

# Lebenszyklusbewertungen von technischen Prozessen - das Prinzip der LCA-Methode

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt: Wasser und Umwelt - alles ökologisch?  
Ökobilanzen in der Wasserwirtschaft

20. März 2012



Technische Universität Berlin  
Institut für Technischen Umweltschutz  
Fachgebiet Sustainable Engineering

## Themen



- Warum Ökobilanzen?
- Was ist eine Ökobilanz?
- Was kann man mit Ökobilanzen machen?
- Was wird noch aus Ökobilanzen?



## Herausforderung



Da Umweltschutz und Nachhaltigkeit als Fundament staatlicher Politik und unternehmerischer Strategien in weiten Kreisen angenommen ist, besteht die Herausforderung für viele Organisationen heute darin, das Konzept in die Praxis umzusetzen.

- Doch wie lässt sich Umweltverträglichkeit/ Nachhaltigkeit nun messen?
- Insbesondere bei Produkten oder technischen Prozessen?



Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt

## Gut für die Umwelt oder .... ....nur gut fürs Gewissen?



Eine Kläranlage oder ein Luftfilter verbessern die Wasser- / Luftqualität. ABER: sie bedingen auch ökologische Nebenwirkungen wie Material- und Energieverbrauch oder die Erzeugung von Abfall.



Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt

One of the top 10 ideas changing the world...

SUSTAINABLE ENGINEERING

HOME | U.S. | POLITICS | WORLD | BUSINESS | TECHLAND | HEALTH | SCIENCE | ARTS | TRAVEL | PHOTOS | VIDEO | SPECIALS | MAGAZINE | NEWSFEED

TIME IN PARTNERSHIP WITH CNN **Specials**  
 Special Reports • Best Websites • Worst Cars • Time 100 • Time 100 Roundtable • Design 100 • Best Inventions  
 Best TV Shows • Top 10 • ALL Time 100

Subscribe to Time » Give a Gift »  
 ADD TIME NEWS  
 MOBILE APPS  
 NEWSLETTERS

10 Ideas Changing the World Right Now  
*The global economy is being remade before our eyes. Here's what's on the horizon*

Ecological Intelligence  
 By BRYAN WALSH Thursday, Mar. 12, 2009

When it comes to going green, intention can be easier than action.

...  
 But what if we could seamlessly calculate the full lifetime effect of our actions on the earth and on our bodies?  
 ...  
 Industrial ecologists have been using a method called **life-cycle assessment (LCA)** to break down that web of connection.

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

What is Life Cycle Assessment (LCA)?

SUSTAINABLE ENGINEERING

„LCAs provide the best framework for assessing the potential environmental impacts of products currently available.“

EU-Commission - Integrated Product Policy - COM/2003/0302 final

„LCA is a technique to assess the environmental aspects and potential impacts associated with a product, process, or service, by:


- » compiling an inventory of relevant energy and material inputs and environmental releases;
- » evaluating the associated potential environmental impacts;
- » interpreting the results to help making informed decisions.“

<http://www.epa.gov/nrmrl/lcaccess/index.html>

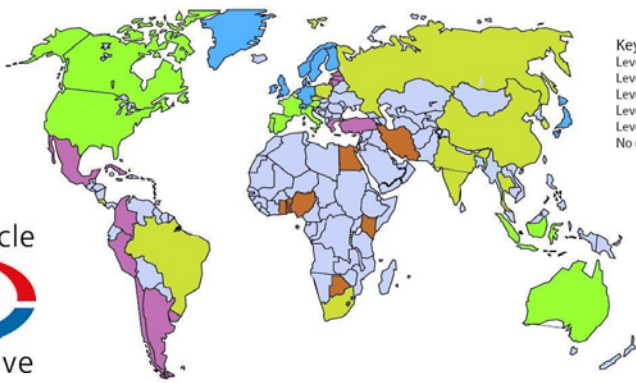

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

Global LCA activities – stakeholder dialogue

SUSTAINABLE ENGINEERING



International Standards of the ISO 14000 series, e.g. LCA (ISO 14040 and 14044), carbon footprinting, water footprinting

