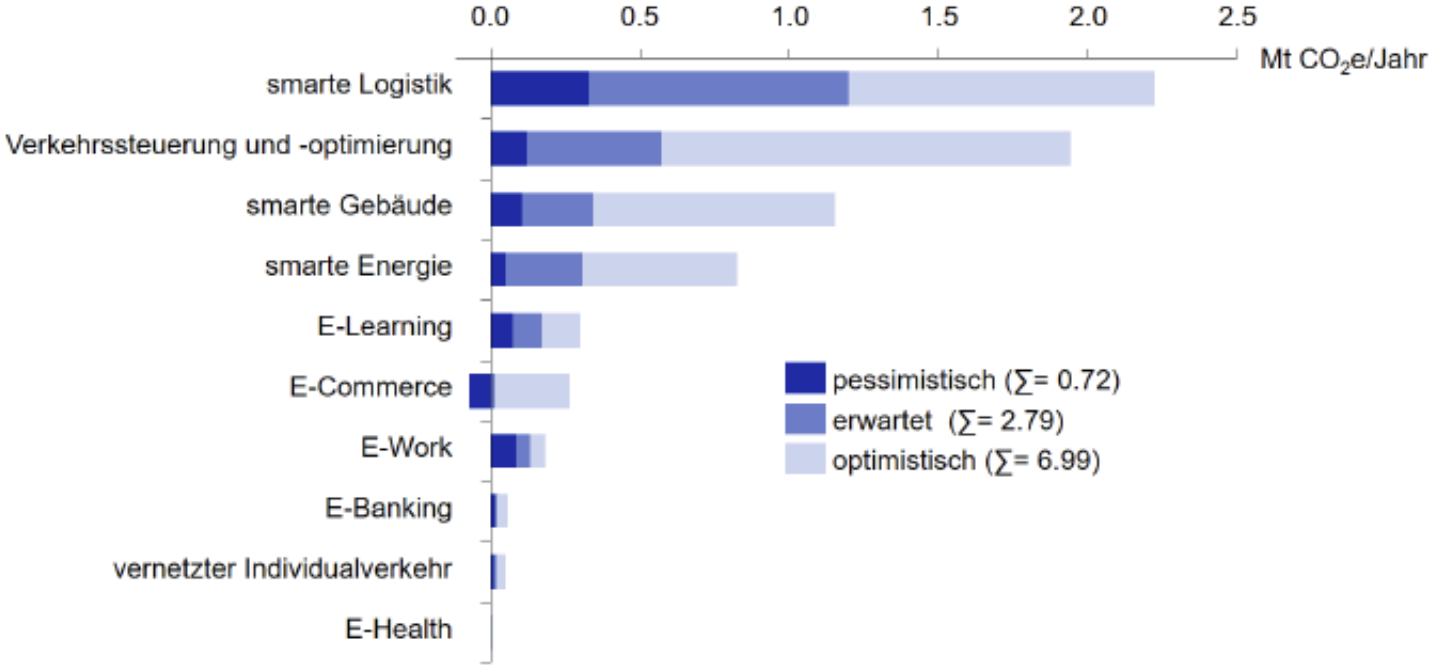
Optimistisches Szenario liegt bei 2.08Mt (-17%) bei jährlichen 6.99Mt Reduktion in anderen Branchen. Bedeutet nur maximal 49% der Einsparungen bis 2025.



