

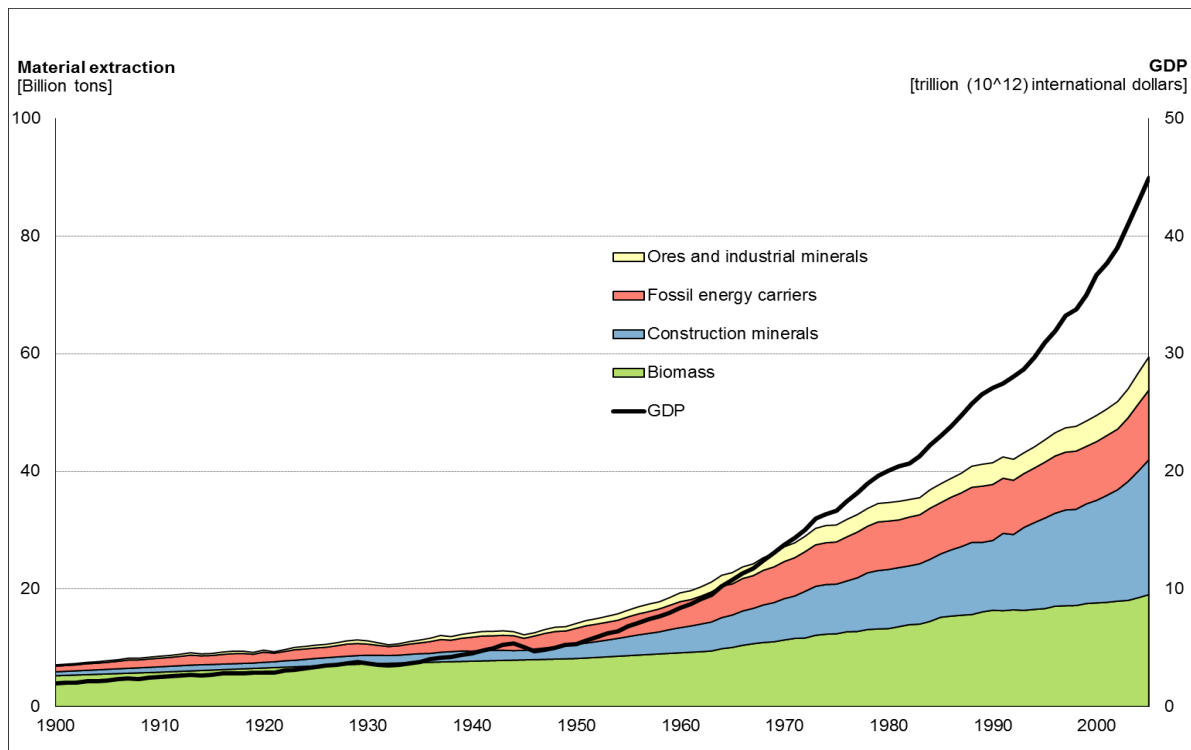
Material i ett hållbarhetsperspektiv

Holger Wallbaum

Professor i hållbart byggande, ACE

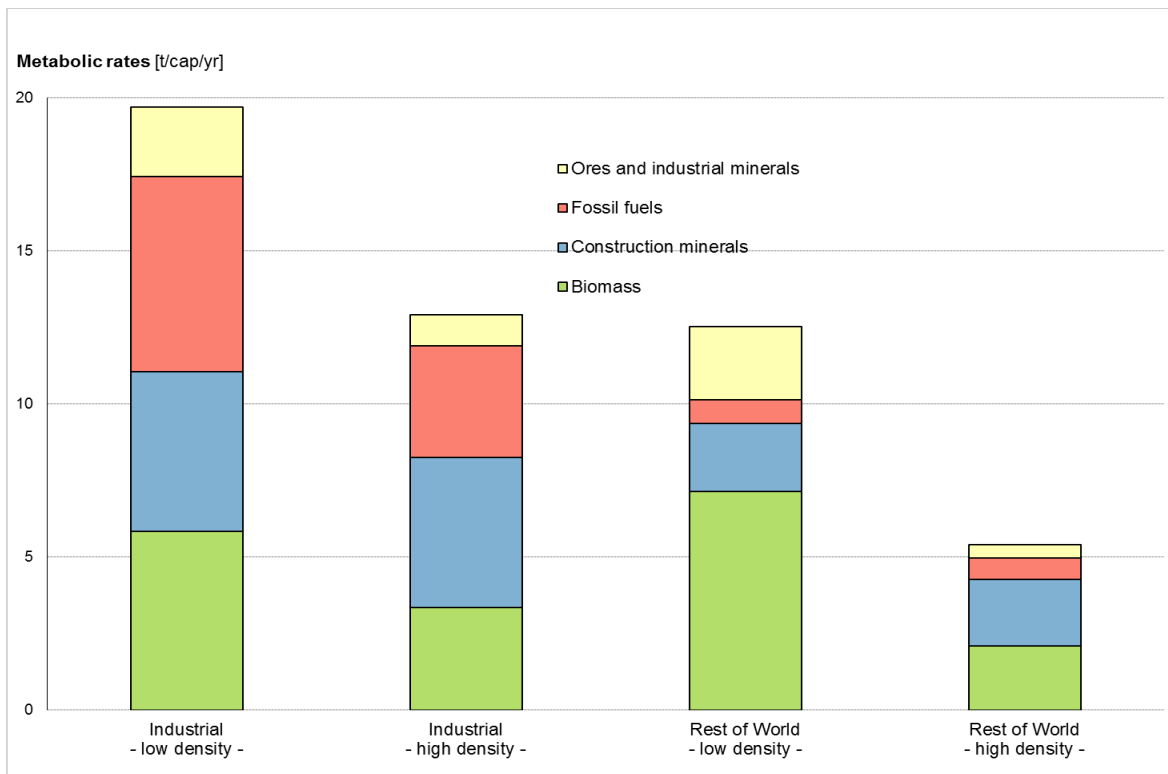
8/2-2021

GLOBAL MATERIALUTVINNING OCH BNP



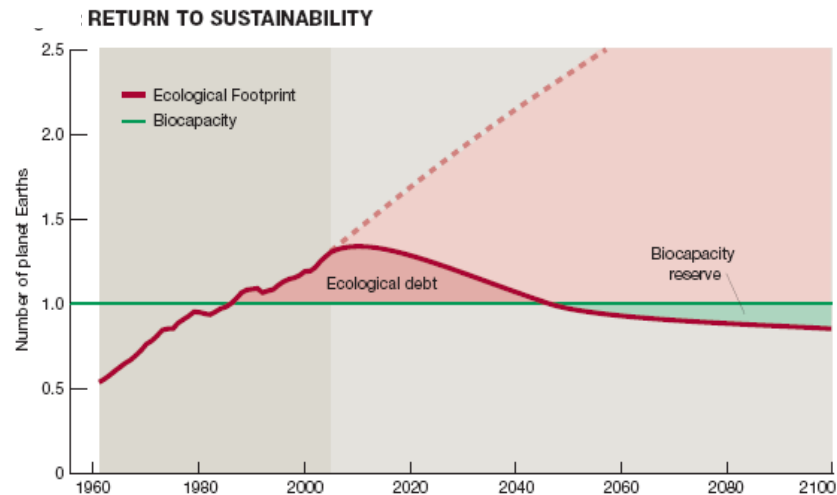
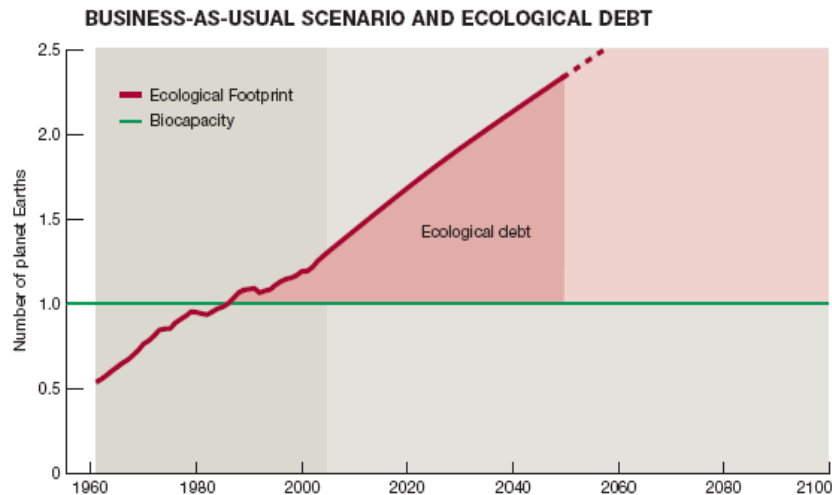
Source: Krausmann et al. 2009