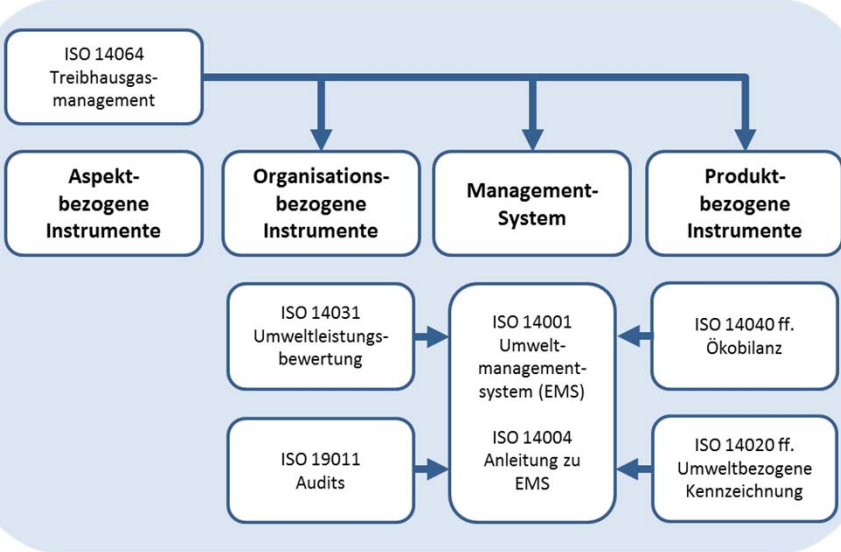



Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt

Einbettung der Ökobilanz in die ISO 14000er Familie

SUSTAINABLE ENGINEERING



ISO 14064 Treibhausgasmanagement

Aspekt-bezogene Instrumente

Organisations-bezogene Instrumente

Management-System

Produkt-bezogene Instrumente

ISO 14031 Umweltleistungs-bewertung

ISO 14001 Umwelt-management-system (EMS)