Zusammenfassung (deutsch): ifi.uzh.ch/dam/jcr:3a880a44-ab51-4672-aca8-d51138ef1508/Studie_Digitalisierung_Klimaschutz _Zusammenfassung_Okt2017.pdf11

Gesamtbericht (englisch): zora.uzh.ch/id/eprint/141128/

Lokalisierung von Digitalisierungspotentialen



Zusammenfassung (deutsch): ifi.uzh.ch/dam/jcr:3a880a44-ab51-4672-aca8-d51138ef1508/Studie_Digitalisierung_Klimaschutz_Zusammenfassung_Okt2017.pdf11
Gesamtbericht (englisch): zora.uzh.ch/id/eprint/141128/

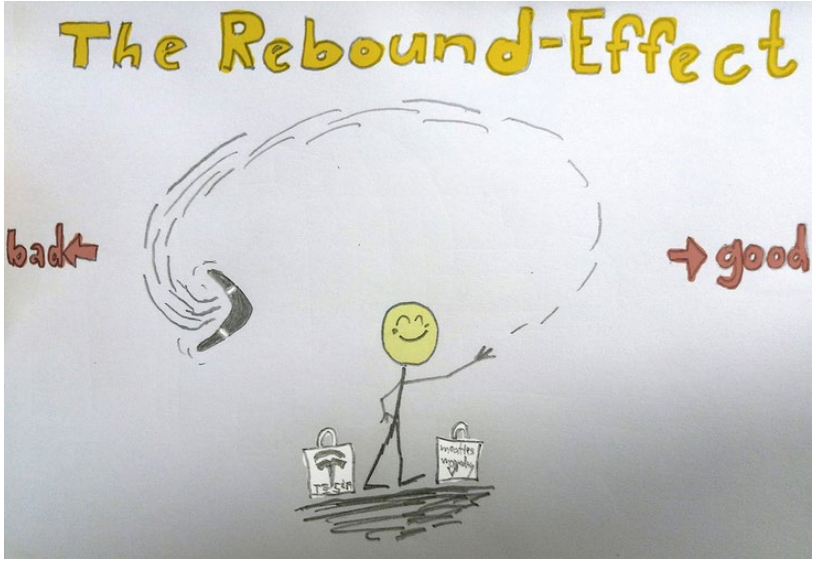
UNIVERSITÄT BERN

Rebound-Effekt

Rebound-Effekt = Effizienzgewinne die durch häufigere oder intensivere Nutzung geschmälert oder überkompensiert (*Backfire*) werden.

Beispiel *Beleuchtung*: Von Glühlampe zu LED. Real liegt der Rebound für Beleuchtung heute bei 20%, man spricht von einem *direkten Rebound*.

Wenn das durch LED eingesparte Geld dazu genutzt wird, um zusätzliche Energie zu verbrauchen (z.B. mobile Daten Abo aufstocken), spricht man von einem *indirekten Rebound*.



saoiaebi.com/the-world-of/der-rebound-effekt-wie-aus-gutem-schlechtes-wird

UNIVERSITÄT BERN

Nachhaltiges Nutzerverhalten

Endnutzerkonsum von 1.71Mt CO_2 in 2015, mit *Videokonsum* als ein Hauptbestandteil.

Durch die weite Verbreitung in der Bevölkerung haben **alle** einen *hohen Einfluss* auf eine nachhaltigere Gestaltung des *Nutzerverhaltens*.

Plattform	Hauptnutzer - schweizweit	Nutzer – schweizweit	Nutzer - weltweit
WhatsApp	14-29 jährig	6.5 Mio.	1'500 Mio.
Youtube	14-29 jährig	5.5 Mio.	1'900 Mio.
Facebook	30-54 jährig	3.8 Mio.	2'300 Mio.
Instagram	14-29 jährig	2.5 Mio.	1'000 Mio.
Snapchat	14-29 jährig	1.4 Mio.	287 Mio.
LinkedIn	30-69 jährig	1.2 Mio.	303 Mio.
Twitter	30-54 jährig	0.9 Mio.	330 Mio.
Pinterest	30-54 jährig	0.9 Mio.	250 Mio.

Wie kann die Verbreitung von smarten Anwendungen/CO_2-Reduktionspotentialen gelingen, egal ob im privaten oder beruflichen Umfeld?