GENOMSnittliga METABOLISKA FÖRDELNINGAR

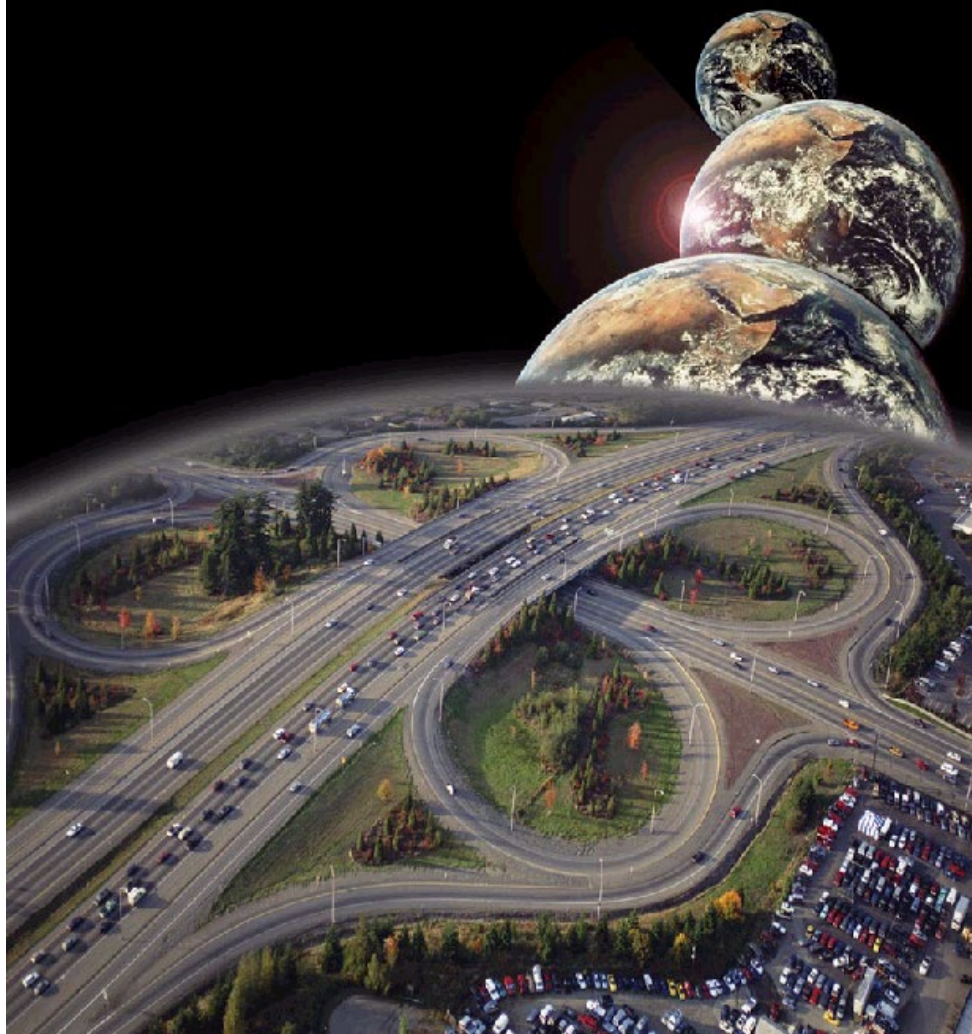


Source: Krausmann et al. 2008

VÅRT EKOLOGISKA FOTAVTRYCK - SCENARIER

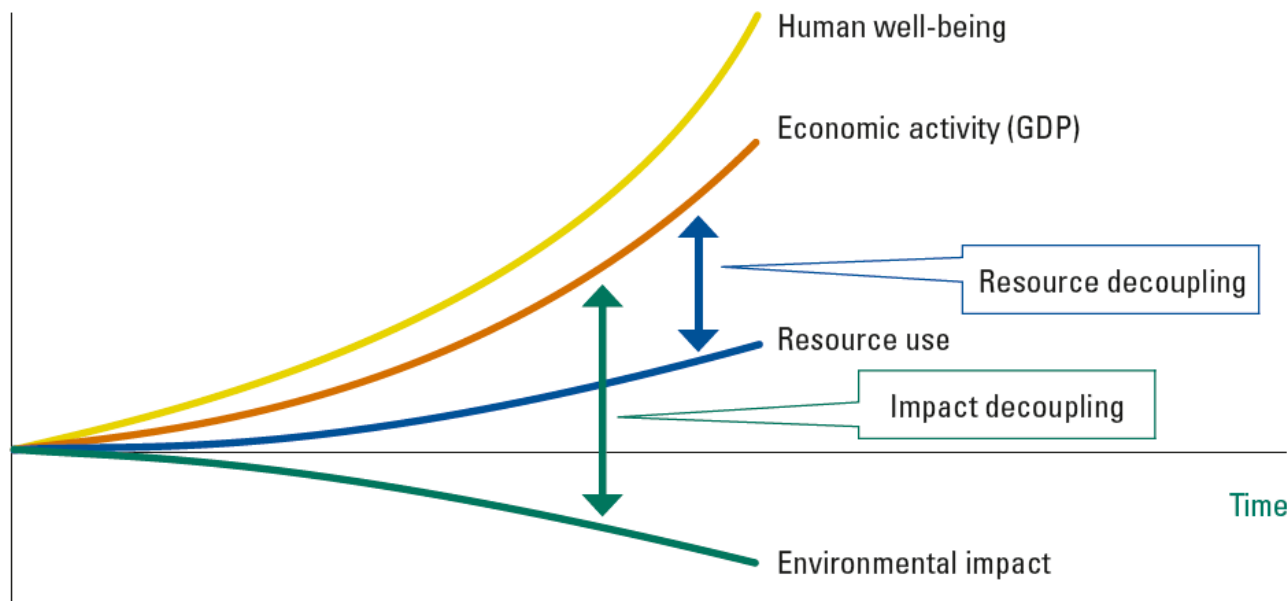


Source: WWF, Living Planet Report, 2008



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

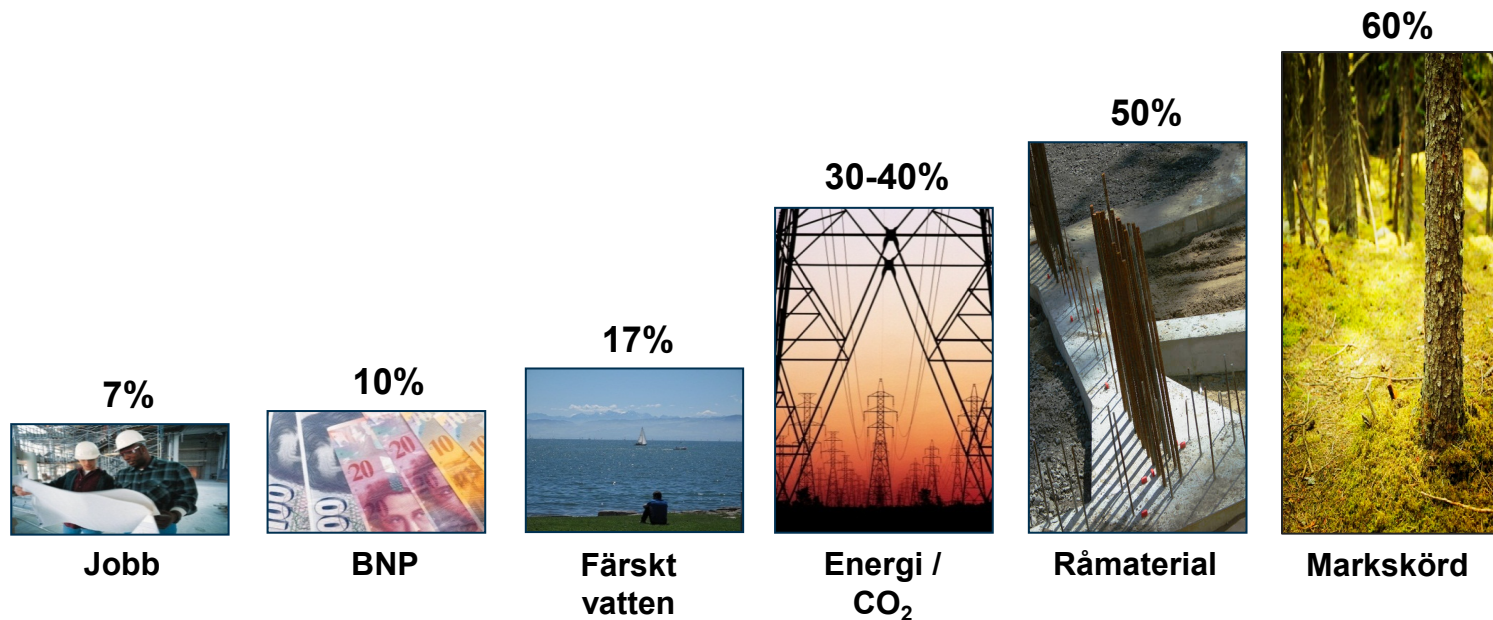
STRATEGIER FÖR EN HÅLLBAR UTVECKLING



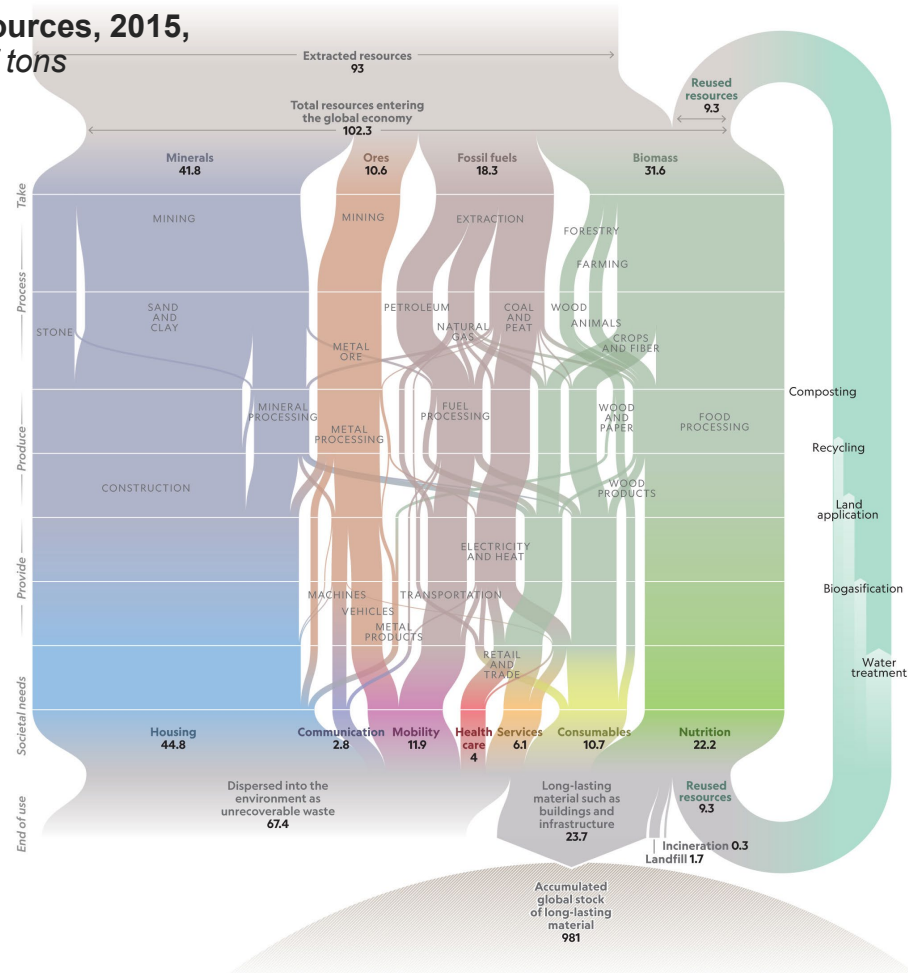
Resource decoupling refers to when fewer resources are used per unit of economic output, while impact decoupling is when negative impacts on the environment are reduced.

Source: UNEP Resource panel, Findings report: 16, 2012

BYGGINDUSTRINS GLOBAL BETYDELSE



Global resources, 2015, in billions of tons



VÅR «EKOLOGISKA RYGGSÄCK»

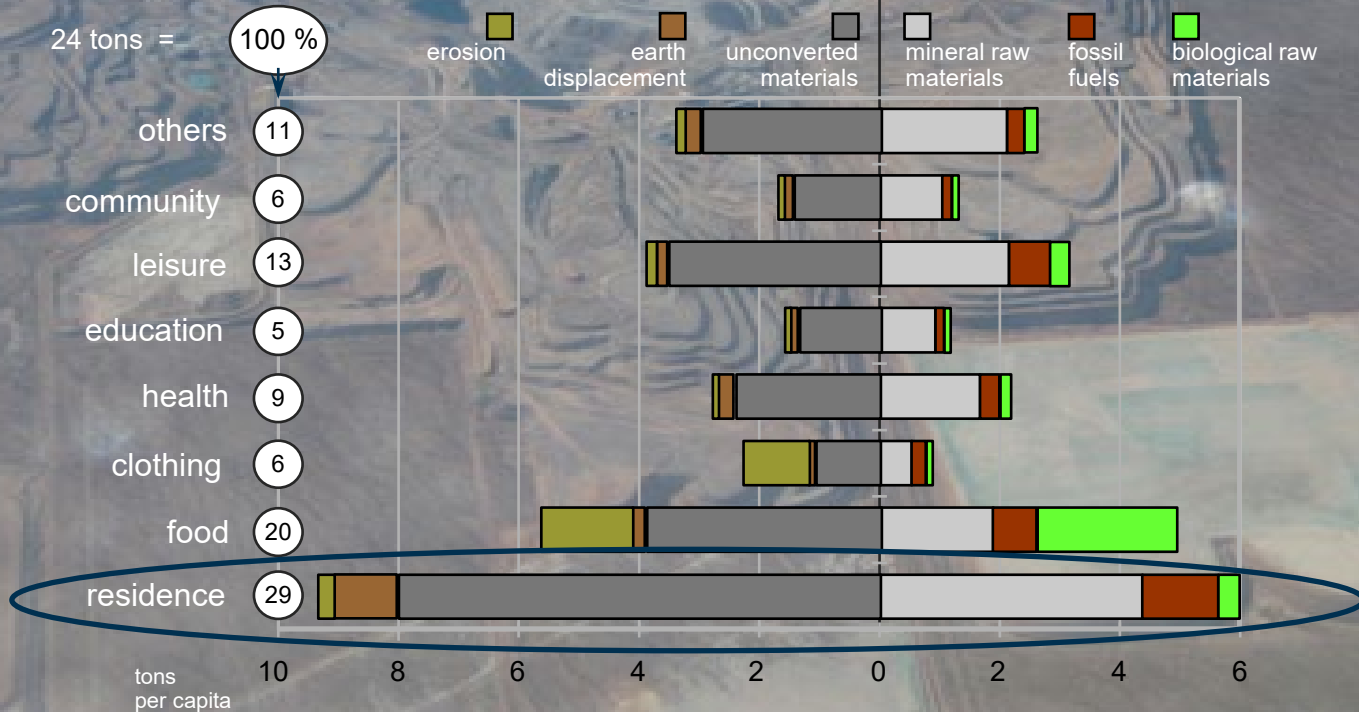
Material needed
per capita per year

24 tons =

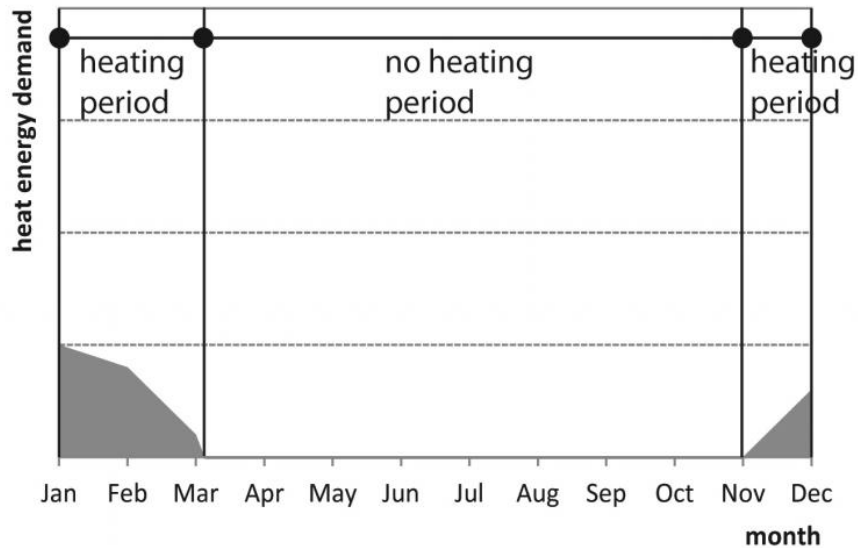
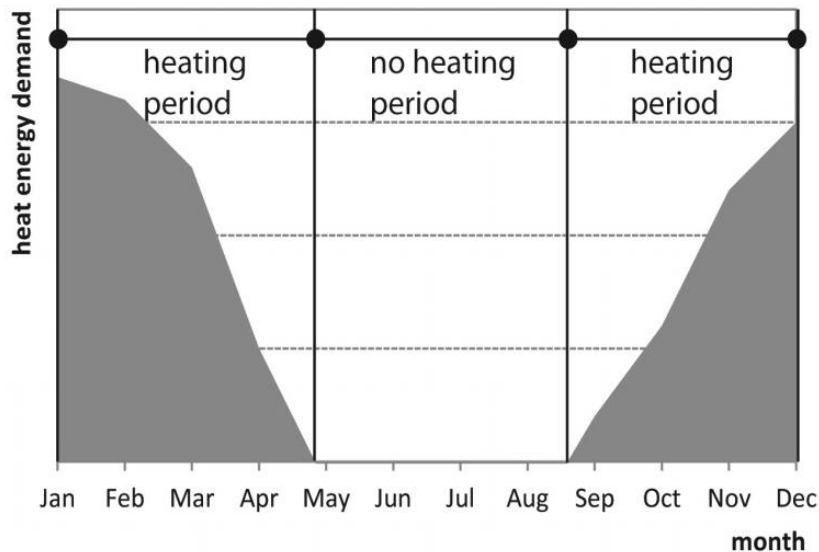
100 %

the hidden material "rucksack"

