

*“Die Welt ist komplizierter als wir denken,
dafür haben wir mehr Möglichkeiten als wir glauben!”*

Intelligente Gebäudesanierung mit großer Auswirkung für das Klima

Am Beispiel der TU Graz
Gebäude Stremayrgasse 16
(Biomedizin)

Energytalk 22.01.2020

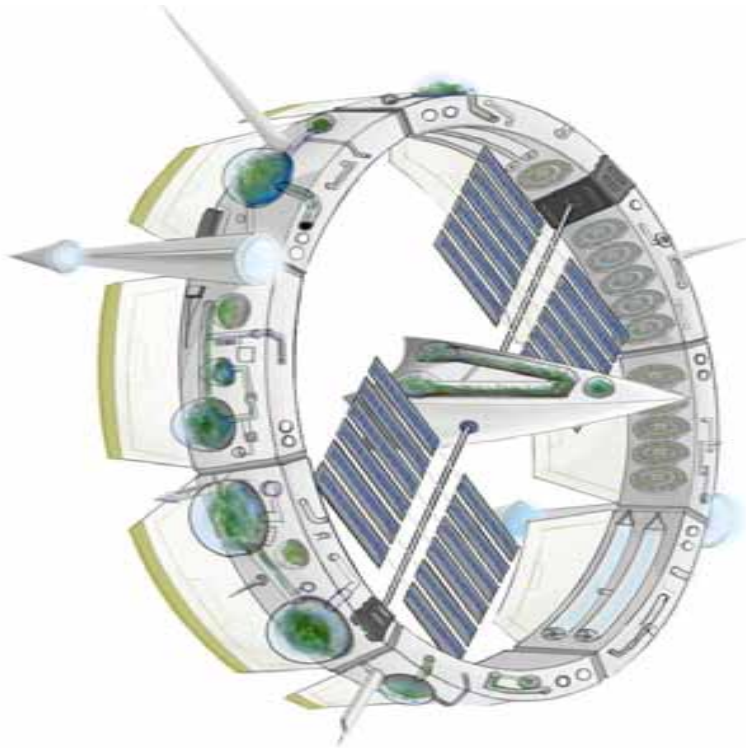
Wolfgang Pekny
footprint-consult.eU



Overshoot Day

29. Juli 2019

Weckruf: „Heute sind alle Vorräte verbraucht, die der Mannschaft bei kluger Einteilung der Vorräte für die Reise in diesem Jahr zur Verfügung standen“



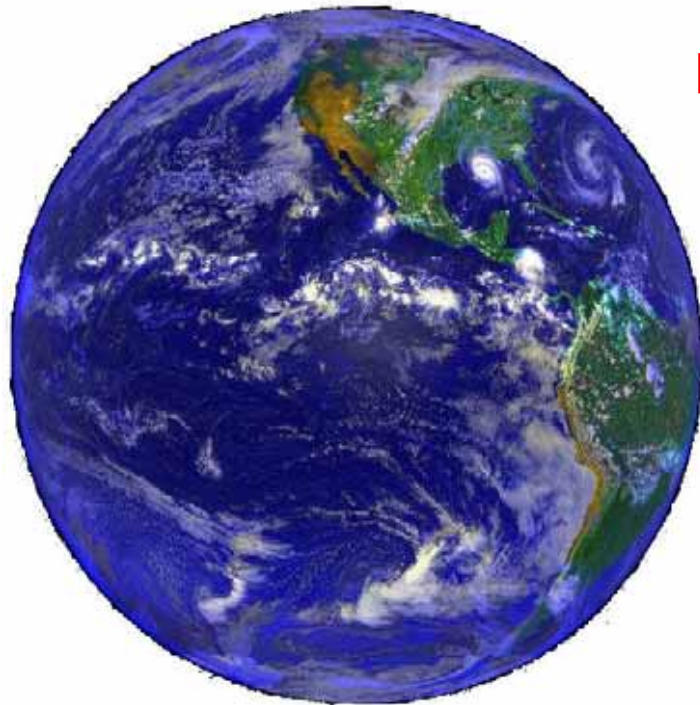
Regeln für alles Gemeinsame!