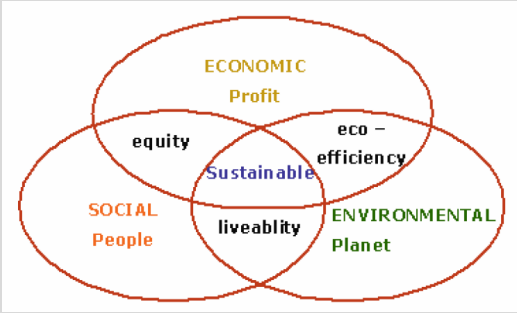
UNIVERSITÄT BERN

Agenda

1. Ökologische Ansprüche an die globale ICT Entwicklung
2. ICT und Dematerialisierung - Herausforderungen und Potentiale
3. **Life Cycle Management - Nachhaltigkeit in Entscheidungen einbinden**

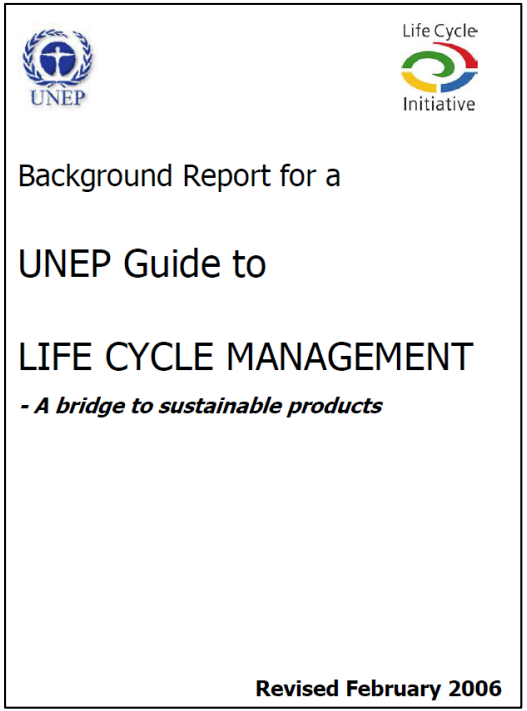
UNIVERSITÄT BERN

Weiterdenken der Tipple Bottom Line



Life Cycle Management (LCM)
Lebenszyklusbetrachtung der drei Dimensionen Ökologie, Soziales und Ökonomie.

Ziel ist es Entscheidungensgrundlagen bereitzustellen, um Aspekte aller drei Dimensionen einfliessen zu lassen. Wichtige Werkzeuge sind die **Ökobilanzierung (LCA)** und die **Lebenszykluskosten (LCC)**.