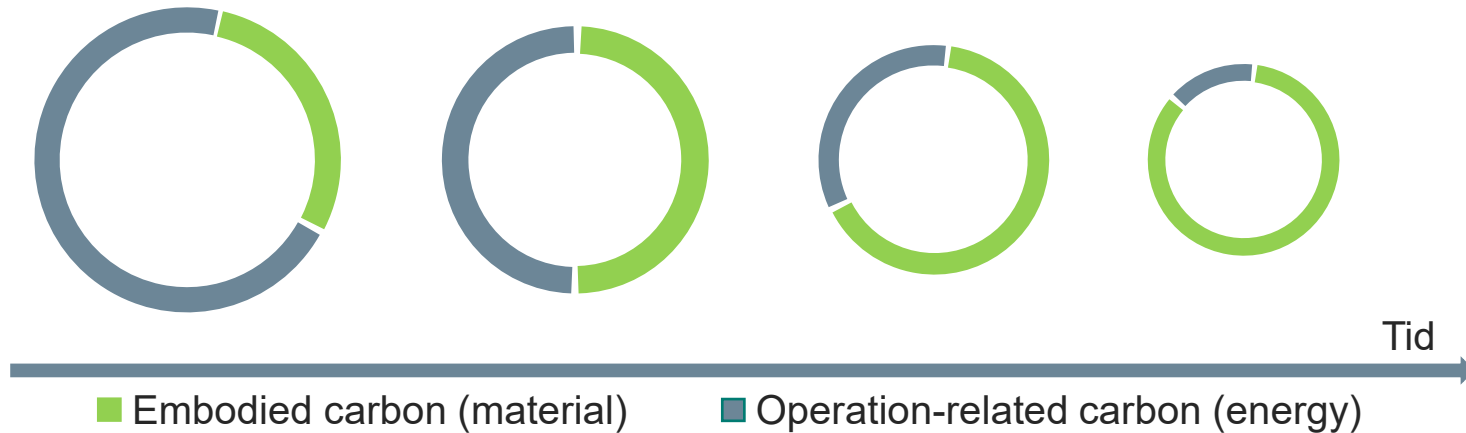
the visible material load



MÅL PÅ NORRA HALVKLOTET



EMBODIED VS. OPERATIONAL CARBON



CPR : EUROPEAN REGULATION 305/2011

4.4.2011

EN

Official Journal of the European Union

L 88/5

**REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of 9 March 2011**

**laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing
Council Directive 89/106/EEC**

(Text with EEA relevance)

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE
EUROPEAN UNION,

Having regard to the Treaty on the Functioning of the European
Union, and in particular Article 114 thereof,

- (4) Member States have introduced provisions, including requirements, relating not only to safety of buildings and other construction works but also to health, durability, energy economy, protection of the environment, economic aspects, and other important aspects in the public interest. Laws, regulations, administrative measures or case-law, established either at Union or Member State level, concerning construction works may have an impact on the requirements of construction

CONSTRUCTION PRODUCTS REGULATION (CPR) & ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS DIRECTIVE (EPBD)

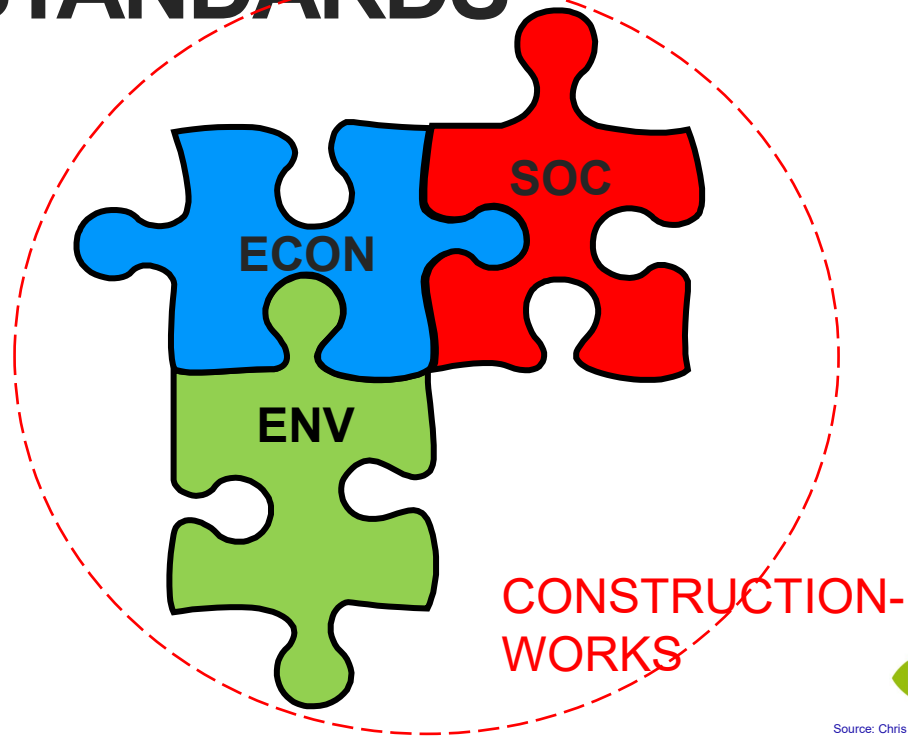
CPR: (Essential) Basic Requirements

1. Mechanical resistance and stability
2. Safety in case of fire
3. Hygiene, health and environment
4. Safety in use and accessibility
5. Protection against noise
6. Energy economy and heat retention
7. **Sustainable use of natural resources**



EPBD: Nearly Zero-Energy Buildings (nZEB)

CEN TC 350 STANDARDS



Source: Chris Hamans (ESC)

SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS

Prerequisite #1 to
SUSTAINABILITY is:

- Without meeting the
functional needs there
is no sustainability

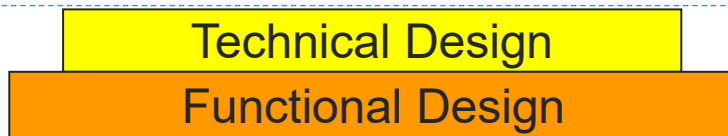


Functional Design

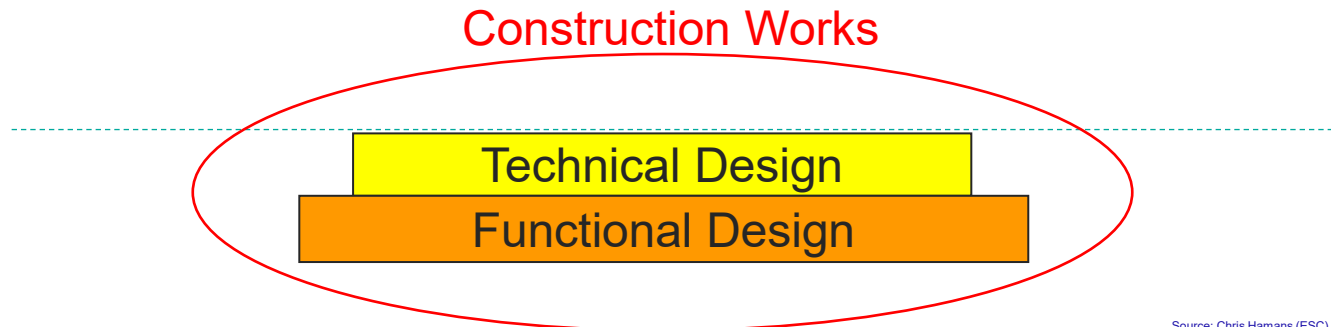
SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS

Prerequisite #2 to
SUSTAINABILITY is:

- Without meeting the **technical** needs there is no sustainability

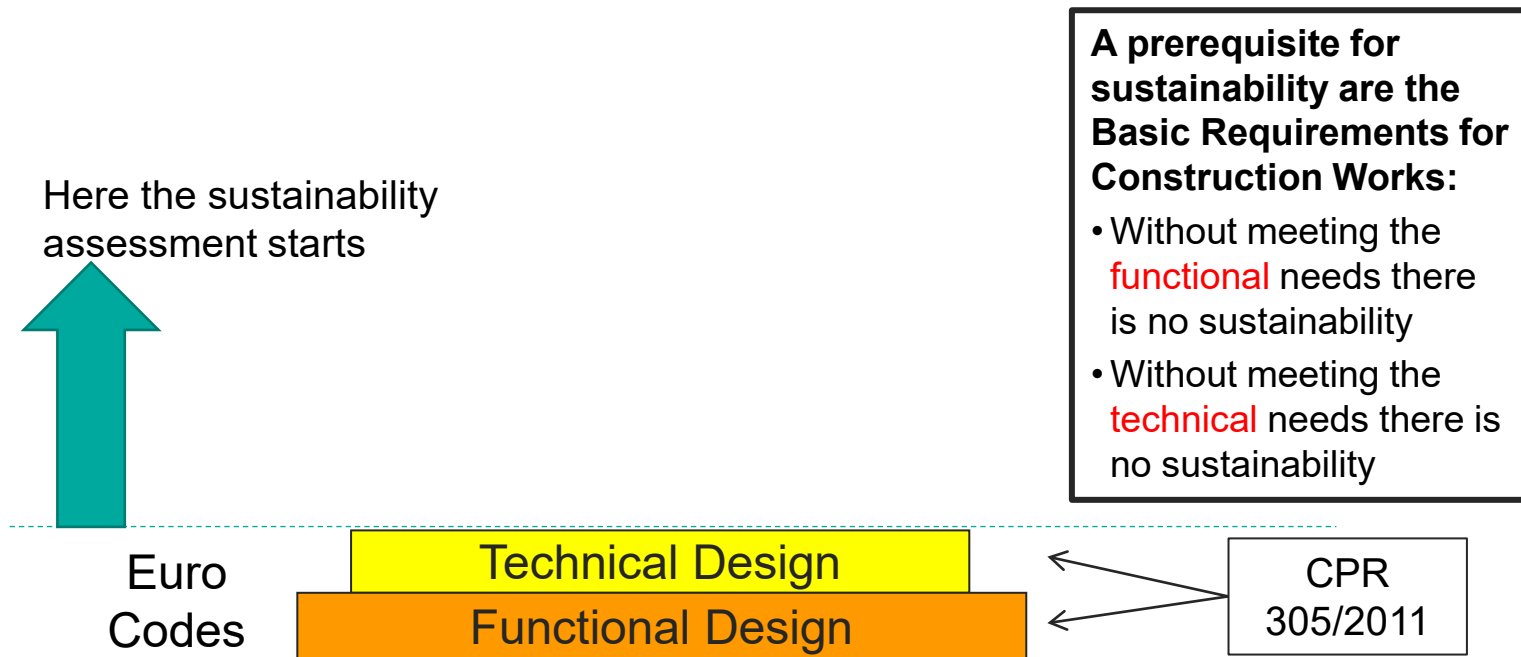


SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS



Source: Chris Hamans (ESC)

SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS



SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS

7th Basic Requirement to Construction Works:
SUSTAINABLE USE of NATURAL RESOURCES

3rd Basic Requirement to Construction Works:
HYGIENE, HEALTH AND THE ENVIRONMENT

Design and Use acc.
BRCW#1-6 result into
consequences for
BRCW#7

A prerequisite for sustainability are the 6 Basic Requirements for Construction Works:

- Without meeting the **functional** needs there is no sustainability
- Without meeting the **technical** needs there is no sustainability