ISO 14040 ff. Ökobilanz

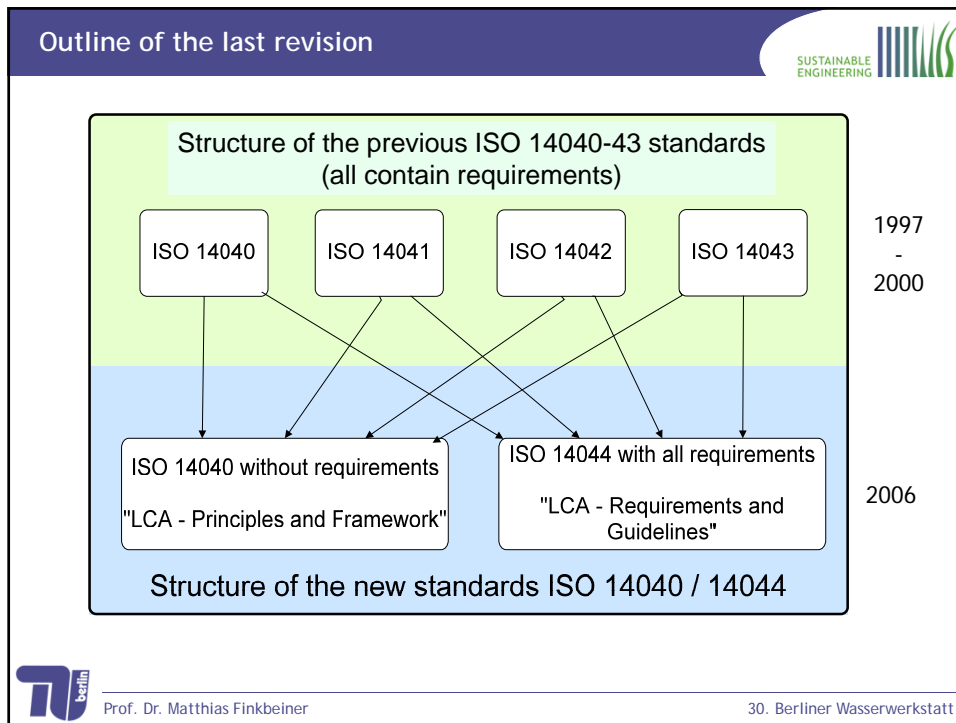
ISO 19011 Audits

ISO 14004 Anleitung zu EMS

ISO 14020 ff. Umweltbezogene Kennzeichnung

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt

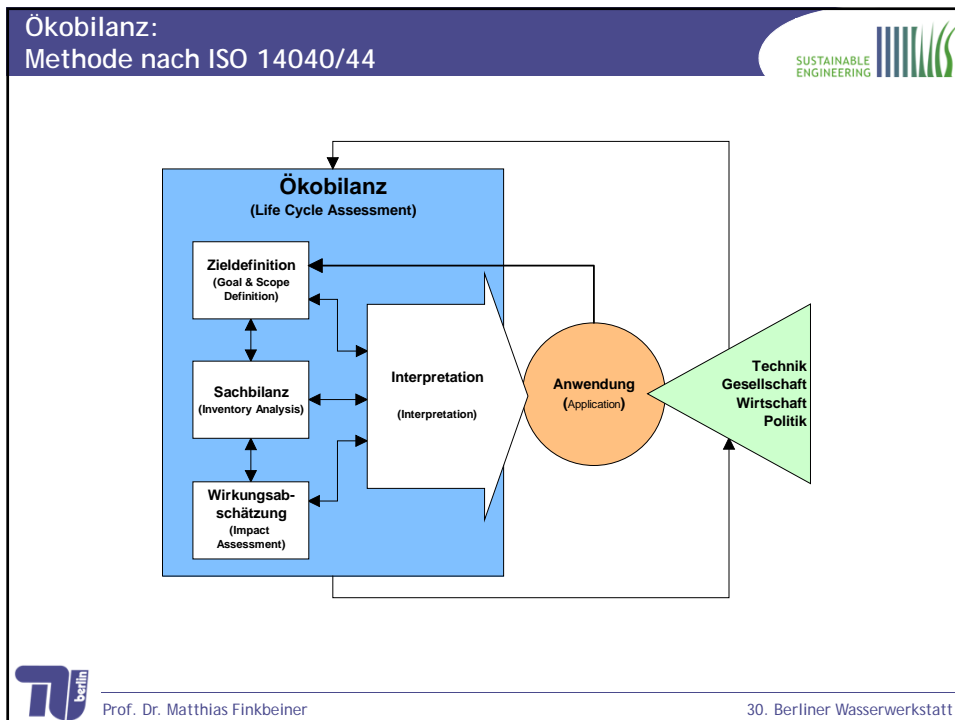
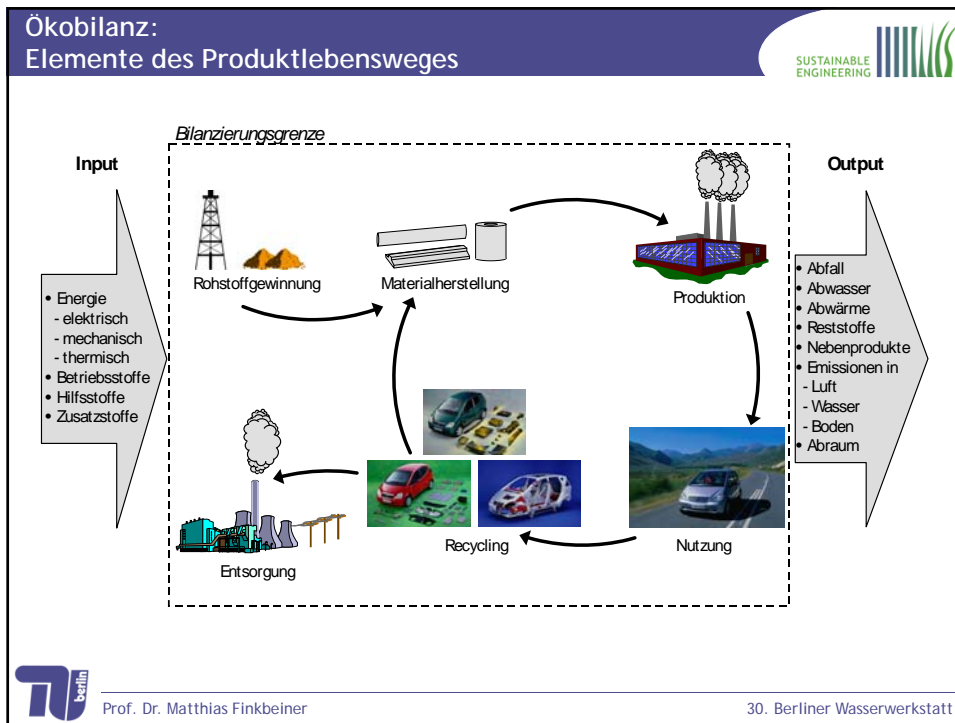