UNEP

Life Cycle Initiative

Background Report for a

UNEP Guide to

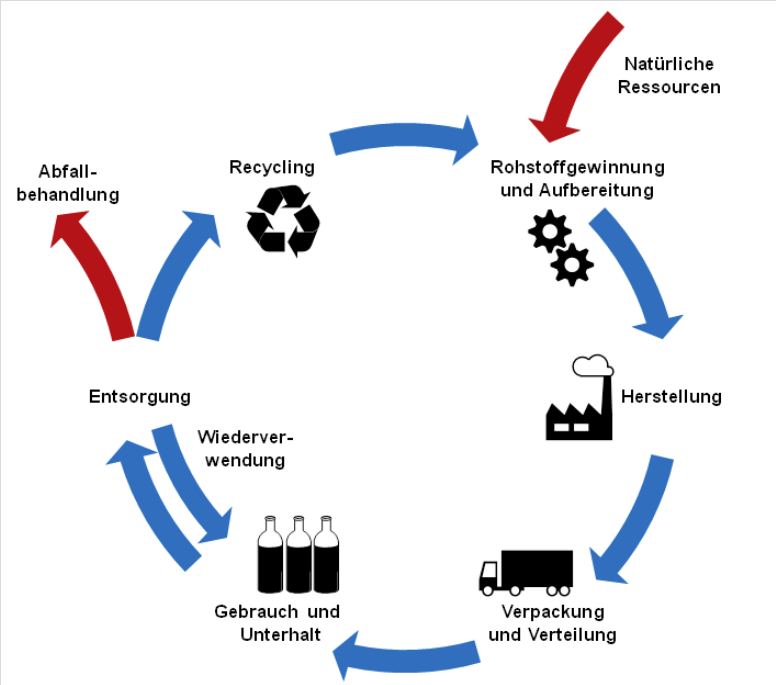
LIFE CYCLE MANAGEMENT

- A bridge to sustainable products

Revised February 2006

UNEP (2006):UNEP Guide to LIFE CYCLE MANAGEMENT - A bridge to sustainable products

Ökobilanz - Prinzip

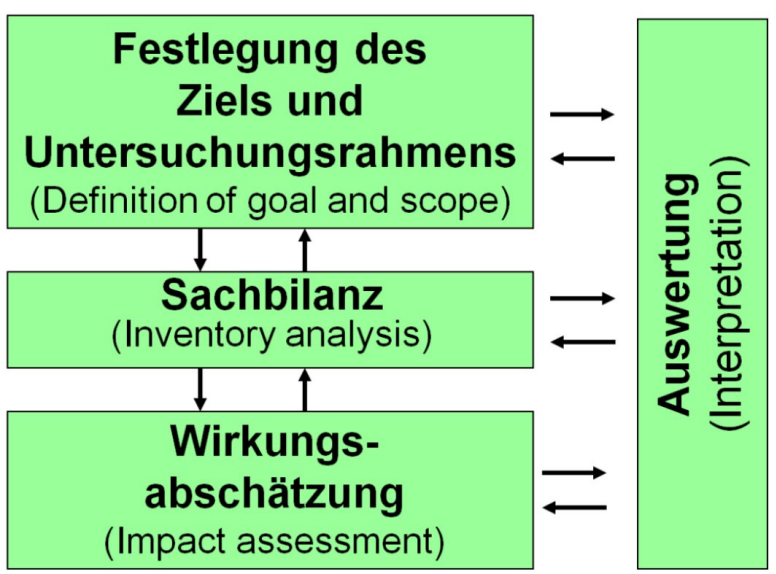


bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-oekobilanzen.html

Eine Ökobilanz (Life Cycle Assessment (LCA)) betrachtet den gesamten Lebensweg eines Produkts von der **Rohstoffgewinnung** und der **Herstellung** über den Transport und die **Nutzung** bis zur **Entsorgung**.

Auf diesem Lebensweg werden einerseits der *Verbrauch* von *Energie* und *Rohstoffen* und andererseits der *Ausstoss schädlicher Stoffe* in *Luft*, *Wasser* und *Boden* gemessen oder berechnet.
Die Summe der *Umweltbelastungen*, wird auf ihre unterschiedliche Wirkung auf die *Umwelt bewertet* und *zusammengefasst* werden.

Ökobilanz - Struktur nach ISO 14040



bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-oekobilanzen/4-phasen-einer-oekobilanz.html