Euro
Codes

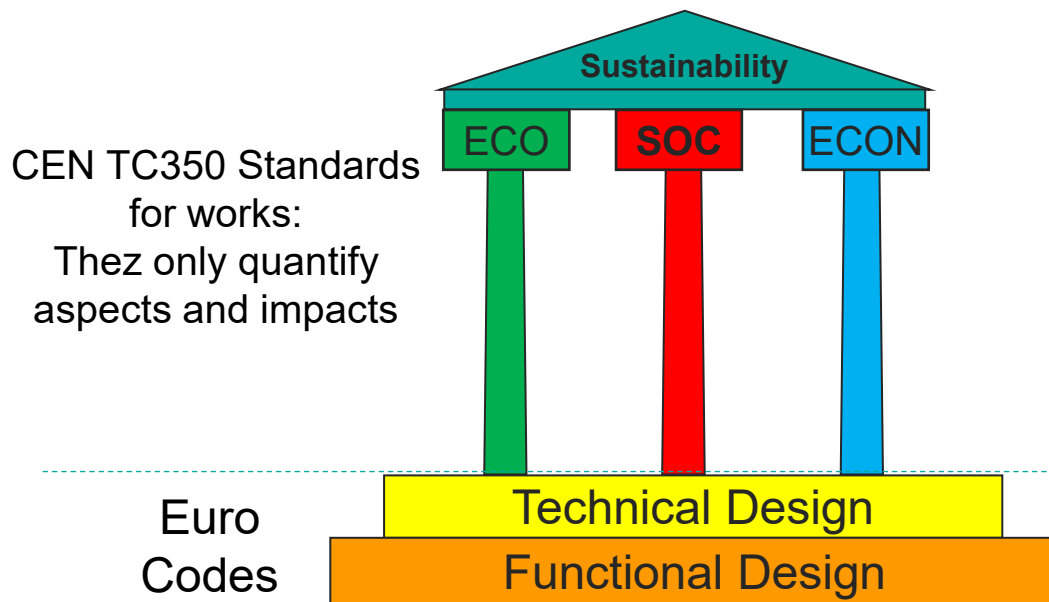
Technical Design

Functional Design

BRCW
1-6

CPR
305/2011

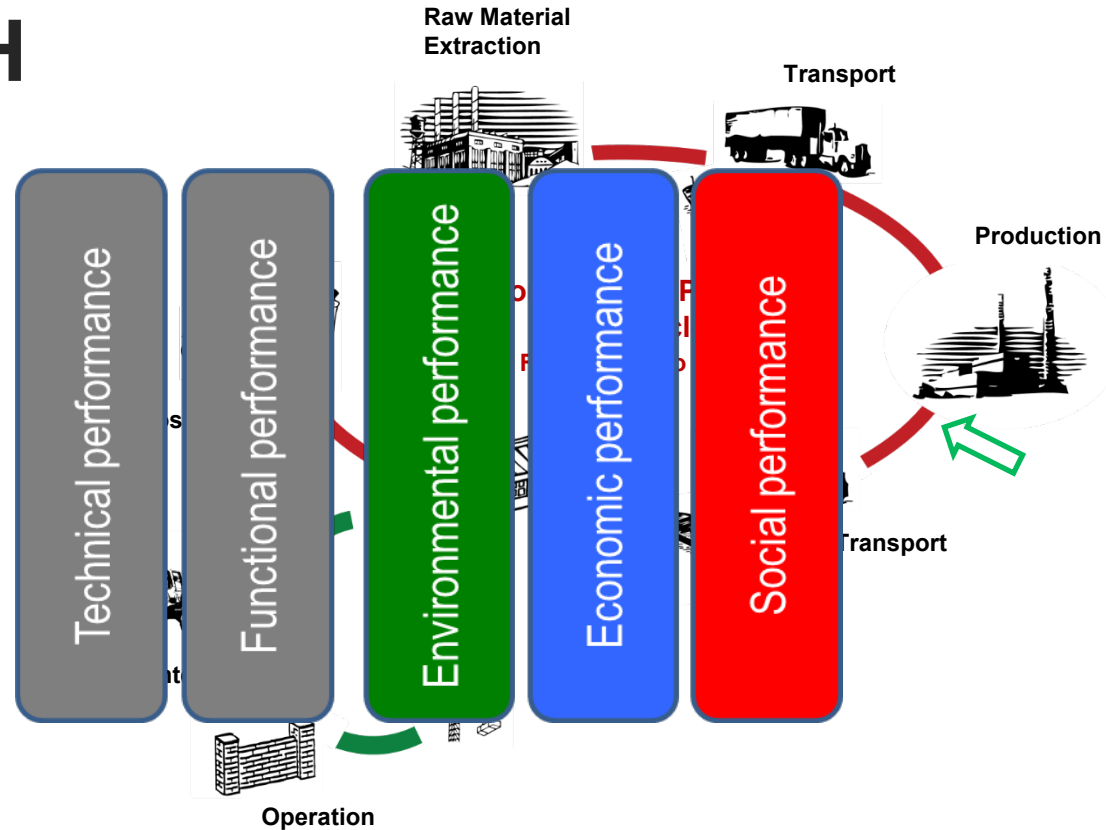
SUSTAINABILITY OF CONSTRUCTION WORKS



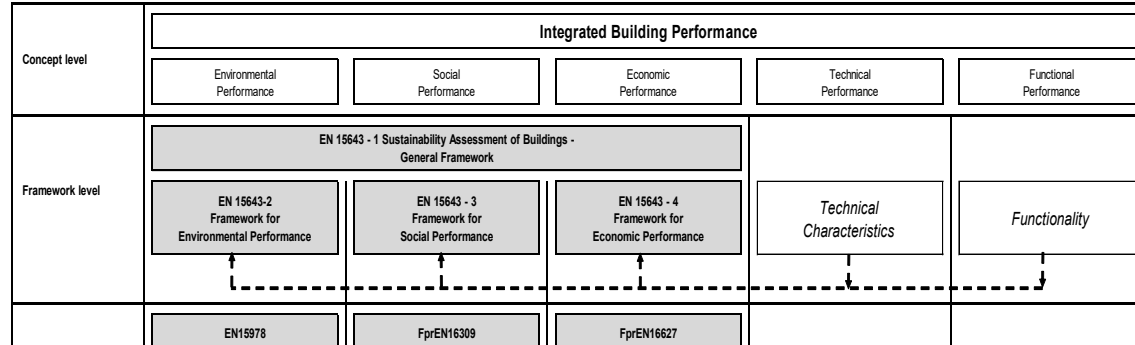
A prerequisite for sustainability are the 6 Basic Requirements for Construction Works:

- Without meeting the **functional** needs there is no sustainability
- Without meeting the **technical** needs there is no sustainability

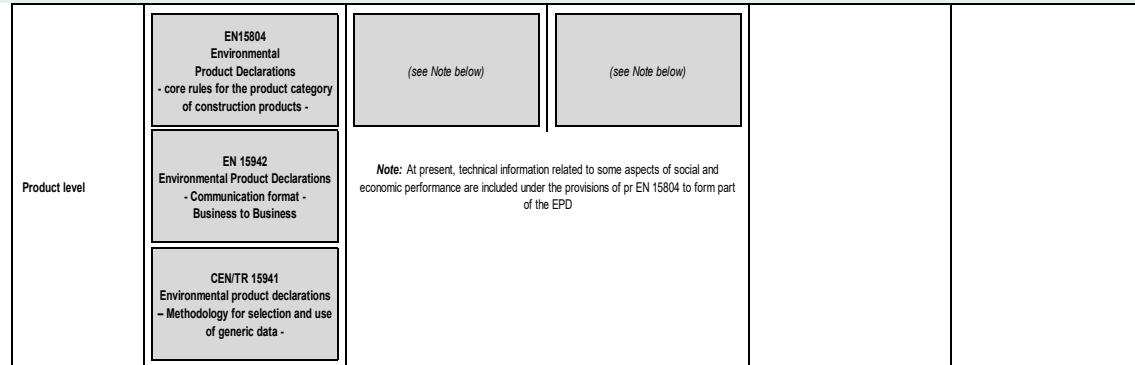
LIFE CYCLE APPROACH



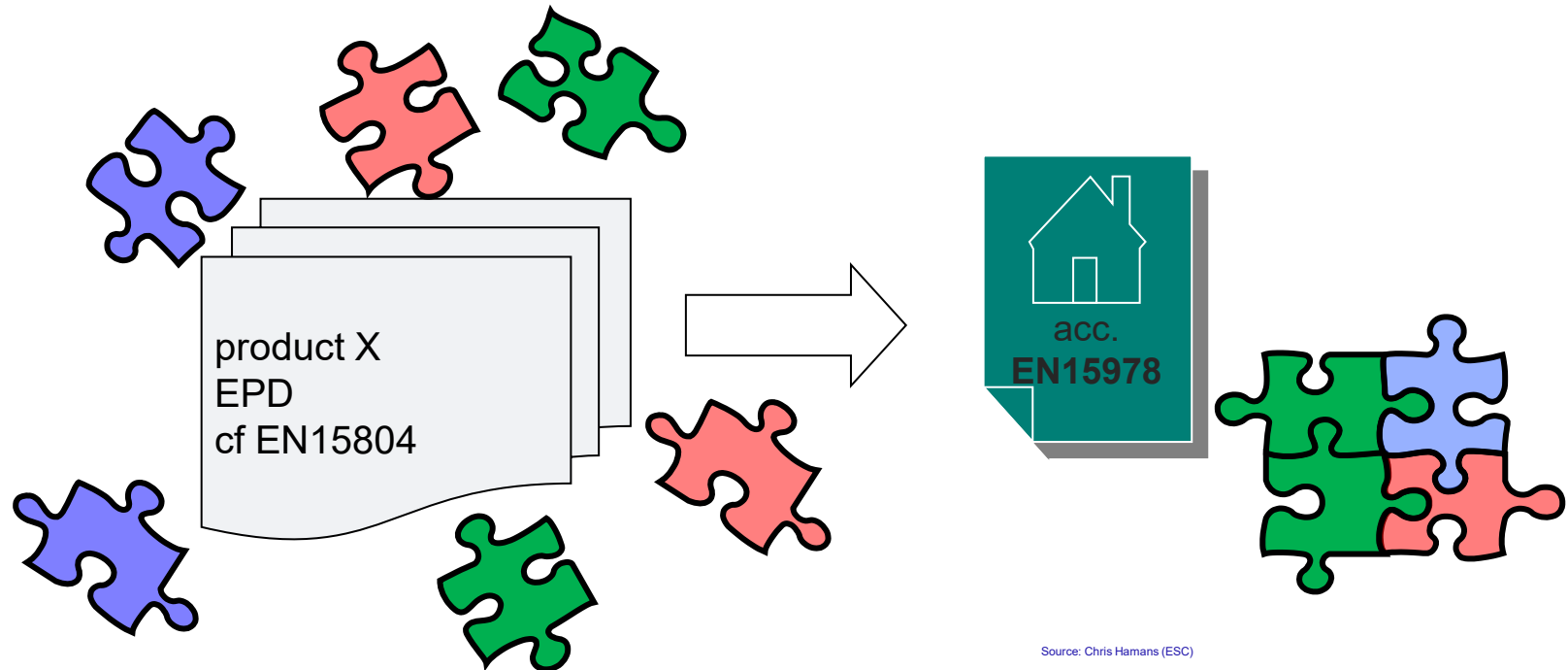
CEN TC350 STANDARDS



A logical and practical structure of standards



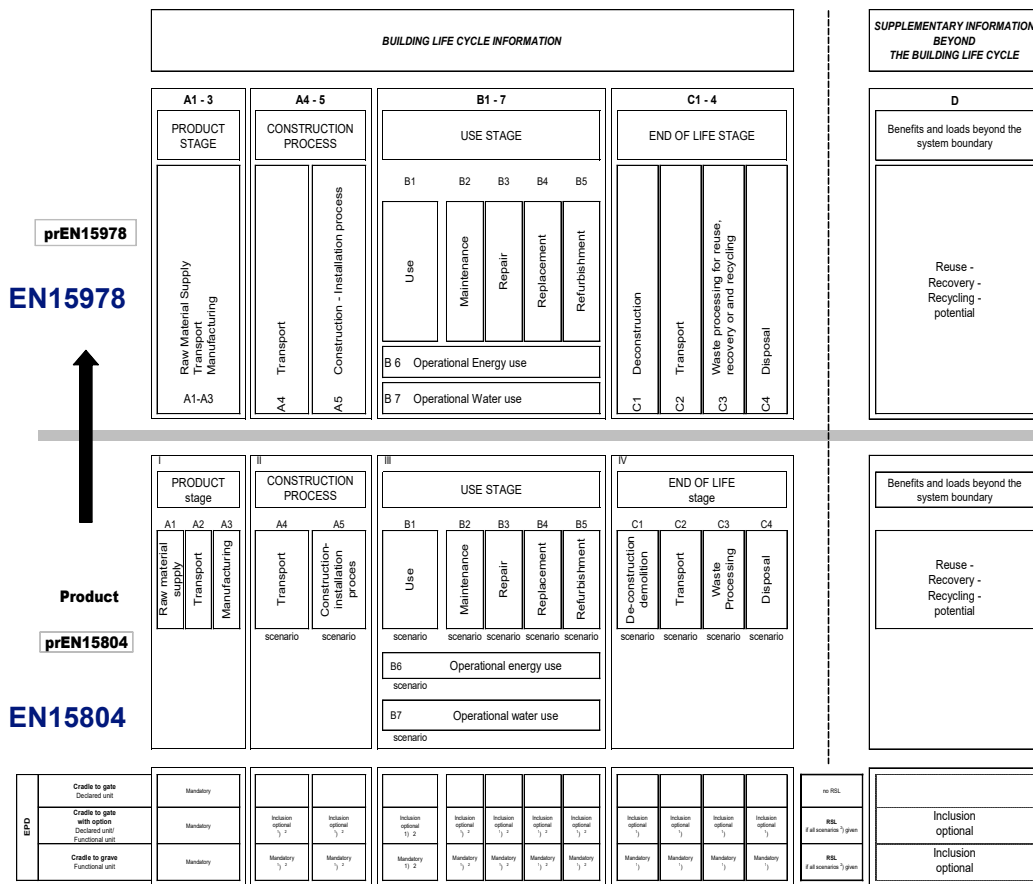
MODULAR SYSTEM: EPDS INPUT FOR BUILDING PERFORMANCE CALCULATION



Source: Chris Hamans (ESC)

LIFE CYCLE ASSESSMENT: PRODUCT (ISO EN 15804)