Themen

SUSTAINABLE ENGINEERING

- Warum Ökobilanzen?
- Was ist eine Ökobilanz?
- Was kann man mit Ökobilanzen machen?
- Was wird noch aus Ökobilanzen?

TV berlin Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt



**Ökobilanz: Sachbilanz nach ISO 14040ff.**

SUSTAINABLE ENGINEERING

The diagram illustrates the lifecycle stages of a product, each in a separate box:

- Lebensweg:** Gewinnung, Halbzeug, Produktion, Nutzung, Recycling/Entsorgung.
- Produktion:** Spritz-Guß, Presse, Lackierung, Vormontage, Montage.
- Lackierung:** KTL, Füller, Decklack.
- Grundlack:** Entfettung, KTL, Trocknung.
- ...** (Further stages)

- Untersuchungstiefe hängt vom Untersuchungsobjekt und dem jeweiligen Erkenntnisinteresse ab.
- Anwendungen wie z.B. Optimierung erfordern eine größere Detaillierung (Simulation).
- Anwendungen wie z.B. Screening können auf Standardmodulen aufgebaut sein.

TU berlin Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

**Ökobilanz: Sachbilanz nach ISO 14040ff.**

SUSTAINABLE ENGINEERING

The diagram shows a detailed process flow for an ecological balance:

- Inputs (Left):** Rohstoffe, Vorprodukte, Betriebsstoffe, Sonstige.
- Process Stages (Center):** Prozeßstufe 1, Prozeßstufe 2, Prozeßstufe 3, Prozeßstufe n.
- Outputs (Right):** Produkte, Reststoffe, Sonstiges.
- Emissions and Waste (Bottom):** Emissionen (Luft, Wasser, Boden), Energie (elektr., therm., Druckluft), Abfall, Abwasser.

TU berlin Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

### Wirkungsabschätzung


SUSTAINABLE ENGINEERING

- Herstellung eines funktionalen Zusammenhangs zwischen den Daten der Sachbilanz und den Umweltauswirkungen.

Sachbilanz

CH<sub>4</sub>  
CO<sub>2</sub>  
SO<sub>2</sub>  
NH<sub>3</sub>  
NO<sub>x</sub>  
Kohle  
...