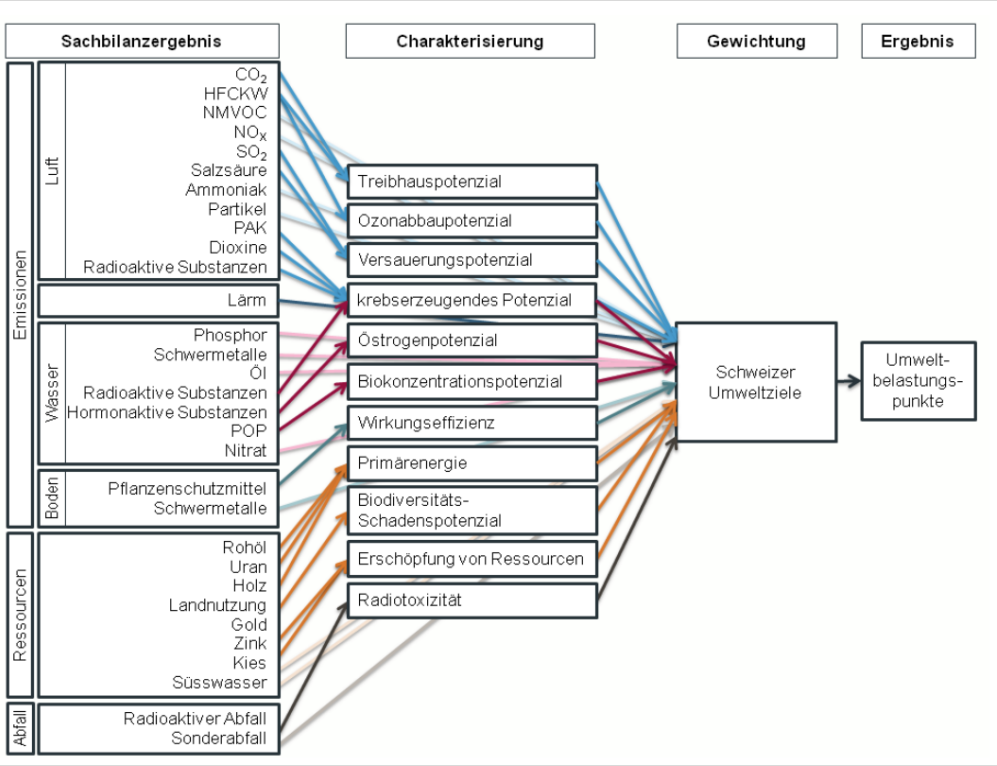
Betrachtung eines Produkts über den gesamten Lebenszyklus, **cradle to grave**.

Untersuchung in festgelegten Szenarien, **goal and scope**, auf Basis der **functional unit**.

Sammlung aller Verbräuche an Rohstoffen und Energie, **Life Cycle Inventories**.

Bewertung der Umweltauswirkungen entsprechend **Cause-Effect Chain** im gewählten Bezugsrahmen, **Life Cycle Impact Assessment**.

Bewertung mittels Umweltbelastungspunkten



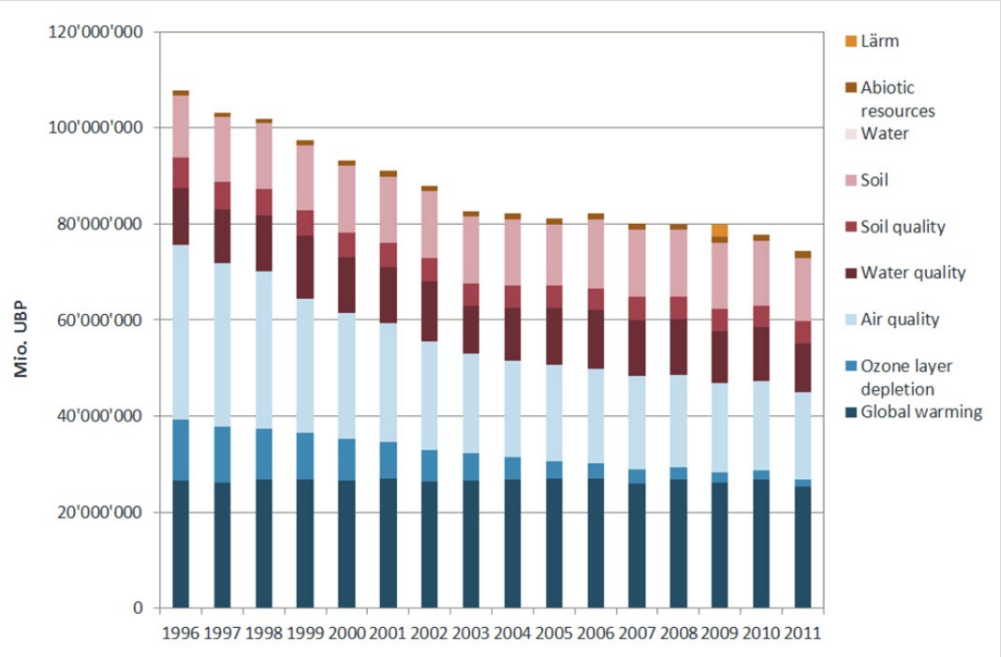
Schweizer Bewertungsmethode (LCIA)