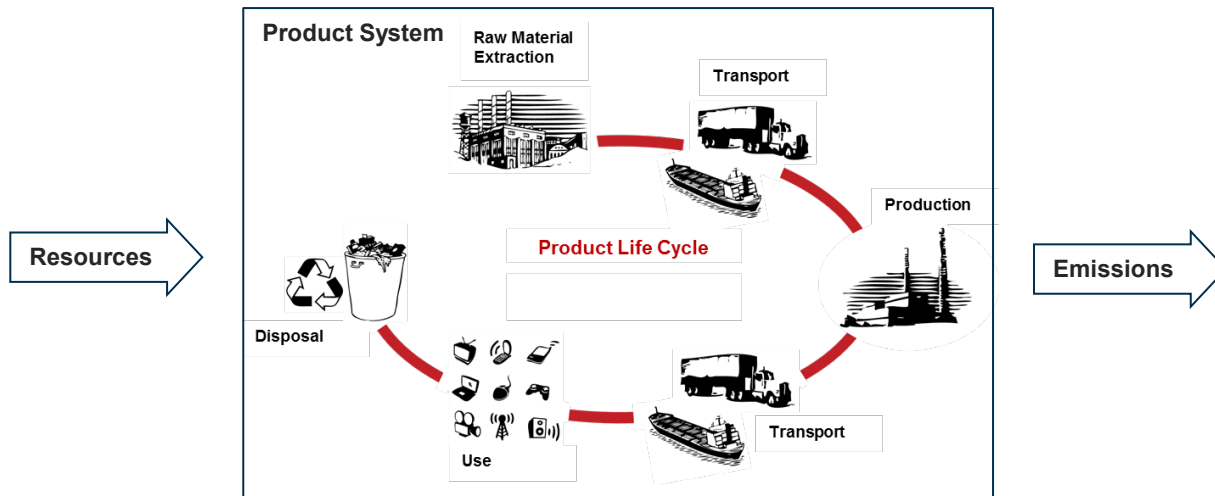
Building Assessment Information															
Building Life Cycle Information											Supplementary Information beyond the Building Life Cycle				
A1-A3			A4-A5		B1-B7					C1-C4				D	
PRODUCT stage			CONSTRUCTION PROCESS stage		USE stage					END OF LIFE stage				Benefits and loads beyond the system boundary	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4		
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction-installation process	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Deconstruction Demolition	Transport	Waste Processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-Potential	
			scenario	scenario	scenario	scenario	scenario	scenario	scenario	scenario	scenario	scenario	scenario		scenario
			B6		Operational energy use										
			scenario												
			B7		Operational water use										
scenario															



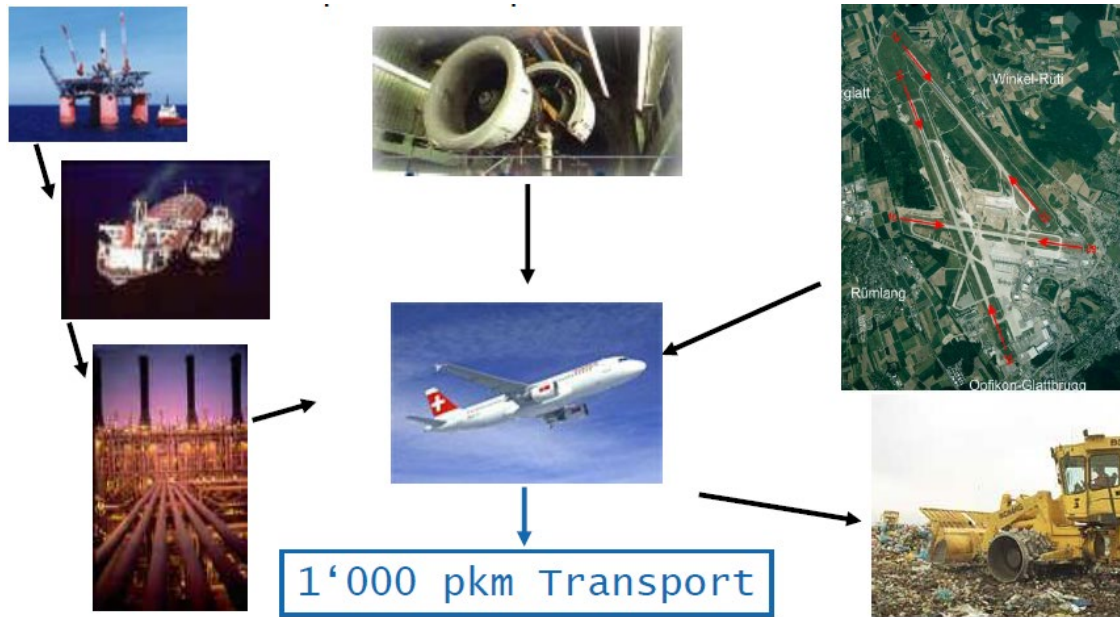
PRODUCT information = input for the **BUILDING** assessment

VAD ÄR LIVSCYKELANALYS (LCA)

LCA är en bedömningsmetod för att kvantifiera en produkts miljöpåverkan under hela livscykeln som är internationellt standardiserad i ISO14040, 14044



BAKOM VARJE PRODUKT FINNS ETT PRODUKTSYSTEM



Source: Frischknecht, Lecture material «Umweltverträgliche Technologien»

ANLEDNINGAR TILL ATT UTFÖRA EN LCA

Vad LCA kan säga

- Konsekvenser av förändringar
- Förbättringsmöjligheter

Varför utföra LCA

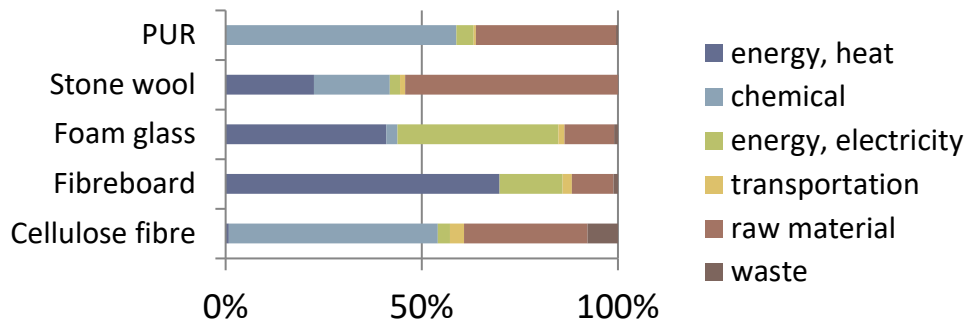
- Utforska och lär dig mer om livscykeln
- Stöd produktutveckling och strategisk planering
- Används för marknadsföring

Hur LCA kan göras

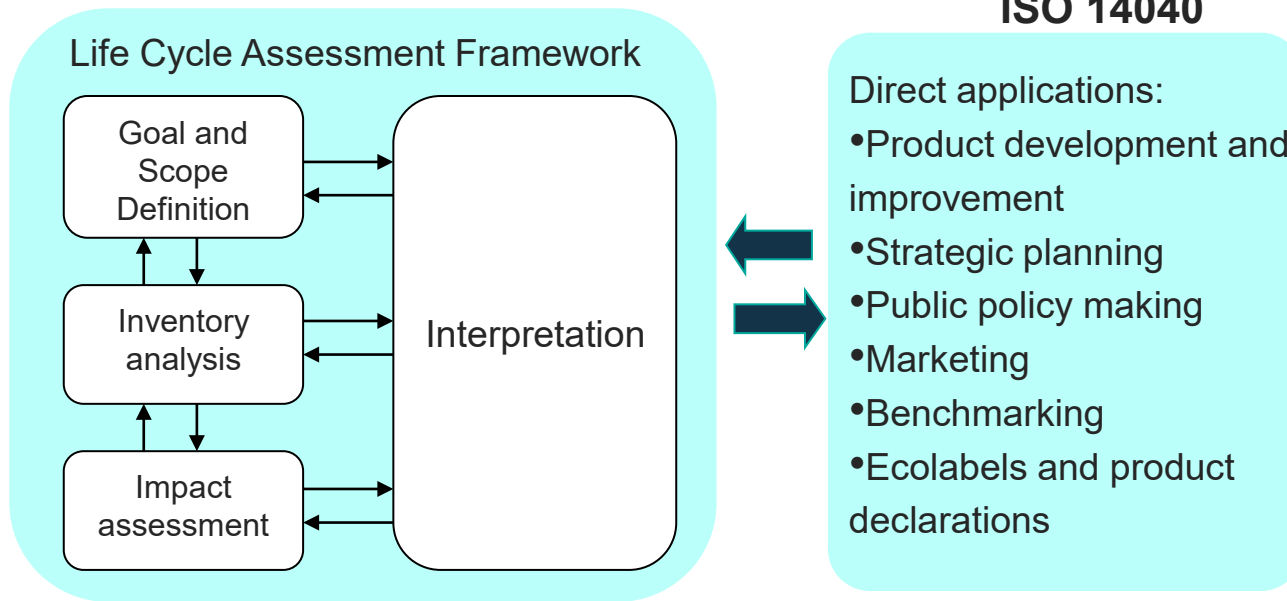
- Jämförelse av två (eller fler) produkter, processer eller tjänster
- Analysera förbättringar av en produkt (hot spot-analys)

HUR LCA ANVÄNDS I BYGGGBRANSCHEN

- Jämföra produkter
- Identifiering av hotspots

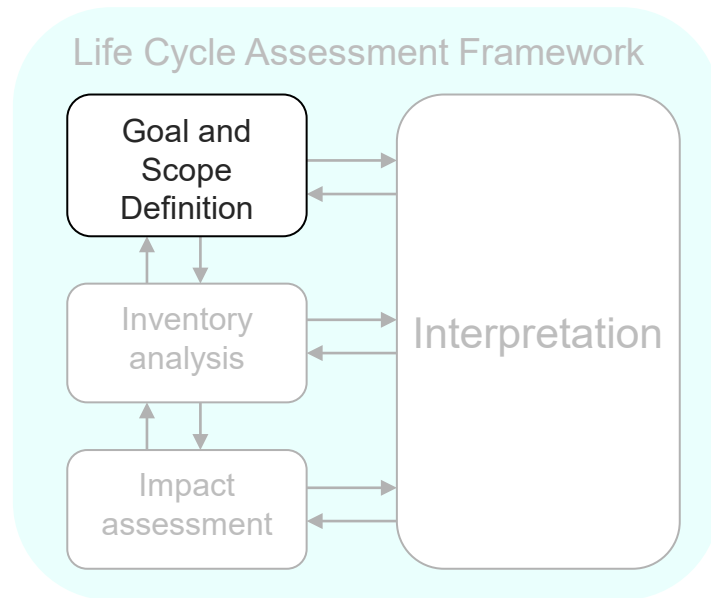


LCA STANDARD



STEG I EN LCA

- Goal and Scope
- Life Cycle Inventory
- Life Cycle Impact Assessment
- Interpretation



STUDIENS MÅL OCH OMFATTNING

The goal definition shall unambiguously
state the intended application, the reason
for carrying out the study and the
intended audience

(ISO 14040)