Fairness

Buchhaltung für die Vorräte!

Earth Overshoot Day

Raumschiff Erde



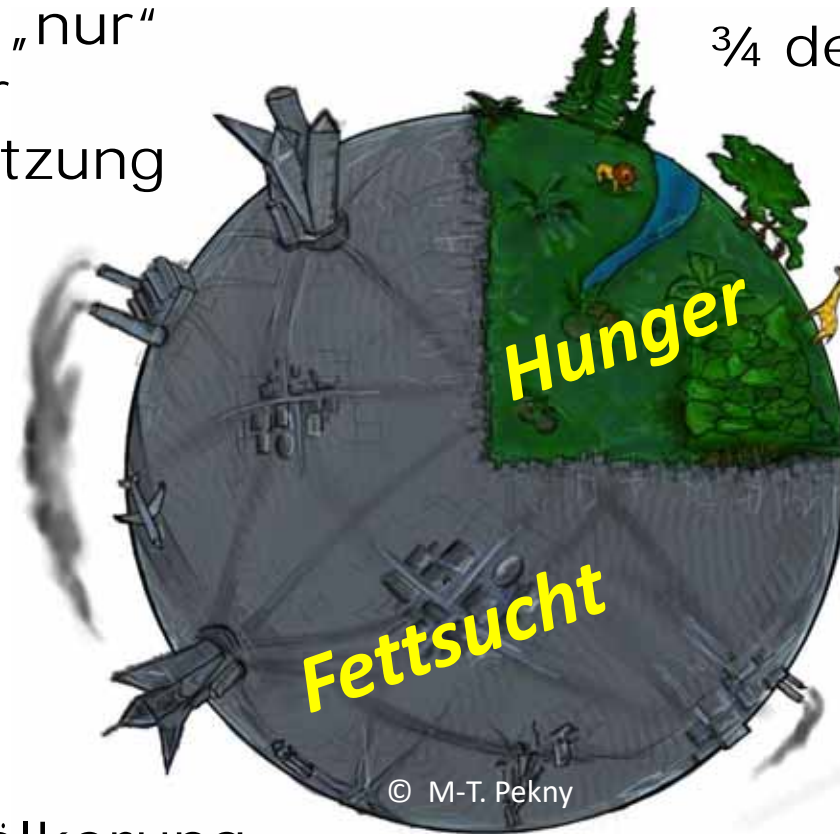
Keine Regeln für Gemeingüter!

Keine Fairness!

Keine Buchhaltung für Vorräte!

Welt aus dem Gleichgewicht

Klimawandel ist „nur“
ein Symptom der
globalen Übernutzung



$\frac{3}{4}$ der Weltbevölkerung
nur $\frac{1}{4}$ der Welt
*(leiden unter
Klimawandel)*

*Die reichsten 1% besitzen
mehr als alle anderen zusammen*

*Mehr als die Hälfte des jährl.
Vermögenszuwachses landet
bei ca. 0,1%*

peak soil
peak everything

$\frac{1}{4}$ der Weltbevölkerung
beansprucht $\frac{3}{4}$ der Welt
(verursacht u.a. Klimawandel)

Quelle: Oxfam, Jän 2019

W. Pekny, footprint-consult

Planet Erde

Die Grenzen der globalen Tragfähigkeit sind sehr abstrakt und nicht zu spüren!
Footprints ermöglichen, die Grenzen der Tragfähigkeit und auf Länder, Personen, Produkte, Dienstleistungen oder Projekte runter zu brechen.



Ein neues Bild der Erde

- Die Masse der Menschen übertrifft bereits die Biomasse der Fische in den Meeren!
- Die Biomasse der Nutztiere des Menschen übersteigt die Masse aller landlebenden Wirbeltiere um das 20 fache!

aus: V. Smil
The Earth's Biosphere

DE LÄNDER DER ERDE IN
FLÄCHENTREUER DARSTELLUNG
PETERS PROJEKTION

Ein neues Bild der Erde

Wasser

Luft

Boden ?