Die *Methode der ökologischen Knappheit* berücksichtigt ein breites Spektrum von Umweltbelastungen. Vollaggregation in **einer Kennzahl**, Umweltbelastungspunkte (UBP) (Endpoint Methode).

Ökofaktoren beschreiben die Belastung einer Schadstoffemission resp. Ressourcenentnahme in der Einheit UBP pro Mengeneinheit.

bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-oekobilanzen/methode-der-oekologischen-knappheit.html

Umweltbelastungspunkte | Schweizer Konsum



bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/methodische-grundlagen-von-oekobilanzen/methode-der-oekologischen-knappheit.html

Wenn die Ökofaktoren auf Produktionsprozesse im Ausland angewendet werden, so ist zu berücksichtigen, dass jede Emission so gewichtet ist, als würde sie in der Schweiz verursacht.

Um die Methode der ökologischen Knappheit auch für andere Länder anzuwenden werden Ökofaktoren **regionalisiert**.

UNIVERSITÄT BERN

Ökologische Nachhaltigkeitsebene (TBL)

REN (Référentiel Environnemental du Numérique - Reference frame of Environmental Negative impacts) - *Run Phase*

Impacts	Hardwares										Uses	
	Laptop			Smartphone			Data Centre	Connected TV			Residential Router	To send an email Traffic 1 MB device use 3 min	To watch a video online Traffic 170 MB device use 10 min
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max		Min	Mean	Max		(kWh / unit)	(kWh / unit)
Electricity usage (kWh / year – kWh)*	13	56	100	4	6	8	6444683	99	157	215	100	0.0010	0.1000

REN (Référentiel Environnemental du Numérique - Reference frame of Environmental Negative impacts) - *Production Phase*

Impacts		Hardwares			
		Laptop	Smartphone	Server (Data centre)	Connected TV
	Primary Energy (MJ)	6640	717	/	/
	GHG ($kgCO_2e$)	514	61	588	441
Metals	Gallium [Ga] (mg)	8	5E-01	/	2E+02
Metals	Indium [In] (mg)	2E+01	7	/	1E+04
Metals	Tantalum [Ta] (mg)	5E+02	5E+01	/	/
Metals	Copper [Cu] (mg)	2E+05	2E+04	/	9E+05
Metals	Cobalt [Co] (mg)	1E+04	6E+03	/	/
Metals	Palladium [Pd] (mg)	1	5	/	/
	Ore Exctracted Volume (L)	7	2	/	227

Produktlebenszyklus: Herstellung vs. Nutzung

Nachhaltige Beschaffung erfordert Wissen über **ökologische Hot-Spots** – welche Umweltauswirkungen bestimmen den Lebenszyklus.

The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/
The Shift Project: theshiftproject.org/en/article/lean-ict-our-new-report/

Ökologische Nachhaltigkeitsebene (TBL)

Personal Computer

Verlängerung Produktlebensdauer
Steigerung Energieeffizienz
End-of-Life Management
“refurbished/remanufactured” Produkte

Rechenzentren und Server

Server Energieeffizienz
Systemleistung | mechanisch und elektrisch
Reduktion THG Emissionen

ökologischer Hot-Spot |
Herstellungsphase

Herstellung dieser Produkte verursacht 90% des gesamten Energiebedarfs über den Lebenszyklus betrachtet.