FUNKTIONELL ENHET



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FUNKTIONELL ENHET

1kg



1m² with R=1
m²K/W



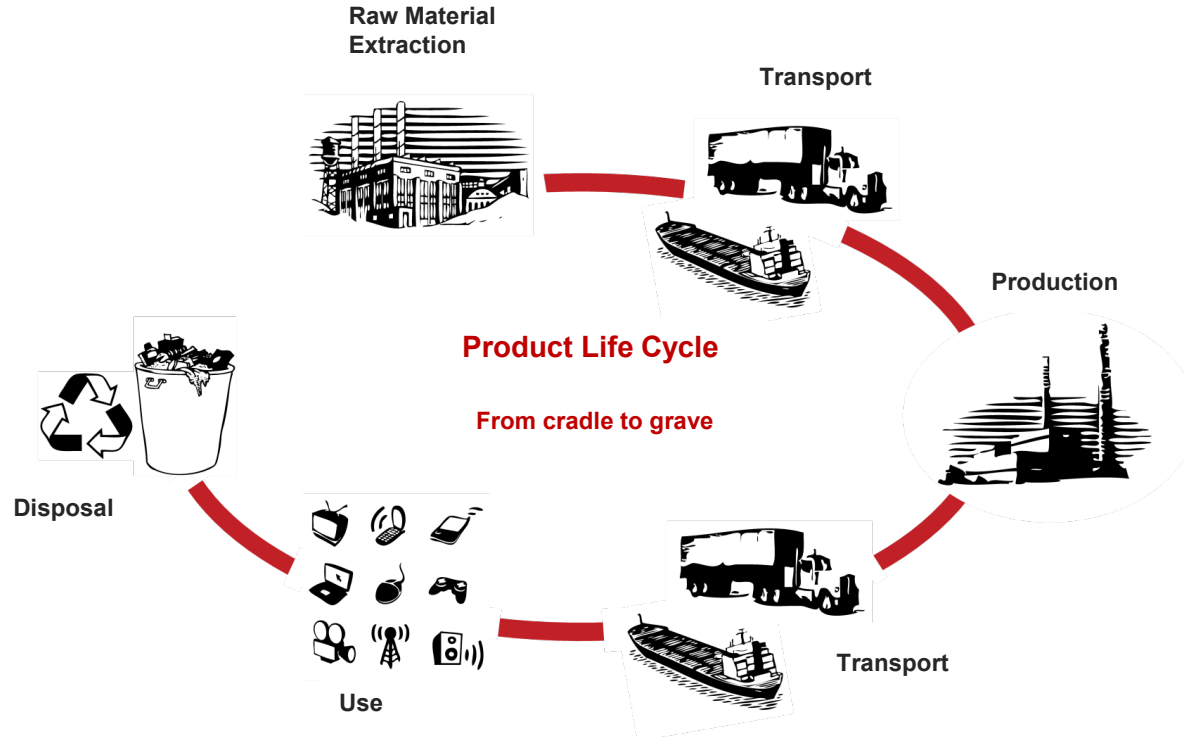
1m³



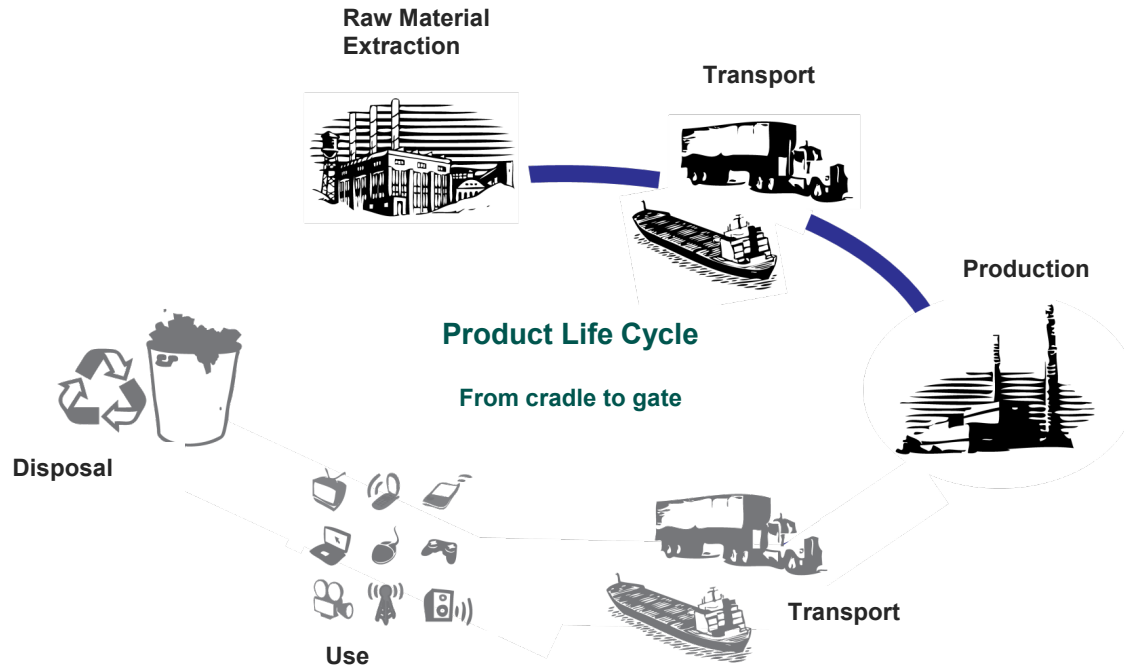
SYSTEMGRÄNSER

- Vilka processer ska inkluderas?
- Enligt valda gränser, olika resultat

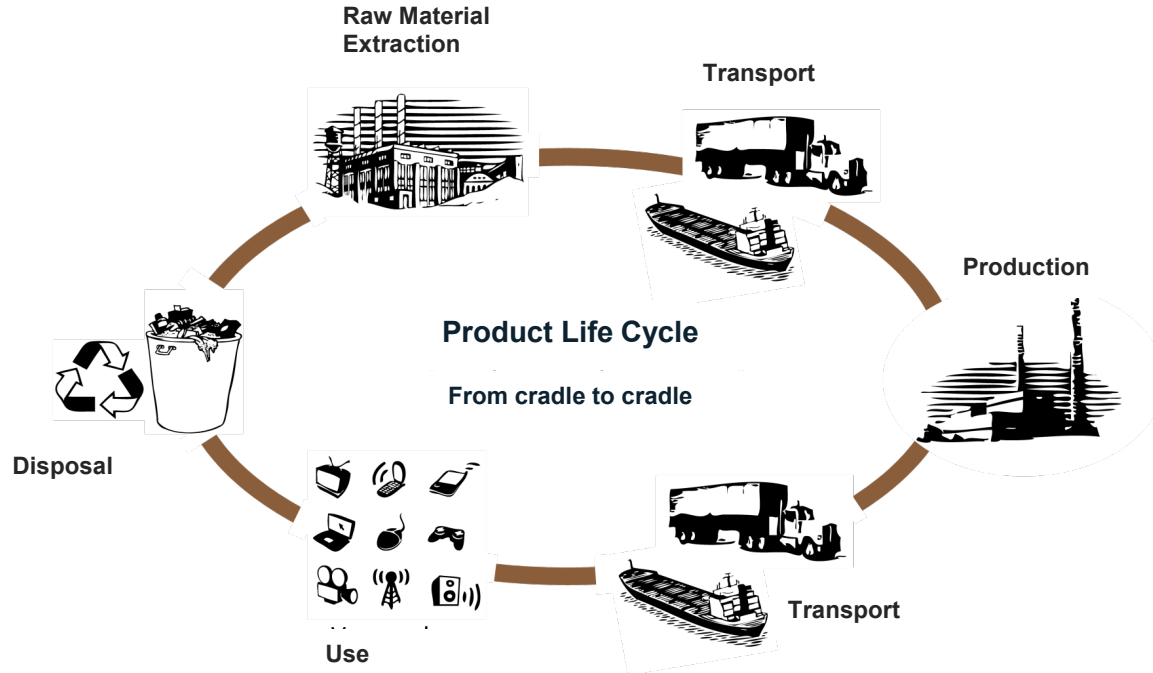
SYSTEMGRÄNS – VAGGA TILL GRAV



SYSTEMGRÄNS – VAGGA TILL GRIND



SYSTEMGRÄNS – VAGGA TILL VAGGA



STAGES OF WHOLE-BUILDING LIFE CYCLE ASSESSMENT EN 15978:2011

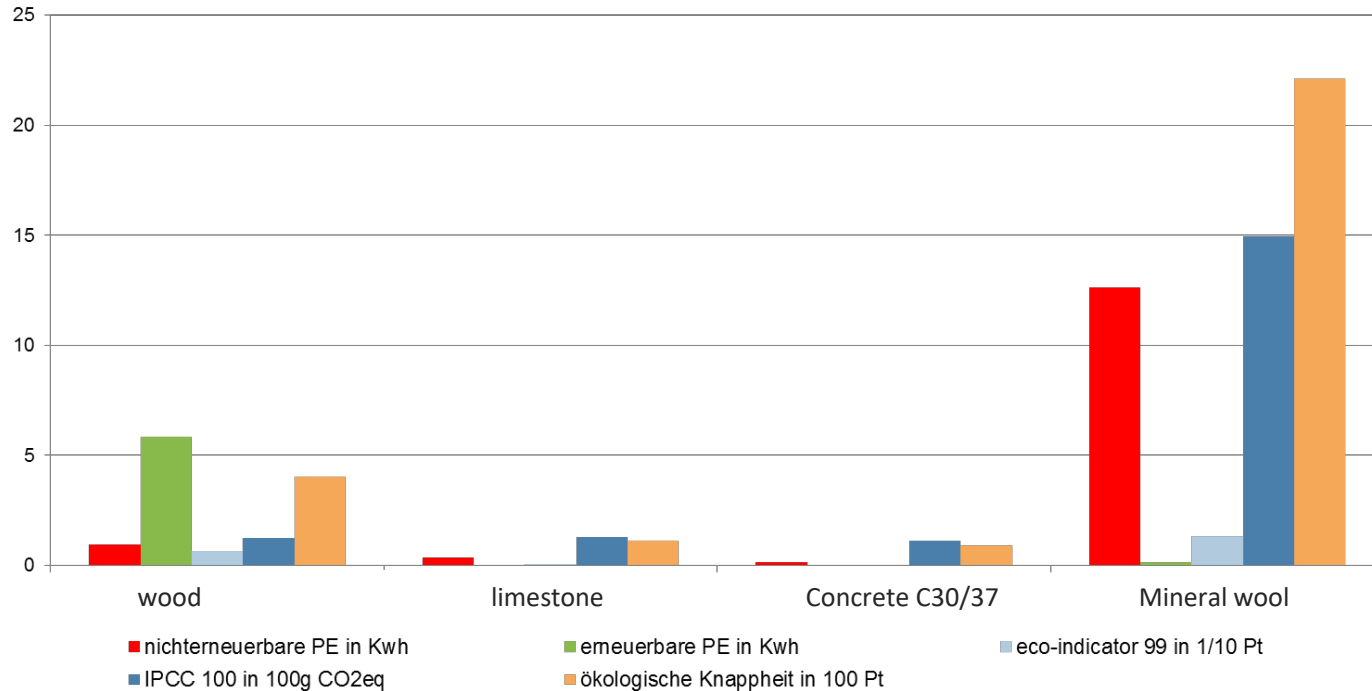


CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Pre-use					Use							Post use					
BUILDING LIFE CYCLE INFORMATION																ADDITIONAL INFORMATION	
Product Stage			Construction Process Stage		Use Stage							End of Life Stage				Potential Benefits and Loads	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
Raw Material Supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction/Installation Process	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational Energy Use	Operational Water Use	Deconstruction/Demolition	Transport	Waste Processing	Disposal	Recovery Reuse Recycling - Potential	
Embodied Impact										Operational Impact		Embodied Impact				Embodied and Operational Impact	

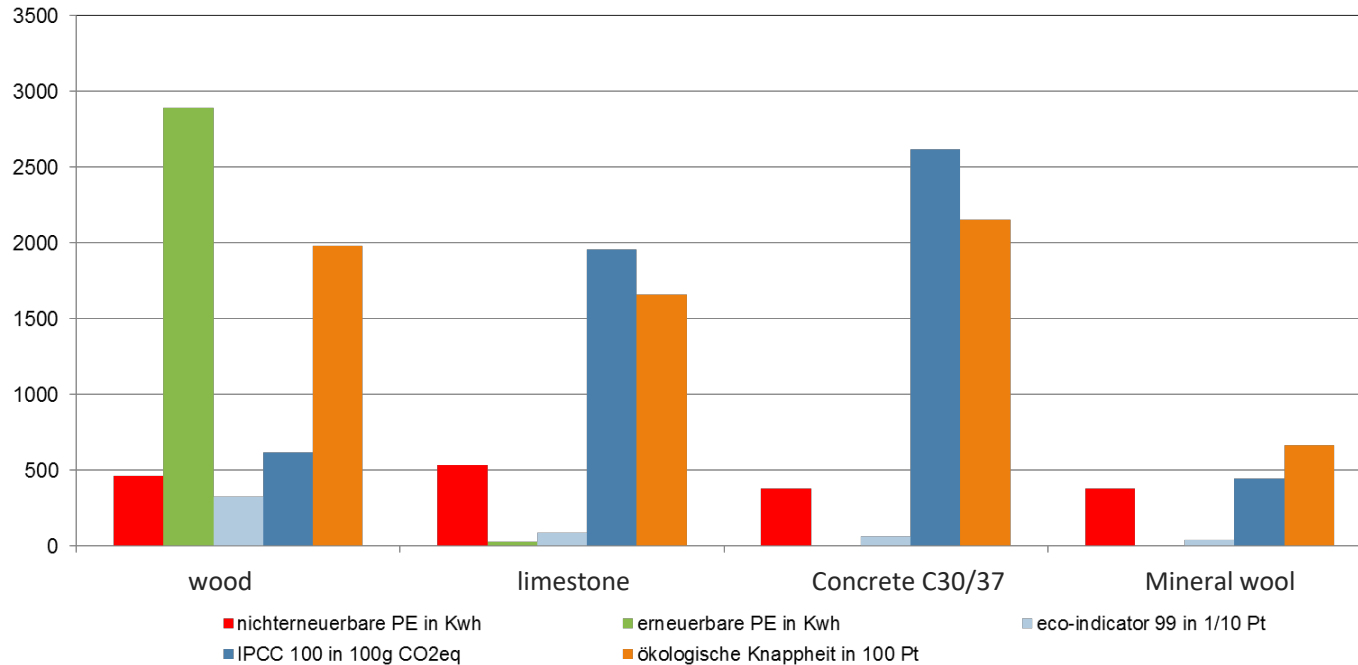
ATT SKAPA 1 KG MATERIAL

RESULTERAR I ...



ATT SKAPA 1 M3 MATERIAL

RESULTERAR I ...