Ein neues Bild der Erde

Humus

Boden

Kugel mit <18 km
Durchmesser



Ein neues Bild der Erde

Historisch einmalige Herausforderung:

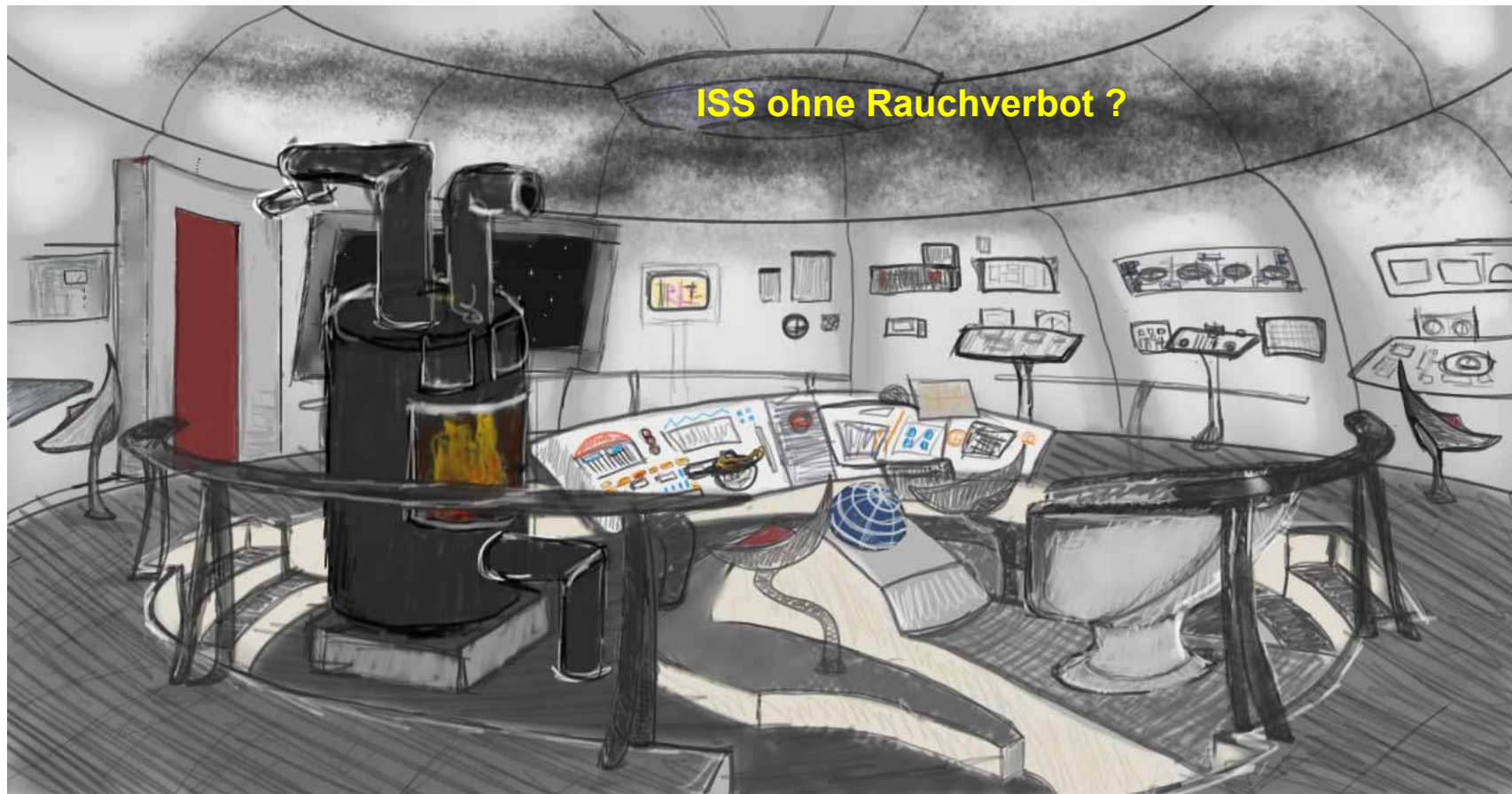
„jeder Einzelne ist mächtiger als Nero“

Der enorm angewachsenen „kollektiven Macht“ über der Natur steht noch keine kollektive Verantwortung für die Erde gegenüber.

Es fehlt noch an **Globalverständnis**

DE LÄNDER DER ERDE IN
FLÄCHENTREUER DARSTELLUNG
PETERS-PROJEKTION
Längensystem 1. Maßstabverhältnis

Globalverstand = Hausverstand für Raumschiff Erde



Wirtschaften im Raumschiff Erde

Nachhaltiger Umgang mit knappen Gütern/Senken erfordert

1) gemeinsam akzeptierte Begrenzungen

Was steht im Rahmen der bekannten physikalischen Gesetze zur “Verfügung“?
Wem?

GEMEINSAME REGELN → Ressourcenwirtschaft

2) umfassende Kenntnisse über die eigene Wirkung

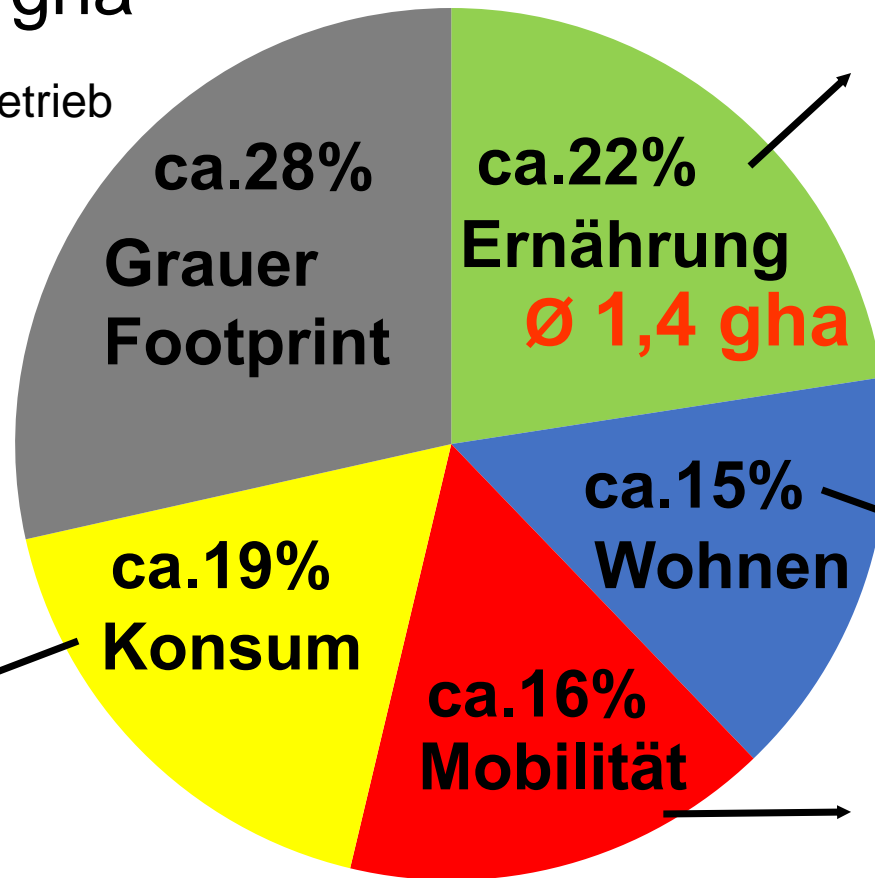
„You can't manage what you don't measure“

Wir brauchen Messinstrumente gegen den ökologischen Blindflug

Ökologischer Fußabdruck der Ø ÖsterreicherIn

ca. 6,0 gha

Errichtung und Betrieb
der Infrastruktur,
Strassen,
Gebäude...



davon ca.75% für
Fleisch und
tierische
Produkte

**Indien ca.1,2gha
für Alles!**

davon ca. 90% für
Heizen und Strom

davon ca. 90%
für Auto und Fliegen

davon viele
kurzlebige
Produkte,
Papier,
Verpackung,
Bekleidung

Aktuelle Klimaziele

Regierungsprogramm Österreich 01-2020:

„...bis spätestens 2040 Klimaneutralität in Österreich erreichen...“

Was immer „*klimaneutral*“ bedeutet, die **Verringerung des Heizwärmebedarfs** von möglichst vielen Gebäuden ist dabei von zentraler Bedeutung (neben der Decarbonisierung des Verkehrssektors)

Verbesserung der Klima-Performance von Gebäuden durch ...

+ Bauliche Maßnahmen zur Verbesserung der Dämmwerte

+ Steigerung der Effizienz der Heizungsanlagen

+ Wechsel zu CO₂-armen Energieträgern (Achtung bei Atomstrom und Holz!)

Letzteres ist knapp, führt zu Verlust an Wäldern als Kohlenstoffspeicher und ist mittelfristig nicht CO₂-neutral!)

+ Nutzen „mit Hirn“

+ MSR-Maßnahmen

Das Projekt

Das Chemielaborgebäude der Technischen Universität Graz sollte 2014 revitalisiert und für eine neue Nutzung (Biomed. Technik und Kantine) adaptiert werden.

(Eigentümer ist die BIG, Nutzer/Mieter ist TU-Graz, Betreiber ist G.u.T. der TU Graz)

Insgesamt sollten rund 9.000 m² (Nettogrundfläche) verteilt auf 6 Geschosse umgebaut und thermisch saniert werden.

Spezielle Herausforderung:

Das Gebäude aus den 50er Jahren ist denkmalgeschützt!

Nichts desto trotz wurde mit Hilfe modernster Materialien und innovativer Gebäudetechnik eine ehrgeizige Verringerung des Energieaufwandes angestrebt – und auch erreicht!

Übersicht Projekt

Objekt vorher	Maßnahmen	Objekt danach
<p>Fern-Wärme</p> <p>Elektr. Energie</p> <p>Lüftung ohne Wärmerückgewinnung</p> <p>Verbrauch Heizung 1300 MWh/a</p>	<p>+ Thermische Sanierung (nur innen! (Foamglass))</p> <p>+ intelligente Lüftung</p> <p>+ Sanierung Fenster (nur Austausch der Scheiben)</p> <p>+ intelligente Einzelraum-Regelung</p>	<p>Fern-Wärme</p> <p>Elektr. Energie gleich Der mit der Heizwärmebereitstellung verbundene Strombedarf ist nicht angestiegen!</p> <p>Lüftung mit Wärmerückgewinnung</p> <p>Verbrauch Heizung 500 MWh/a</p>

800MWh Einsparung
= Reduktion um 62%

Beim durchschnittlichen spez. Wert für Fernwärme ergibt sich eine Einsparung von etwa **145t CO_{2e}/Jahr**

Öko-Kosten?

Die Klima-Bilanzierung

Fragestellungen:

- + Ist selbst bei der aufwändigen thermischen Sanierungen eines denkmalgeschützten Gebäuden eine positiver Netto-Effekt für das Klima zu erzielen?
- + Wenn ja, in welchem Zeitraum kann sich die thermische Sanierung tatsächlich „ökologisch amortisieren“?



Erfassung der Umweltauswirkung

Lebenszyklusbetrachtung

(Die ISO14040ff gibt nur sehr grobe Vorgaben → Ergebnisse kaum vergleichbar!)

LCI (life Cycle Inventar): Erhebung aller Material- und Energieaufwendungen

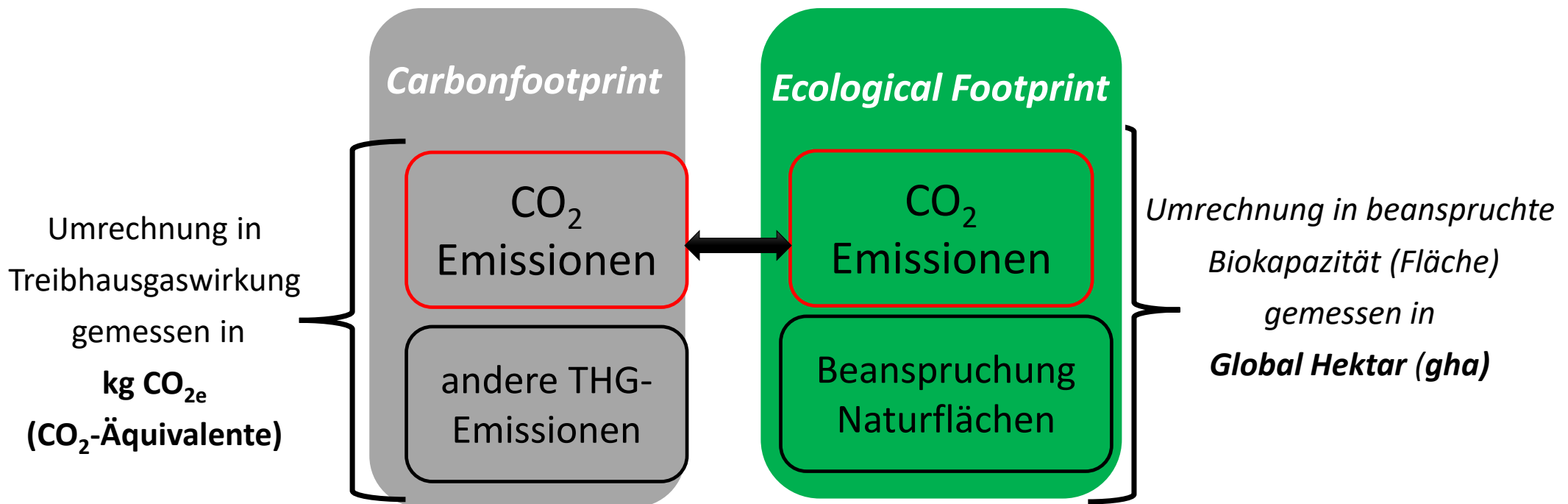
LCIA (Life Cycle Impact Assessment): Den Material- und Energieflüssen werden mit Hilfe spezifischer Wirkfaktoren (aus Datenbanken) die jeweiligen Umweltwirkungen zugeordnet.

Üblich z.B:

Carbonfootprint	Ozonschicht- gefährdung	Sommersmog	Versäuerung	Überdüngung	Ökologischer Fußabdruck
GWP 100a	ODP 20a	high NOx POCP			
Treibhausgas Potential	stratospheric ozone depletion	photochemical oxidation	acidification potential	eutrophication potential	Ecological Footprint (Wackernagel und Rees)
kg CO ₂ e	kg CFC-11-Eq	kg ethylene-Eq	kg SO ₂ -Eq	kg PO ₄ -Eq	gm ²

Carbonfootprint ≠ Ecological Footprint

Carbon“footprint“ = Treibhausgas-Rucksack!



Vereinfachte Darstellung des Zusammenhanges zwischen EF und CF

Der Aufwand (LCI)

Bau	Baustrom
	Schaumglass Wände
	Schaumglass Dach
	Mineralwolle Dach
	Fensterscheiben (1400m ²)
	Arbeitsaufwand Dämmung
	Arbeitsaufwand Umbau Fenster
	Transport der Baustoffe
MSR	Schaltschränke
	Wärmetauscher
	MSR Regelung, ...
	IT
	Kabel
	Arbeitsaufwand

Systemgrenzen der LCA-Modellierung

- + Zur Abschätzung der „klimabezogenen Amortisationszeit“ der thermischen Sanierung wurde nur der zusätzliche Aufwand zur Verringerung des Wärmeverbrauchs betrachtet.
(Die Zuordnung der Maßnahmen, die maßgeblich dazu beigetragen haben, erfolgte durch ExpertInnen der Errichtungsfirmen.)
- + Der Austausch der Rohre und Heizkörper wäre auch ohne Verbesserung der thermischen Leistung fällig gewesen. 50% des Aufwandes wurde trotzdem inkludiert.
- + Neben Klimawirkung und Ökologischem Fußabdruck wurden keine weiteren Wirkungskategorien betrachtet. Damit bleiben auch mögliche (Öko)-Toxizitäten unbeachtet.
(Allerdings ist „foamglass“ hierbei jedenfalls vorteilhaft im Vergleich zu EPS/XPS)
- + Die Footprints des Aufwandes bei EoL (Abriss/Trennung/ Recycling) wurde als gleich für saniertes und nicht saniertes Gebäude angenommen.
(Damit wurden auch keine Gutschriften für Wertstoffe angenommen)

Die Klimawirkung (LCIA)

Berechnung Footprints:

		Carbonfootprint	
		kg CO _{2e}	
Baustrom		27.000	9,7%
Baustoffe	Schaumglass Wände	29.910	10,7%
	Schaumglass Dach	41.100	14,8%
	Mineralwolle Dach	4.318	1,6%
	Fensterscheiben	65.800	23,6%
Transport Baustoffe ab Factory		8.141	2,9%
Arbeit	Montage Dämmung	5.000	1,8%
	Umbau Fenster	50.000	18,0%
MSR	Schaltschränke	4.200	1,5%
	Wärmetauscher	2.500	0,9%
	MSR Regelung, ...	5.000	1,8%
	Kabel etc.	9.600	3,4%
	Arbeitsaufwand	1.881	0,7%
Wärmeverteilung (50% der Rohre, Pumpen ...)		20.863	7,5%
Mobilität (An/Abreise ArbeiterInnen)		3.034	1,1%

Übersicht der Ergebnisse

	Carbonfootprint		Ecological Footprint	
	t CO _{2e}	%	gm ²	%
Bauliche Maßnahmen	231,3	83,1	678.199	84,3
Regel und Steuertechnik	23,2	8,3	61.788	7,7
Wärmeverteilungsanlagen	20,9	7,5	56.330	7,0
An/Abreise ArbeiterInnen	3,0	1,1	8071	1,0
Klimawirkung Aufwand gesamt	278,3		804.388	

Bei einer jährlichen Einsparung von etwa 143 tCO_{2e} ergibt sich eine klimabezogene Amortisationszeit von weniger als 2 Jahren!

Für den Ökologischen Fußabdruck ergibt sich sogar einen noch etwas schnellere Amortisation.

Die Vorgangsweise ist somit ökologisch sehr zielführend!

Weitere Erkenntnisse

Wärmebedarf je m² beheizter Fläche

2013 : 134 kWh/m² (8.897m²)

2018: 48 kWh/m² (9.116 m²) (minus 64%)

Bei einem Fernwärmepreis von 10c/kWh ergibt sich ein ökonomische Einsparung von etwa 80.000.- Euro im Jahr.

Bei einer ökologisch sinnvollen CO₂-Bepreisung (€ 300.-/t) ergäbe sich eine zusätzliche jährliche Ersparnis von ca. 43.000.- Euro.

Spezieller Dank gilt der BIG und der Mitarbeit von

Siegfried Papst

WISSEN
TECHNIK
LEIDENSCHAFT



die Kollegen bei ***EAM Systems***



Zukunfts- und Unterlassens-Beratung für Unternehmen, Kommunen und Regierungen
Ökobilanzen, Vorträge & Weiterbildung, Footprint-Tools, Öko-Coachings für EntscheidungsträgerInnen

Kontakt: wolfgang.pekny@footprint-consult.com