ökologischer Hot-Spot |
Nutzungsphase

Messgrössen wie energy usage effectiveness (EUE) oder power usage effectiveness (PUE) definieren das Niveau der ökologischen Nachhaltigkeit

UNIVERSITÄT BERN

Ökonomische Nachhaltigkeitsebene (TBL)

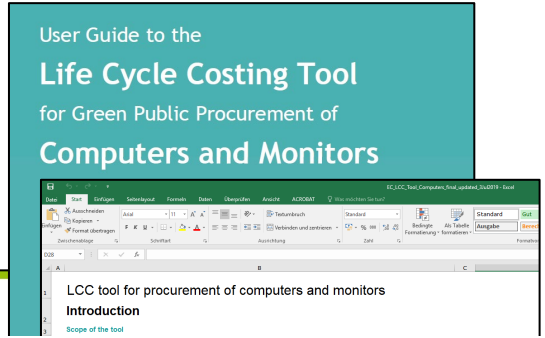
Lebenszykluskosten (Life Cycle Costing (LCC))
Ein ganzheitlicher Ansatz alle Kostenarten über den Lebenszyklus zu erfassen.

Werkzeuge für LCC in ICT-Beschaffung

- User Guide Life Cycle Costing Tool
- LCC tool for procurement of computers

In den EU GPP **Procurement Criteria** und **Technical Reports** wird auch dezidiert auf LCC eingegangen.