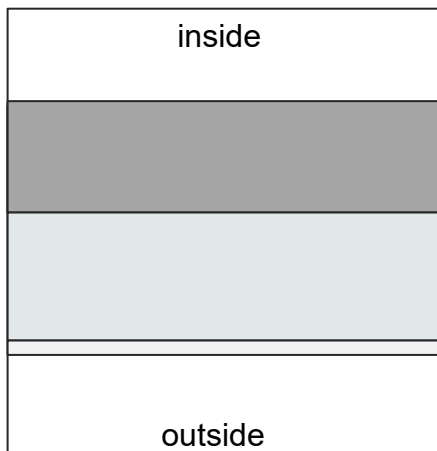
[GWP [kg CO₂ eq / kg]
| fase A1-A3

scroll ned til "BEREGNEREN"
vælg materialer i pyramiden (klik) for at
medtage dem i beregningen

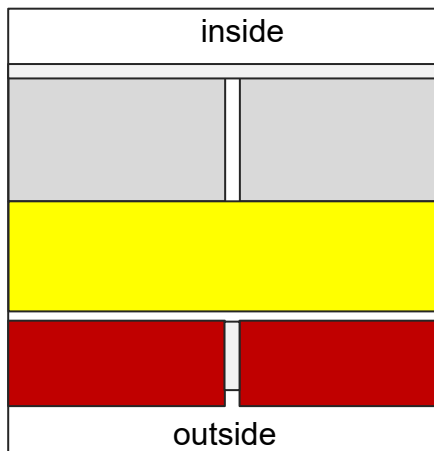


SKAPAR 1 KVM VÄGG

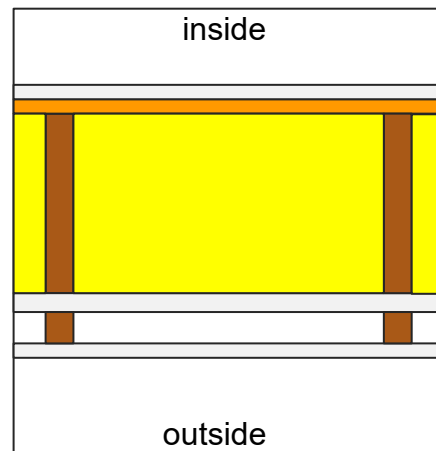
Alla tre väggar har ett U-värde på cirka 0,15 W / m²K



Make-up:
150 mm concrete
220 mm EPS
15 mm plaster

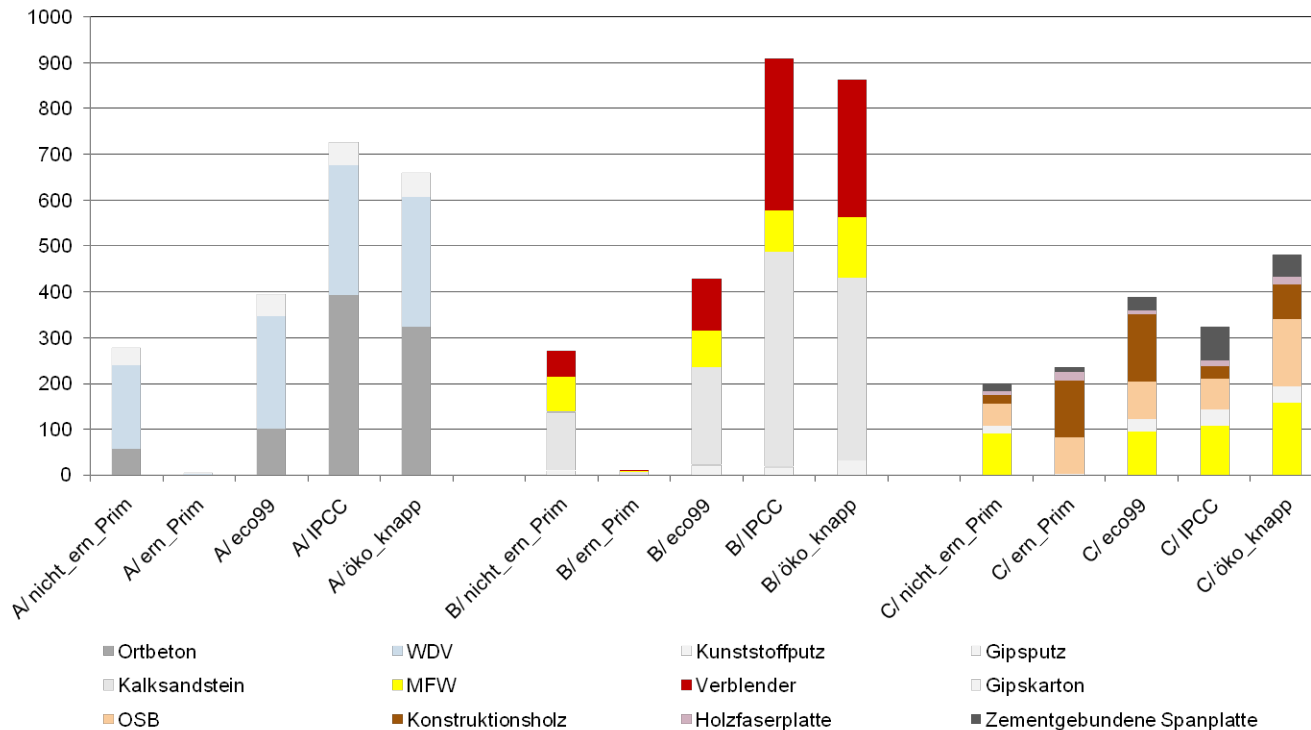


Make-up:
15 mm gipsum plaster
240 mm limestone
200 mm mineral wool
10 mm air
115 mm brick



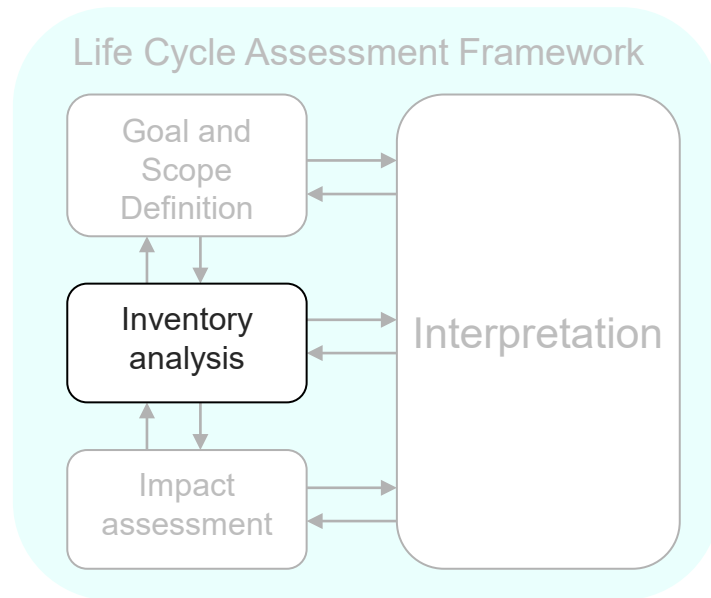
Make-up:
12,5 mm gipsum board
22 mm OSB
280 mm mineral wool/ wood
20 mm wood fibre board
10 mm cement based board

ATT SKAPA 1KVM VÄGG RESULTERAR I ...



STEG I EN LCA

- Goal and Scope
- Life Cycle Inventory
- Life Cycle Impact Assessment
- Interpretation

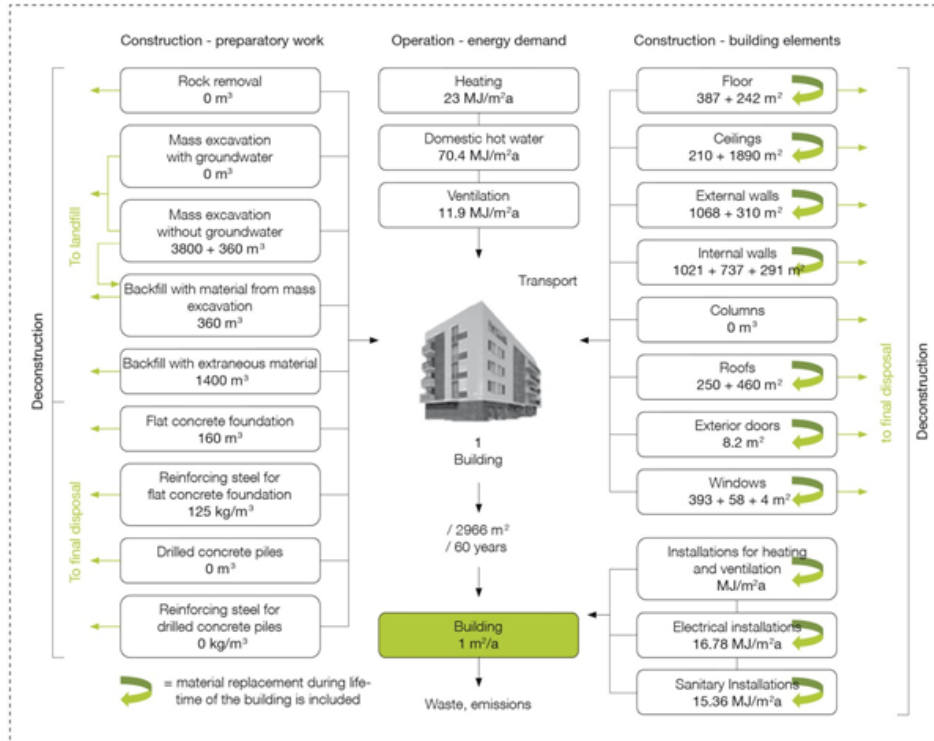


LIVSCYKELINVENTERING

- Datainsamling och beräkningsförfaranden för att kvantifiera relevanta in- och utgångar från ett produktsystem (ISO 14040).
- Behov av att ett första allmänt flödesschema för systemet studeras.
- Behöver inte innehålla alla detaljer i livscykeln.

INITIALT FLÖDESSCHEMA - BYGGNADSEXEMPEL

System boundary LCA for mfh11



Life Cycle model:
“from cradle to grave”

Allocation: Cut-off at end-of-life

Functional unit:
1m² of energy
reference area/ 1 year
of building lifetime

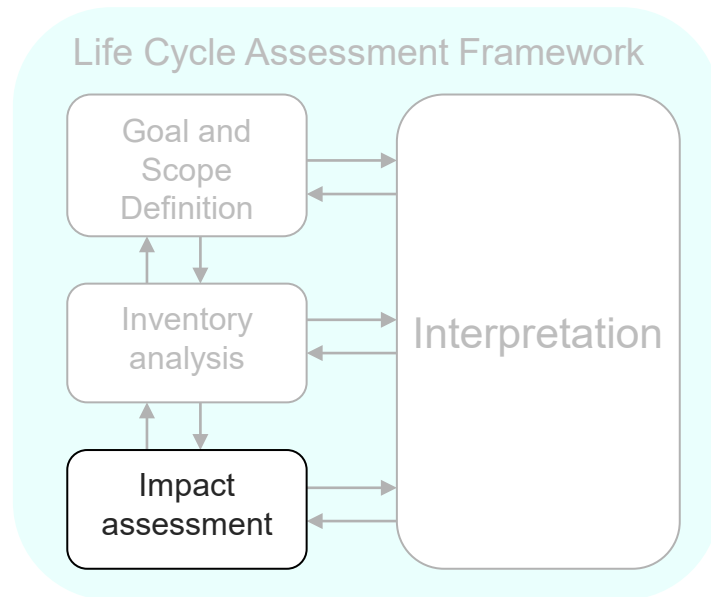
Building lifetime:
60 years

Life Cycle Inventory
Data for energy- and
material processes:
Ecoinvent database

Modeling of building
lifecycle /
Life cycle assessment
-> SimaPro Software

STEG I EN LCA

- Goal and Scope
- Life Cycle Inventory
- Life Cycle Impact Assessment
- Interpretation



VARFÖR KONSEKVENSBEDÖMNING?

- LCI-resultat är en lång lista med in- och utgångar till naturen
- Inte lätt att dra slutsatser

	LCI	Impact categories
Consumption	1kg Fe 1kg Ni 1kg sand	Depletion of resources
Emission to air	1kg CO ₂ 1kg CH ₄ 1kg SO ₂ 1kg NO ₂	Climate Change Acidification
Emission to soil	1kg Hg	Toxicity
Emission to water	1kg Cu	

LCIA-METODER

- Midpoint methods

- CML
- EDIP
- ReCiPe
- Ecological Scarcity

- Endpoint Methods

- Eco-indicator 99
- ReCiPe
- IMPACT 2002

MIDPOINT INDICATORS

Karakterisering av LCI genom potentiella effekter

- Human-toxicity
- Eco-toxicity
- Freshwater depletion
- Mineral resource depletion
- etc.

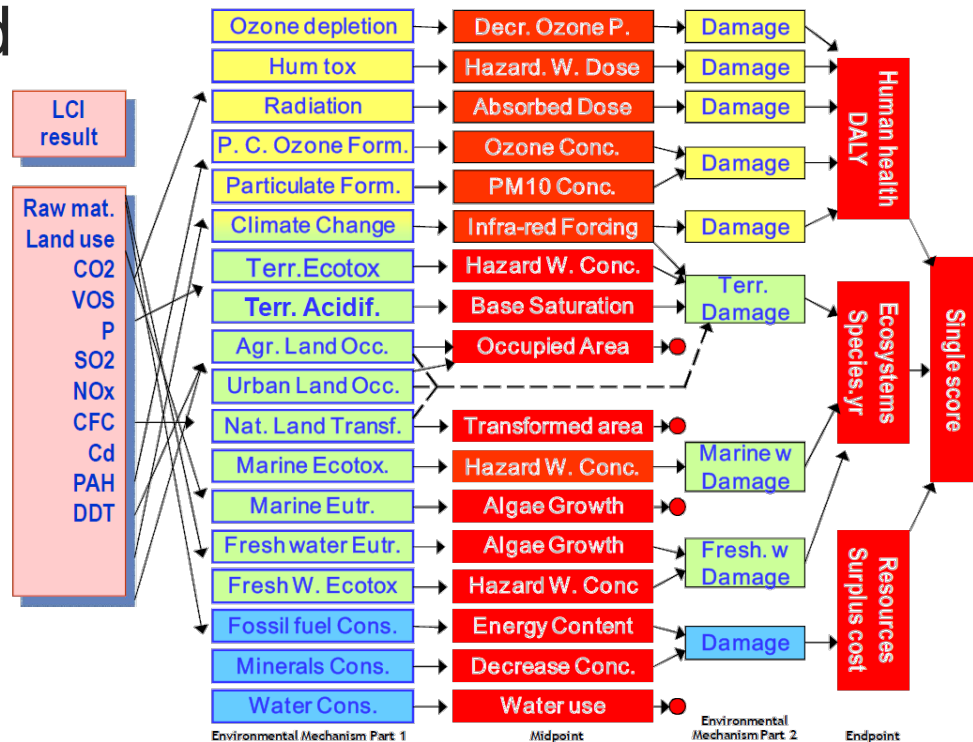
Global Warming Potential (GWP)
(IPCC2001, CML2001)