→



[Schebek 2006]

- Verdichtung der Ergebnisse → Interpretierbarkeit, Übersichtlichkeit

>> 100 Daten

13247884581488248582345234524243992452349929452  
9987756288174772374587248528485284852848582348582358  
65448728428374273467220979865775724723472772342  
23452885258458248528582858284852845828458887766

Sachbilanz

→

ca.  
10 Daten

234513242343

Wirkungsabschätzung

→

1 Datum

8

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

### Wirkungsabschätzung

Mid-Point vs. End-Point

SUSTAINABLE ENGINEERING

- Wirkungsindikatoren können in der „Mitte“ oder am „Ende“ der Wirkungskette definiert werden.
- Mid-point: wissenschaftlich eher abgesichert, aber abstrakt:  
z.B. GWP: CO<sub>2</sub>-Äquivalente, HTP: 1,4-Dichlorbenzen-Äquivalente
- End-point: sehr unsicher, aber Wirkung als tatsächlicher Schaden  
z.B. Verlust menschlicher Gesundheit (YOLL: Years of Life Lost)
- Beides möglich, wenn man weiß und kritisch reflektiert, was man tut.

GWP

9 t CO<sub>2</sub>e

→

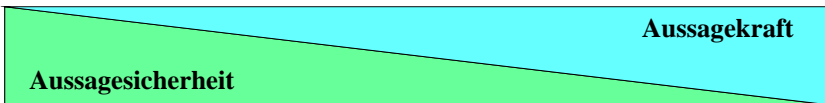
Malaria-Häufigkeit

+ 0,02 Fälle/ Einwohner

→

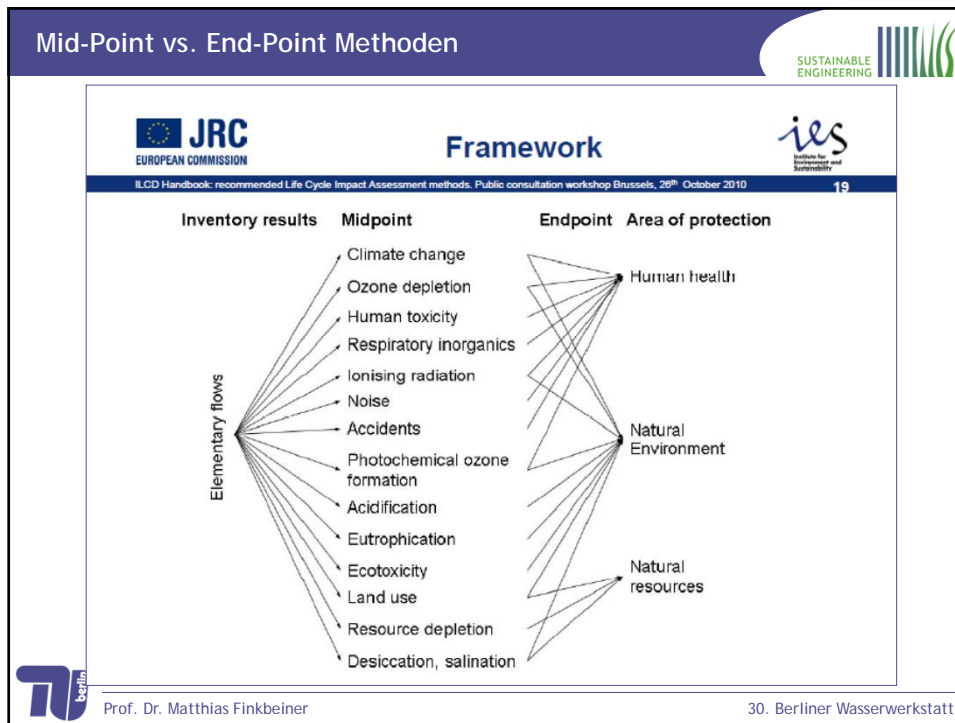
Sterblichkeit

278 YOLLs



Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt








TU  
berlin

Prof. Dr. Matthias Finkbeiner


30. Berliner Wasserwerkstatt

## Themen




JRC  
EUROPEAN COMMISSION

### Themen



ies  
Institute for  
Environmental and  
Sustainability

- Warum Ökobilanzen?
- Was ist eine Ökobilanz?
- Was kann man mit Ökobilanzen machen?
- Was wird noch aus Ökobilanzen?



TU  
berlin


Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt

### Anwendungsbereiche der Ökobilanz


- Produkte
- Unternehmen
- technische Prozesse und Verfahren

Produkt(e) Prozesse	bestehende(s)	neue(s)
ein	Optimierung	Gestaltung Optimierung
mehrere gleicher Zielfunktion	Auswahl Optimierung	Gestaltung Optimierung Auswahl

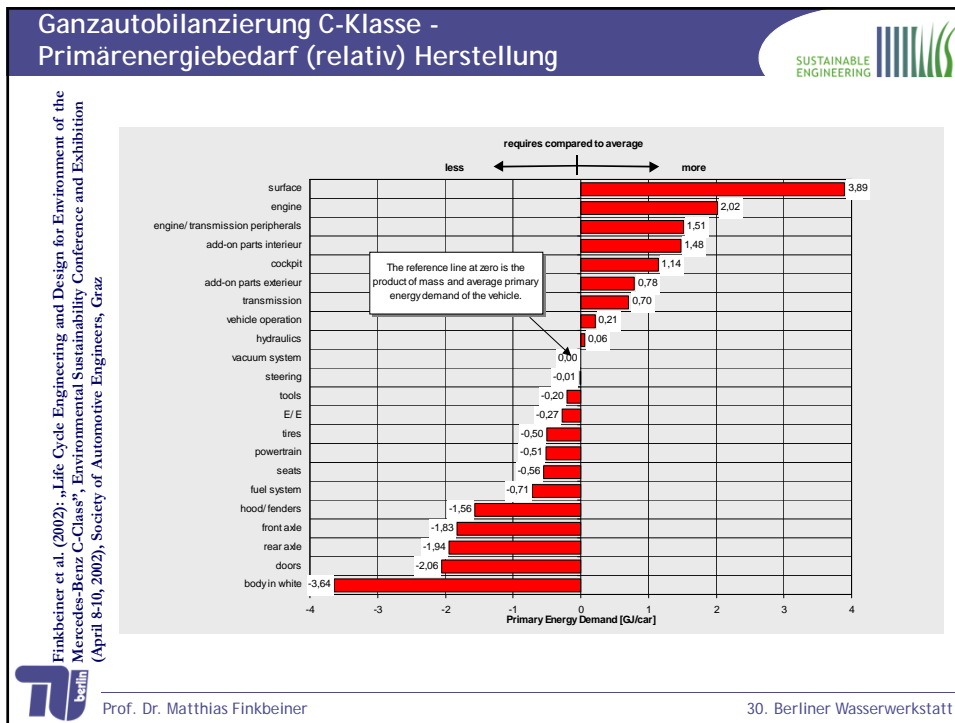
 Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

### Anteil der LC Phasen beim PKW Beispiel E-Klasse

Indicator	Production Phase (%)	Use Phase - Fuel Production (%)	Use Phase - Tailpipe and Maintenance (%)	End-of-Life Phase (%)
Primary Energy Demand	15	15	70	0
CO2	15	15	70	0
CO	45	20	35	0
NOx	25	55	15	5
NM VOC	5	85	10	0
CH4	25	75	0	0
SO2 (50 ppm S-Gehalt; ab 11.2001)	60	35	5	0
Water Demand	80	15	5	0
Deposits	75	25	0	0
Global Warming Potential (GWP 100 years)	15	15	70	0
Eutrophication Potential (EP)	25	55	15	5
Photochemical Oxidant Creation Potential (POCP)	10	80	10	0
Acidification Potential (AP)	45	40	15	0

 Prof. Dr. Matthias Finkbeiner 30. Berliner Wasserwerkstatt

Finkbeiner et al. (2002): „Life Cycle Design – Methods, Procedures and Examples for the Application of LCA in the Automotive Product Development Process“; 5th International Conference on ECOBALANCE, Japan



### Bier oder Smoothie?



Finkbeiner (2009): The future of product carbon footprinting: where should we go from here?  
 2nd Product Carbon Footprinting World Summit - Berlin, 24th September 2009

- Bier ist besser als Smoothies
- Sapporo B. ist besser als Innocent S.
- 1 Smoothie oder 735ml Bier

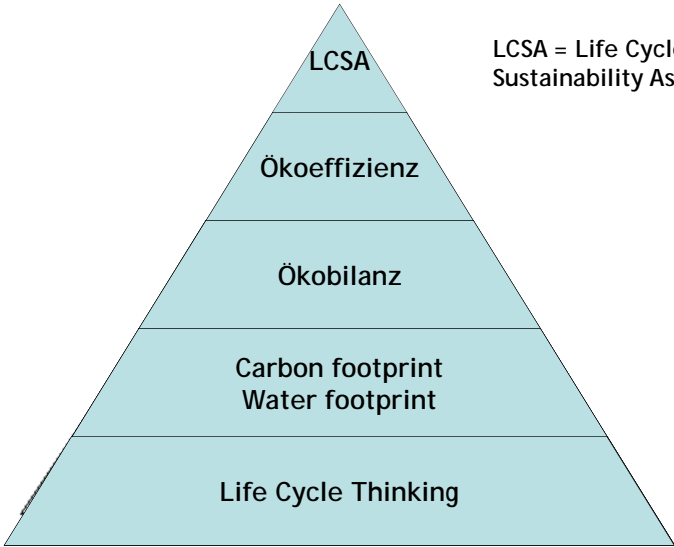
Prof. Dr. Matthias Finkbeiner
30. Berliner Wasserwerkstatt

**Themen**

- Warum Ökobilanzen?
- Was ist eine Ökobilanz?
- Was kann man mit Ökobilanzen machen?
- Was wird noch aus Ökobilanzen?

 Prof. Dr. Matthias Finkbeiner  30. Berliner Wasserwerkstatt

**Maslowsche Pyramide der Umwelt-/ Nachhaltigkeitsbewertung**



LCSA = Life Cycle Sustainability Assessment



**LCSA**

**Ökoeffizienz**


**Ökobilanz**

**Carbon footprint  
Water footprint**

**Life Cycle Thinking**


 Prof. Dr. Matthias Finkbeiner  30. Berliner Wasserwerkstatt

Typisierung von „traditionellem“ und „modernem“ Umweltschutz



MERKMAL	„TRADITIONELLER“ UMWELTSCHUTZ	„MODERNER“ UMWELTSCHUTZ
Politisches Grundpostulat:	Kontrolle von Risiken, Gefahren	Nachhaltigkeit („triple bottom line“)
Primäres Politikprinzip:	Command & control	Push & pull
Verantwortlicher Akteur:	Regierung	Gesellschaft („geteilte Verantwortung“)
Art der Politik:	Konfrontation	Kooperation
Aufgaben:	Trennung der Aufgaben, Bearbeitung einzelner Felder	Integration der Aufgaben, Systemlösungen
Verhaltensprinzip:	Reaktiv	Proaktiv
Regulationsprinzip:	Staatliche Regulierung, staatliche Kontrolle	Selbstregulierung, Selbstkontrolle, Selbstorganisation
Regionale Ausprägung	lokal, national	international
Ansatzpunkt	Produktion („Einzelprozesse“)	Produkte („Prozessnetzwerke“)
Umwelt	einzelne Kompartimente und Emissionen	medienübergreifende Gesamtsicht über den Lebenszyklus
Umwelt-Technologie	nachgeschaltet, end-of-pipe	integriert, Innovationen

Finkbeiner, ergänzt und modifiziert nach Rubik 2001



Prof. Dr. Matthias Finkbeiner

30. Berliner Wasserwerkstatt

Thank you and contribute to...

...scientific solutions for a sustainable way of engineering!

Matthias Finkbeiner



Technische Universität Berlin  
Institut für Technischen Umweltschutz  
Fachgebiet Sustainable Engineering