ec.europa.eu/environment/gpp/lcc.htm



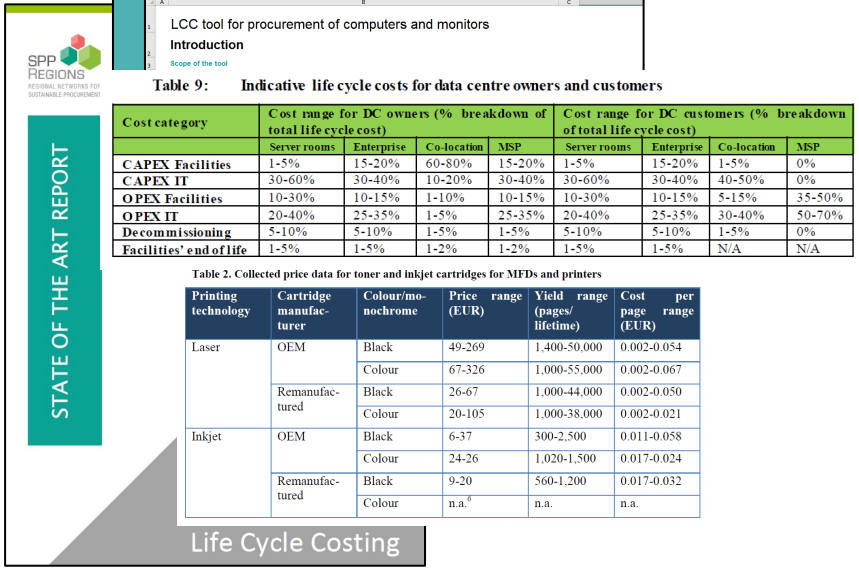


Table 9: Indicative life cycle costs for data centre owners and customers

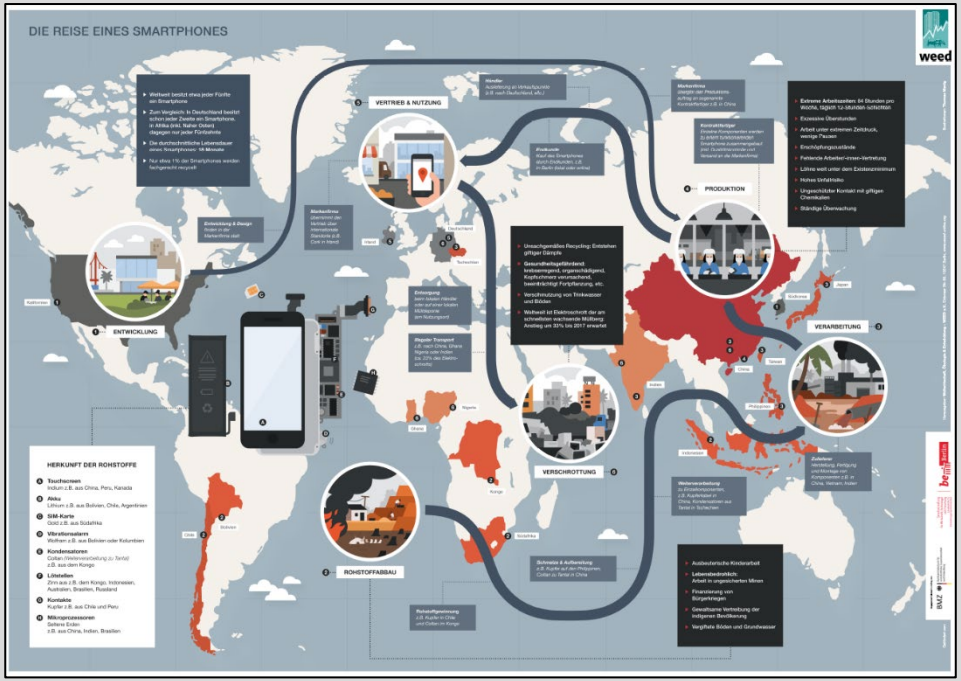
Cost category	Cost range for DC owners (% breakdown of total life cycle cost)				Cost range for DC customers (% breakdown of total life cycle cost)			
	Server rooms	Enterprise	Co-location	MSP	Server rooms	Enterprise	Co-location	MSP
CAPEX Facilities	1-5%	15-20%	60-80%	15-20%	1-5%	15-20%	1-5%	0%
CAPEX IT	30-60%	30-40%	10-20%	30-40%	30-60%	30-40%	40-50%	0%
OPEX Facilities	10-30%	10-15%	1-10%	10-15%	10-30%	10-15%	5-15%	35-50%
OPEX IT	20-40%	25-35%	1-5%	25-35%	20-40%	25-35%	30-40%	50-70%
Decommissioning	5-10%	5-10%	1-5%	1-5%	5-10%	5-10%	1-5%	0%
Facilities' end of life	1-5%	1-5%	1-2%	1-2%	1-5%	1-5%	N/A	N/A

Table 2. Collected price data for toner and inkjet cartridges for MFDs and printers

Printing technology	Cartridge manufac-turer	Colour/mo-nochrome	Price range (EUR)	Yield range (pages/ lifetime)	Cost per page range (EUR)
Laser	OEM	Black	49-269	1,400-50,000	0.002-0.054
		Colour	67-326	1,000-55,000	0.002-0.067
	Remanufac-tured	Black	26-67	1,000-44,000	0.002-0.050
		Colour	20-105	1,000-38,000	0.002-0.021
Inkjet	OEM	Black	6-37	300-2,500	0.011-0.058
		Colour	24-26	1,020-1,500	0.017-0.024
	Remanufac-tured	Black	9-20	560-1,200	0.017-0.032
		Colour	n.a.[6]	n.a.	n.a.

UNIVERSITÄT BERN

Soziale Nachhaltigkeitsebene (TBL)



weed-online.org/themen/beschaffung/detektivtour/8249830.html

Produktlebenszyklus: Extraktion bis Recycling

Nachhaltige Beschaffung erfordert Wissen über **sozialen Hot-Spots** – welche sozialen Herausforderungen bestimmen den Lebenszyklus.

Vorlesung Digitale Nachhaltigkeit

Termin 2: Ökologische Nachhaltigkeit (Gastreferat)

23. September 2020

Tobias Welz
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsstelle Digitale Nachhaltigkeit
Institut für Informatik
Universität Bern