	IPCC			CML 2001		
	20	100	500	20	100	500
CO ₂	1	1	1	1	1	1
CH ₄	62	23	7	56	21	6.5
N ₂ O	275	296	156	280	310	170
HFC 23	9400	12000	10000	9100	11700	9800
HALON-1301	7900	6900	2700	6200	5600	2200

ENDPOINT INDICATOR

Normaliserad och viktad

Ex: ReCiPe

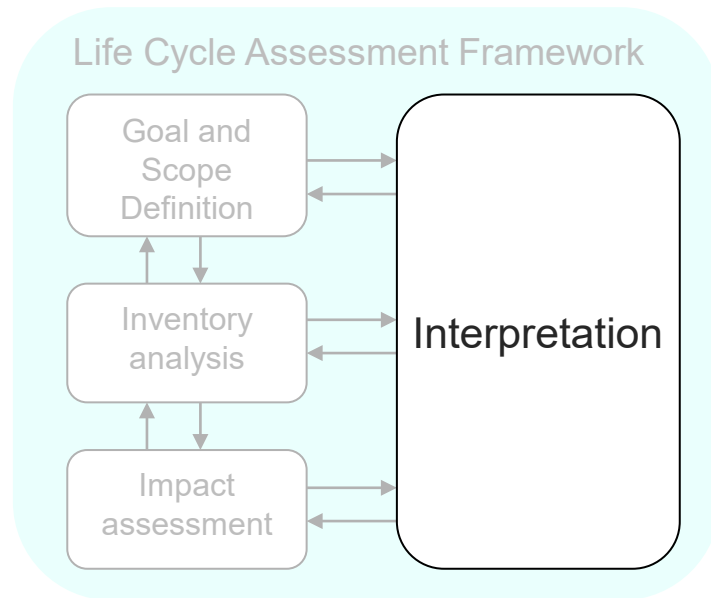


SLUTSATSER OM LCA

- LCA kan hjälpa till att fatta välgrundade beslut om en produkts miljöpåverkan
- Att göra ett välgrundat val mellan produkter och jämföra produkter
- Att identifiera förbättringspotentialer för en produkt (hot spot-analys)
- Olika LCA ger olika resultat beroende på funktionell enhet, systemgränser etc.
- Sällan så att en produkt är den «bäst presterande» produkten i alla miljökategorier
- LCA hjälper till att lyfta fram dessa avvägningar

STEG I EN LCA

- Goal and Scope
- Life Cycle Inventory
- Life Cycle Impact Assessment
- Interpretation



ENVIRONMENTAL LABELING

Voluntary measure:

So-called „soft“ instruments without any binding character



ENVIRONMENTAL LABELS CLASSIFICATION



Source: https://www.ungm.org/Areas/Public/Downloads/Env_Labels_Guide.pdf

SVENSKA KLIMATMÅL OCH ÅTGÄRDER VIDTAGNA AV TRAFIKVERKET



- Sverige borde inte ha några nettoklimatgasutsläpp år 2045
- Sverige borde vara ett av de första fossilfria länderna i världen
- Infrastrukturer (byggande, drift och underhåll) står för 5-10% av klimatutsläppen från vägar och järnvägar
- Sedan 2015 beräknar Trafikverket klimatpåverkan ur ett LCA-perspektiv för alla större investeringsprojekt
- Klimatkalkyl (<https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/Klimatkalkyl/>)

SWEDISH CLIMATE GOALS AND ACTIONS TAKEN BY BOVERKET

From January 1, 2022 a climate declaration for buildings will be required



BOVERKETS PROPOSAL FOR GHG EMISSION CALCULATION OF BUILDINGS



Climate declaration for buildings
(<https://www.boverket.se/sv/byggande/uppdrag/klimatdeklaration/>)

GRØNN MATERIALGUIDE

VEILEDER I MILJØRIKTIG MATERIALVALG
VERSION 2.2

context as
shaping environments

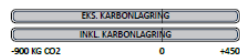


KONSTRUKTIVE MATERIALER

KONSTRUKTIVE MATERIALER

SAMMENLIGNING

KLIMAGASSUTSLIPP



RESSURSGRUNNLAG



AVHENDING



KJEMIKALIEINNHOLD



INNEKLIMA



MILJØDOKUMENTASJON



BETONG



KONSTRUKSJONSVIRKE



LIMTRE



MASSIVTRE



STÅL



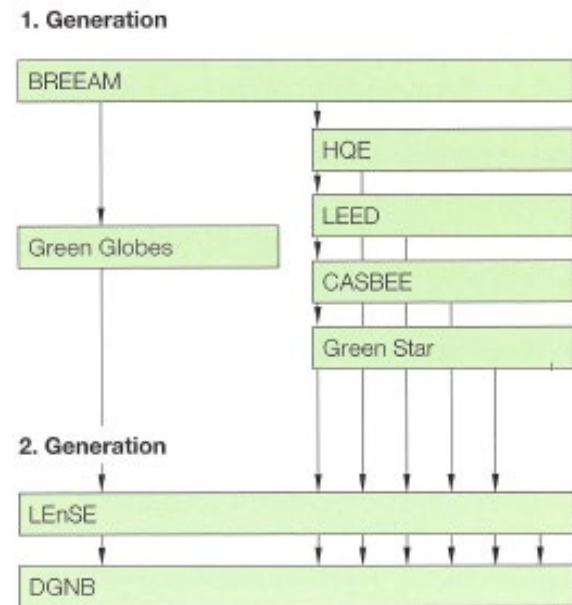
„GRÖNA BYGGNADER“ VS „HÅLLBARA BYGGNADER“

1a Generation „Gröna byggnader“

- Bedömning av den "gröna" prestationen
- Byggcertifiering huvudsakligen baserad på 1 pelare (ekologi)

2^a Generation „Hållbara byggnader“

- Helhetsbedömning
- Fokusera på alla tre hållbarhetspelare (ekologi, ekonomi, samhälle)



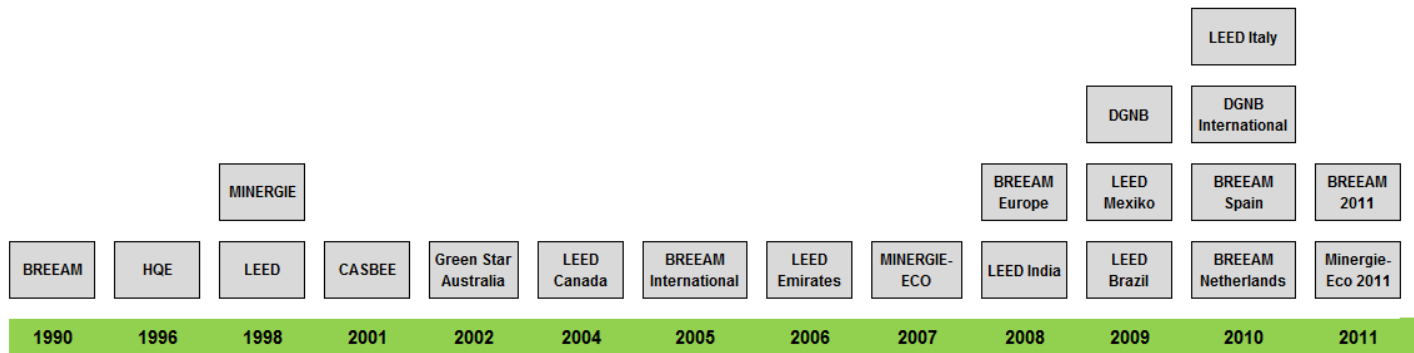
Source: Abb. 1.30 aus „Zertifizierungssysteme für Gebäude“, Detail Green Books, 2010

„GRÖNA BYGGNADER“ VS „HÅLLBARA BYGGNADER“

	1. Generation "Green Buildings"		2. Generation "Sustainable Buildings"
	BREEAM	LEED	DGNB
Environmental aspects	Energy Water Materials Emissions Waste	Energy & Climate Efficient water use Materials & Resources	Impacts on the global and local environment Resource use & Waste production
Economic aspects	Management (LCC)	-	Life cycle costs Value creation
Social aspects	Health & Comfort	Comfort & Indoor Environmental Quality	Health, Comfort, User satisfaction Functionality Design Quality

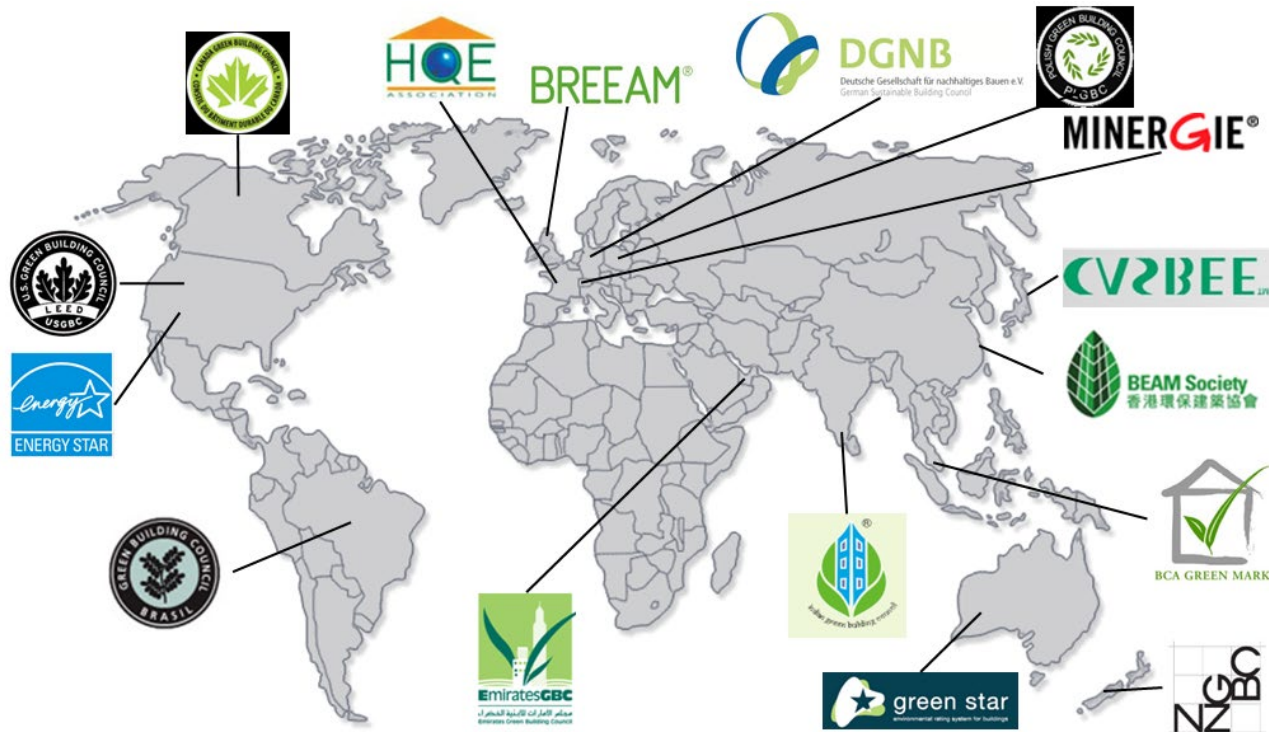
Källa: Illustration baserad på figur 4.11a från «Zertifizierungssysteme für Gebäude», Detail Green Books, 2010

HISTORISK UTVECKLING



Källa: Illustration baserad på figur 1.32 från «Zertifizierungssysteme für Gebäude», Detail Green Books, 2010

CERTIFIERINGSSYSTEM - KARTA



VARFÖR BYGGCERTIFIERINGSSYSTEM?

- Minska avfall som skickas till deponier
- Spara energi och vatten
- Lägre driftskostnader
- Minska skadliga växthusgasutsläpp
- Certifierade byggnader genererar ett högre värde (öka tillgångsvärdet)
- Ökad marknadsförbarhet
- Investerings- och avkastningssäkerhet (riskminimering)
- Högre attraktivitet för hyresgäster och köpare (högre hyror)
- Hälsosammare liv och arbetsmiljö
- Demonstration av företagens sociala ansvar
- Fördelar med allmän bild
- Fördelar i konkurrens
- Högre prestanda

DE VANLIGASTE SYSTEMEN



BRE Environmental Assessment Method



Leadership in Energy and Environmental Design (US)
WELL (US)



Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen (D)



Miljöbyggnad (SE)



NoIICO₂ (SE)

GRUPPARBETE (TOTALT 30 MINUTER)

1. Dela upp klassen i 3 grupper
 - Grupp 1: Planeringsteam för ett flerfamiljshus i trä (FFH)
 - Grupp 2: Planeringsteam för ett flerfamiljshus i betong
 - Grupp 3: Potentiellt konsortium av investerare / ägare till en FFH
2. Grupp 1 + 2: Förbered en argumentation för ert materialkoncept (10 min.)
3. Grupp 3: Utveckla en lista över grundläggande och materiella konceptrelaterade krav som byggnaden ska uppfylla (10 min.)
4. Försäljningssamtal 1: Grupp 1 med grupp 3 (5 min.)
5. Försäljningssamtal 2: Grupp 2 med grupp 3 (5 min.)
6. Allmän diskussion (10 min.)

AVSLUTANDE ORD

Det finns inget hållbart byggmaterial i sig - hållbarhetsprestanda beror på användningsfall, platsen och korrekt planering, utförande och underhåll.

Ofta är kombinationen av lämpliga material nyckeln till en optimerad lösning.

Hållbart materialval bestäms av CE-design och konstruktionsstrategier, värdebehållnings processer, livslängd, materialtyper etc.



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY