

# LIFE CYCLE ASSESSMENT



Praktijkonderzoek ARTD1  
Begeleiding: L. van Oosterhoudt  
Vierde jaar- 2e periode

Student: Hein Arts 620716001  
T&L Planuitwerking Deeltijd  
31-01-2008 (versie 1.0)

**Welkom** Hartelijk welkom allemaal in het bijzonder de assessoren mevr. Schoonvelde en de heer van Briemen en mijn begeleider Lilian van Oosterhoudt.

**Voorstellen** Mijn naam is Hein Arts, ik ben laatstejaars deeltijdstudent T&L, richting Realisatie.

**Onderwerp** de komende 20 minuten ga ik U iets vertellen over levenscyclus beoordeling ofwel life cycle assessment. Niet over de levenscyclus die een mens doorloopt, maar die van produkten die in het vakgebied van T&L een rol spelen. Levenscyclus-beoordeling ofwel LCA is een methode om de duurzaamheid van produkten beoordelen

# INLEIDING

voorbeeld

definitie

probleemstelling

# BELEID

# LIFE CYCLE ASSESSMENT

# CASES

# CONCLUSIES

Ik ga drie onderwerpen behandelen:

- 1 Het overheidsbeleid t.a.v. duurzaamheid en materialen
- 2 Wat is LCA ofwel life cycle assessment en uit welke stappen bestaat een LCA-methode
- 3 Enkele voorbeelden uit de T&L-praktijk

Maar nu eerst een inleiding met

- een voorbeeld van een duurzaamheidsafweging
- de definitie van duurzaamheid
- het probleem cq de vraag die ik in dit onderzoek opgelost heb.

# VOETGANGERSBRUG

Materiaal	Winning	Gebruik	Hergebruik	TOTAAL
Hout	+ -	-	-	--
Staal	--	--	+ +	--
Beton	-	+ +	+	+

**3xE** Bij de keuze van materialen spelen esthetische, economische en duurzaamheids-overwegingen een rol.

**Kwantitatief/kwalitatief** Nu zijn kosten over het algemeen vrij goed te berekenen en dus kwantitatief van aard, en esthetische aspecten juist helemaal niet, deze zijn kwalitatief van aard. Duurzaamheidsoverwegingen lijken zich ergens tussen deze 2 uitersten te bevinden.

**Matrix** je kunt per materiaal en per levensfase op basis van een aantal overwegingen een score toekennen in de vorm van plussen en minnen, die je per materiaal bij elkaar optelt.

**Onbevredigend** toch is dit onbevredigend omdat je dingen bij elkaar optelt waarvan je de grootte niet kent. De behoefte komt op om de plussen en minnen te kwantificeren.



**Vraag** We hebben het steeds over duurzaamheid, maar wat verstaan we daar nu eigenlijk onder?

**VN** In 1987 werd onder leiding van de Noorse Gro Brundland een VN-rapport opgesteld milieu en ontwikkeling waarin het begrip 'duurzame ontwikkeling' gedefinieerd werd:

**Definitie** Een ontwikkeling die voorziet in de behoeften van de huidige generatie zonder de behoeften van mensen elders of van toekomstige generaties in gevaar te brengen.

# ONDERBOUWING

# KWANTITATIEF

# HET KAN

Om het onderzoek richting te geven heb ik een doelstelling, probleemstelling en hypothese geformuleerd:

- De **doelstelling** is het breedst en is in dit geval het verzamelen van informatie. Dit is informatie over methoden en hulpmiddelen om duurzaamheidsoverwegingen beter te kunnen onderbouwen
- De **probleemstelling** is de eigenlijke onderzoeksvraag, waarop een antwoord geformuleerd wordt. In dit geval is de vraag hoe je duurzaamheidsaspecten van verschillende levensfasen van een produkt onderling objectief of kwantitatief kunt vergelijken.
- De laatste vraag is een bewering of **hypothese**, deze het 'smalst' ofwel het meest toegespitst en moet met ja of nee beantwoord worden. In dit geval is de bewering dat het mogelijk is om duurzaamheidsaspecten tegen elkaar af te wegen zoals je kosten tegen elkaar afweegt.

# INLEIDING

voorbeeld  
definitie  
probleemstelling

# BELEID

nationaal milieubeleidsplan 4 (NMP4)  
maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO)  
prestatienormen

# LIFE CYCLE ASSESSMENT

# CASES

# CONCLUSIES

**Voorbeeld -> vraag** In de inleiding hebben we gezien hoe we vanuit het voorbeeld van de voetgangersbrug tot een onderzoeksvraag zijn gekomen hoe duurzaamheidsaspecten van verschillende levensfasen van een produkt kwantitatief met elkaar vergeleken kunnen worden.

In de volgende sheets zal het overheidsbeleid behandeld worden t.a.v.

- duurzaamheid in het algemeen ofwel het vierde nationaal milieubeleidsplan
- hoe dit in de praktijk geëffectueerd moet worden ofwel MVO
- hoe duurzaam materiaalgebruik gestimuleerd moet worden (met prestatienormen).

# NMP4



## SYSTEEMINNOVATIES

In het 4e nationaal milieubeleidsplan uit 2001 worden **7 mondiale milieuproblemen** gesignaleerd waarvan de belangrijkste zijn:

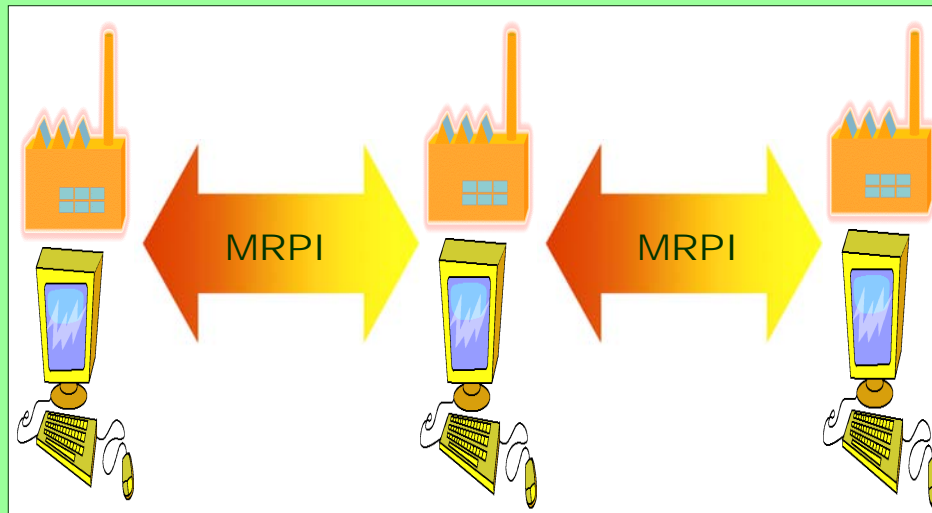
- het klimaatprobleem ofwel het broeikaseffect
- het verlies aan biodiversiteit
- de uitputting van minerale en hergroeiende grondstoffen

Om deze problemen het hoofd te bieden zijn fundamentele veranderingen nodig ook wel aangeduid als **transities of systeeminnovaties**. Duurzame ontwikkeling is hierbij het uitgangspunt:

- duurzame energievoorziening
- duurzame mobiliteit
- duurzame landbouw
- duurzaam gebruik van biodiversiteit en hergroeiende grondstoffen.

Van deze laatste categorie zijn de bekendste voorbeelden hout en vis.

## MAATSCHAPPELIJK VERANTWOORD ONDERNEMEN



## MILIEURELEVANTE PRODUKTINFORMATIE

Systeeminnovaties kunnen niet door de overheid **afgedwongen** worden, vandaar dat naast duurzaamheid ook 'eigen verantwoordelijkheid' ook een belangrijk beleidsuitgangspunt is. Dit wordt ook wel 'duurzaam ondernemen' of 'het maatschappelijk verantwoord ondernemen' genoemd.

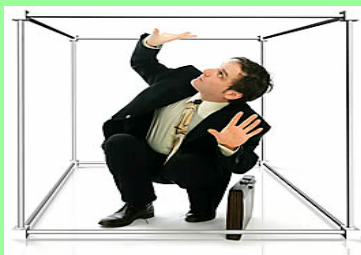
**MVO houdt in** dat bedrijven naar vermogen bijdragen aan het oplossen van maatschappelijke en milieuproblemen die met de onderneming samenhangen. Grote bedrijven zijn daarbij internationaal gericht, kleine bedrijven lokaal.

(4x) Dit betekent dat bedrijven zich moeten toeleggen op:

- Het stellen van milieudoelen en rapporteren daarover
- Registreren van milieugegevens over het productieproces
- Met ketenpartners milieugegevens uitwisselen en afspraken maken over milieumaatregelen en produktverretering
- Milieuprestaties van produkten meten met LCA en laten keuren



# PRESTATIENORMEN



In het overheidsbeleid voor duurzaam materiaalgebruik is de laatste jaren een omslag te zien van **kwalitatief naar kwantitatief**.

Vroeger werkten (vooral gemeenten) met voorkeurslijsten of **checklists** die precies voorschrijven welke materialen wel en niet toegepast mogen worden maar uiteindelijk toch niet bindend waren. Dit sluit aan bij de klassieke manier van aanbesteden die weinig ruimte laat voor creativiteit en innovatie bij de aannemer.

De nieuwe benadering op basis van **milieuprestatienormen** is wel kwantitatief van aard en laat de maatregelen die een aannemer treft vrij. Maar het eindresultaat in de vorm van bv een energieprestatienorm, die voor nieuwbouw woningen op 0,8 ligt, is hard. Dit sluit aan bij een nieuwe manier van aanbesteden op basis van prestatienormen die innovatie en de ontwikkeling van expertise bij de aannemer stimuleert.

Deze innovatie was in het NMP4 uiteindelijk het doel.

## **INLEIDING**

## **BELEID**

**nationaal milieubeleidsplan 4 (NMP4)**

**maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO)**

**prestatienormen**

## **LIFE CYCLE ASSESSMENT**

**inventarisatie**

**karakterisatie**

**schadebeoordeling**

**weging**

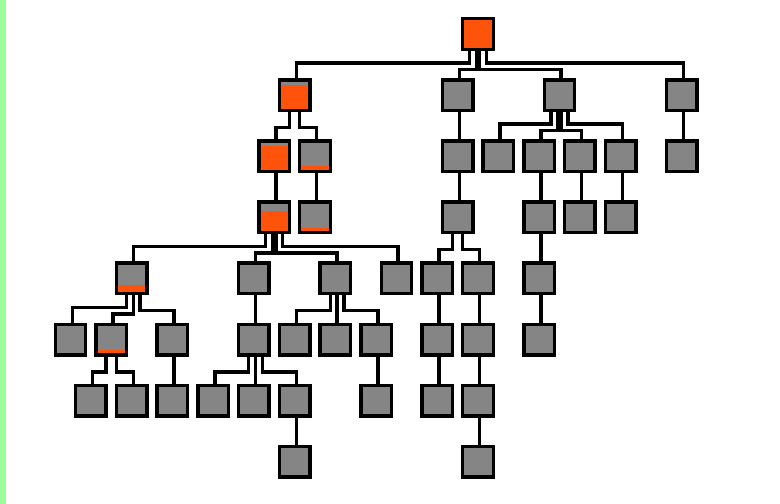
## **CASES**

## **CONCLUSIES**

Vanuit het NMP4 zijn systeeminnovaties nodig die ingevuld moeten worden vanuit de eigen verantwoordelijkheid van het bedrijf. Dit betekent o.a. het registreren en uitwisselen van milieu-informatie om uiteindelijk op basis van LCA-normen producten te kunnen verbeteren t.a.v. milieuprestaties.

In het volgende hoofdstuk zullen we zien hoe zo'n milieuprestatienorm bepaald kan worden. Hiervoor worden een viertal fasen doorlopen die ik hier zal toelichten.

# INVENTARISATIE

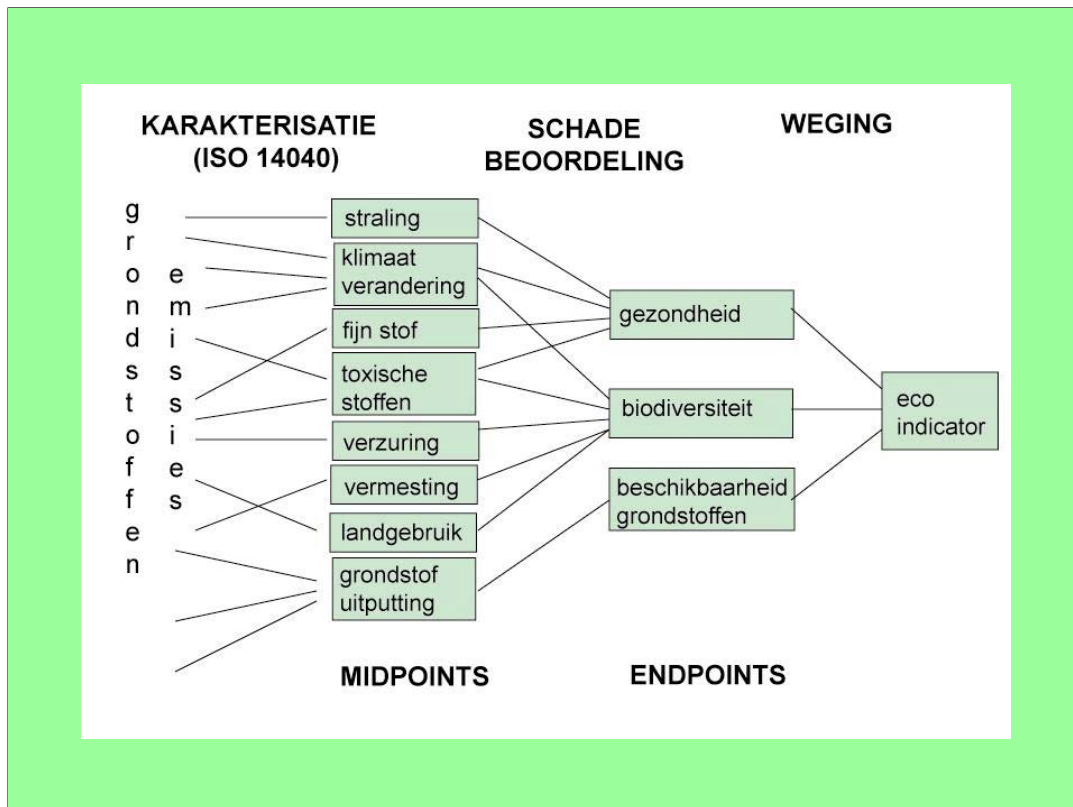


Het **doel** van de inventarisatie is om alle emissies en alle verbruikte grondstoffen (incl. landgebruik) in kaart te brengen.

Hiervoor wordt een **procesanalyse** van de hele levenscyclus gemaakt. Alle onderdelen en alle verbruiksproducten (bv filters en koffie bij een koffiezetapparaat) worden uiteengehaald totdat alle elementaire processen bekend zijn.

In een **elementair proces** wordt een grondstof gewonnen. De milieubelasting van deze elementaire processen is bekend en wordt ook wel aangeduid als de eco-indicator van het proces.

De eco-indicator van de hele levenscyclus wordt nu berekend door **van beneden naar boven** alle eco-indicatoren te berekenen.

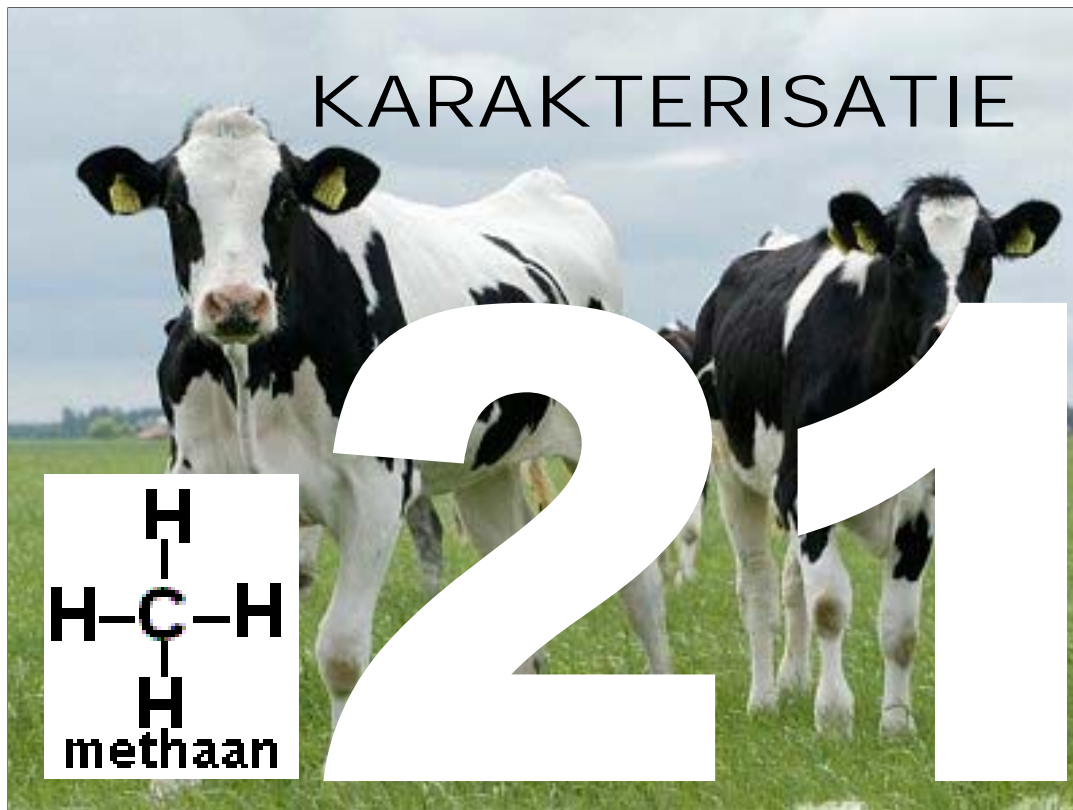


Hoe wordt nu de **eco-indicator** berekend? Dit wordt door het LCA-programma gedaan. Om enig inzicht hierin te geven worden de 3 deelstappen hiervan toegelicht.

De eerste stap is de **karakterisatie** en leidt tot een milieubelasting op midpoints. Dit is een lange lijst van scores t.a.v. tal van milieuproblemen.

De tweede stap is de **schadebeoordeling** waarbij de bijdrage van de afzonderlijke milieuproblemen aan 3 elementaire categorieën of endpoints wordt bepaald. Dit zijn de menselijke gezondheid, biodiversiteit en grondstofbeschikbaarheid.

De derde stap is de **weging** van de endpoints tot één dimensieloos getal, de eco-indicator.



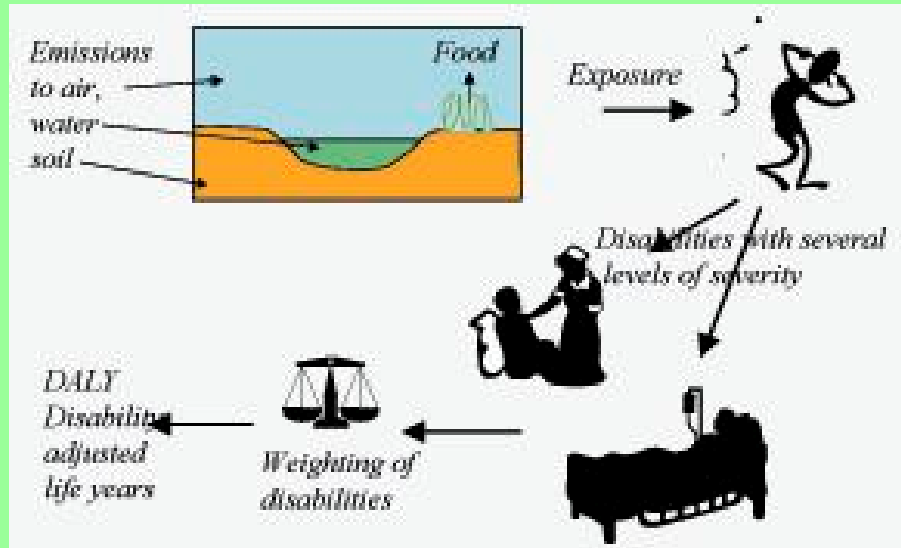
Dit begrip kan het best duidelijk gemaakt worden met een **voorbeeld**.

Het broeikaseffect wordt gemeten in **CO<sub>2</sub>-equivalenten**. Equivalent houdt in dat ook andere stoffen zoals methaan kunnen bijdragen aan het broeikaseffect. Op basis van wetenschappelijk onderzoek wordt bepaald hoe sterk methaan bijdraagt aan het broeikaseffect. Dit blijkt 21 keer zo sterk te zijn, dus de karakterisatie factor van methaan is 21 en 1kg methaan veroorzaakt dus 21 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten aan broeikaseffect.

Zo wordt bijvoorbeeld **verzuring** uitgedrukt in sulfaat-equivalenten en **vermesting** in fosfaat-equivalenten.

Deze stap is onderdeel van de internationale **ISO-norm**. Dit betekent dat een grote groep experts het erover eens is hoe de berekening precies uitgevoerd moet worden. De overige stappen, schadebeoordeling en weging, zijn omstreden en niet gestandaardiseerd.

## DISABILITY ADJUSTED LIFE YEARS (DALY)

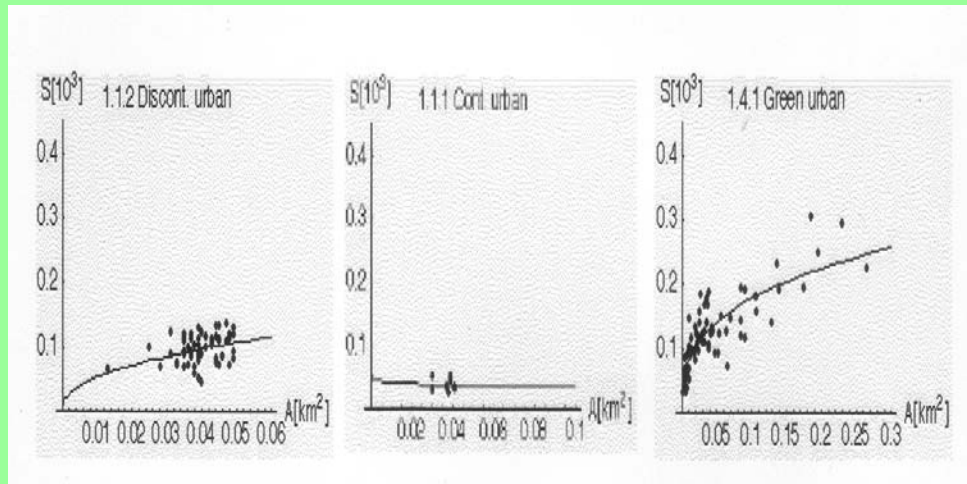


Hier ziet U in een aantal stappen hoe de schade van **emissies** op de menselijke gezondheid wordt bepaald en uitgedrukt in DALY's Disability Adjusted Life Years ofwel ziektejaren.

De ziektejaren worden bepaald door eerst de **concentratie** van de betreffende stof in het milieu en in het menselijk lichaam te bepalen.

Vervolgens wordt op basis van **statistieken** de ziektekans, de klachten en de herstelperiode bepaald. Deze worden gemiddeld tot een aantal ziektejaren of DALY's.

## POTENTIALLY DISAPPEARED FRACTION (PDF)

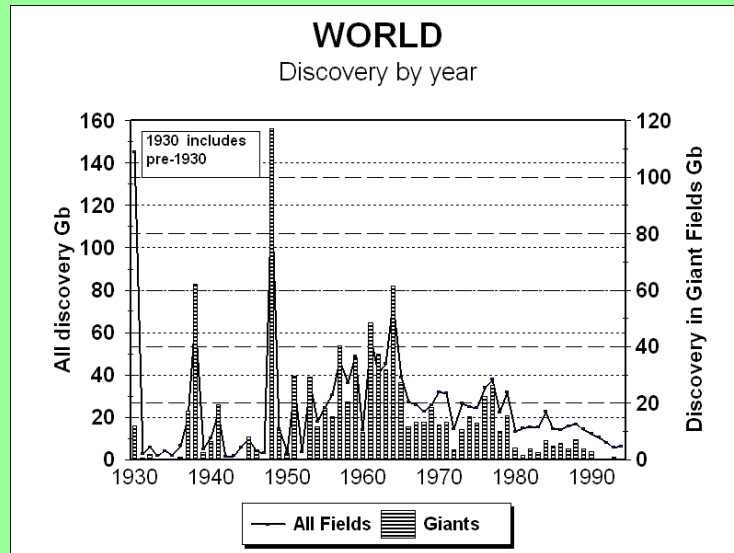


Het verlies van biodiversiteit wordt uitgedrukt in de fractie potentieel verdwenen soorten. Hier ziet U hoe dat kan **samenhangen** met de beschikbare oppervlakte in gebied van een bepaald type.

Voor elk type gebied kan er een **rechte lijn** getrokken worden. Dus binnen zekere grenzen is het verlies aan biodiversiteit evenredig met het verlies aan oppervlakte.

De verrekening van **emissies** ligt gecompliceerder. Analoog aan de menselijke gezondheid wordt ook fractie van zieke plant- en diersoorten bepaald t.g.v. toxische stress. Deze wordt omgerekend naar een fractie potentieel verdwenen soorten.

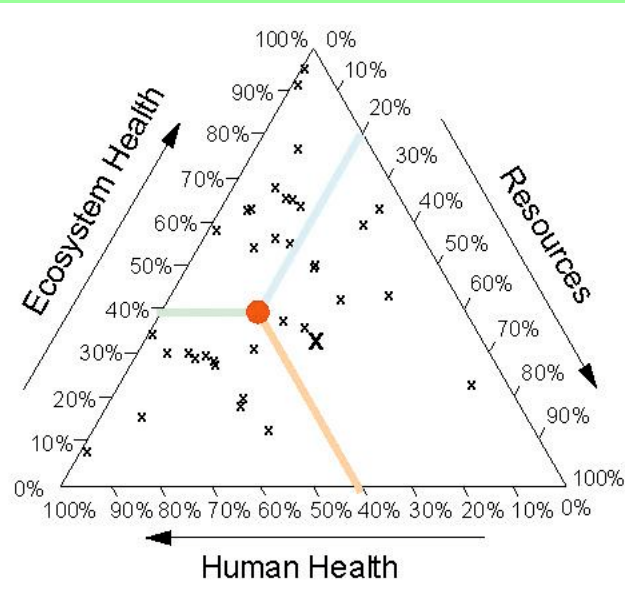
# GRONDSTOFUITPUTTING (Mjoules)



Dit **plaatje** geeft weer hoe groot de olievelden zijn die in de loop der tijd ontgonnen zijn. De grote velden worden als eerste gewonnen en dus kost het steeds meer energie om olie te winnen. De hoeveelheid extra energie die nodig is om een grondstof te winnen, is een maat voor de uitputting.



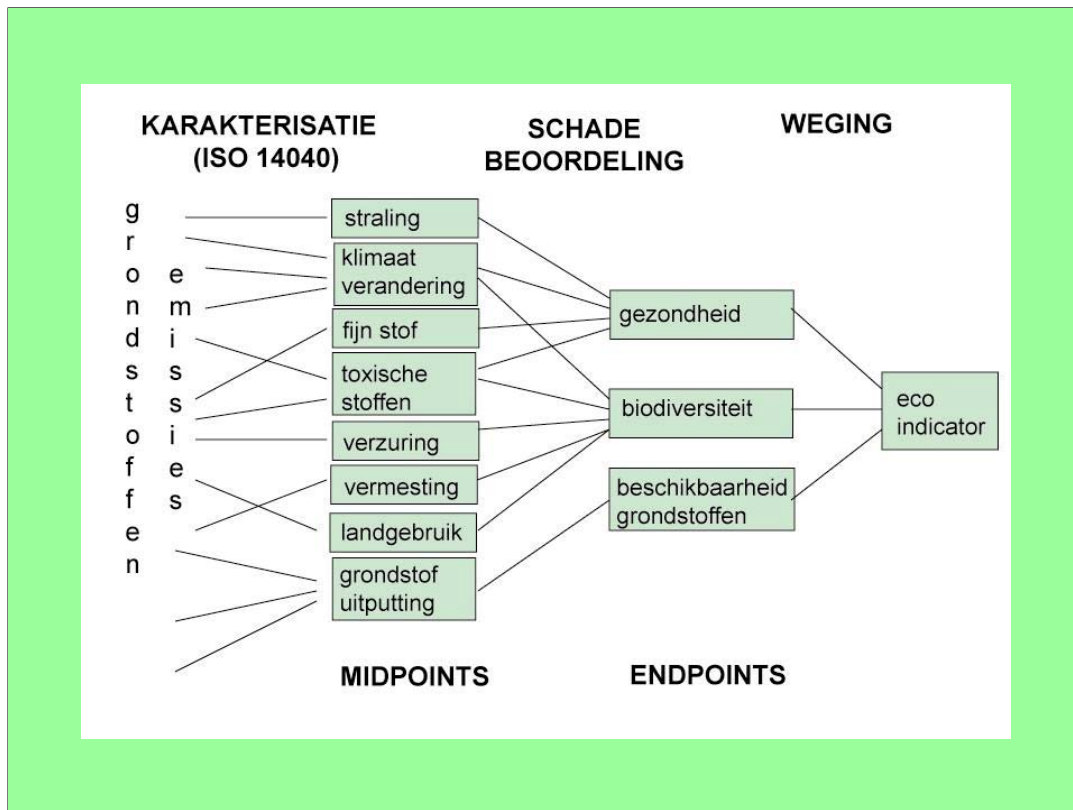
# WEGING



We zijn nu aangekomen bij de **derde fase** van de LCA-berekening waarbij de drie midpoints gewogen wordt tot één eco-indicator. Dit is ook de meest omstreden stap.

Meestal wordt er een **belang van 40%** toegekend aan menselijke gezondheid en 40% aan biodiversiteit. Dit kan weergegeven worden als de rode punt in de wegingsdriehoek.

Deze verhouding is bepaald door het gemiddelde te nemen van een **panel** van 65 Zwitserse LCA-specialisten.



Nog even een overzicht van de LCA-berekening zoals die meestal door een LCA-programma gemaakt wordt.

- Vertaling van emissies naar equivalenten met karakterisatiefactoren
- Schadebeoordeling door bepaling van ziektejaren, potentieel-verdwenen fractie
- Weging van de endpoints met 40-40-20% naar de eco-indicator

**INLEIDING**  
**BELEID**  
**LIFE CYCLE ASSESSMENT**  
**CASES**

programma's  
verhandingen  
voetgangersbrug

**CONCLUSIES**



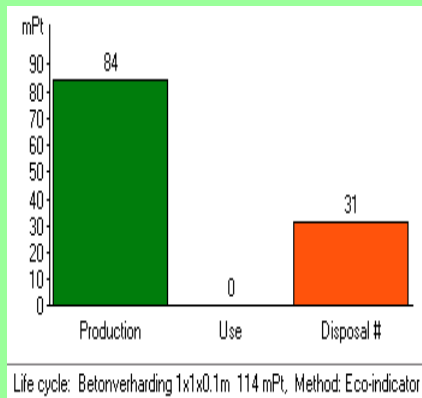
Dit zijn de LCA-programma's die mogelijk **toepasbaar** zijn in het vakgebied van T&L. Greencalc en Dubocalc heb ik niet kunnen downloaden en vallen dus verder buiten het onderzoek. SimaPro en Eco-it zijn goed bruikbaar. SimaPro meer voor de diepgaande LCA die in het algemeen door een LCA-expert zal worden uitgevoerd en Eco-IT voor de snelle LCA die door allerlei produktontwikkelaars uitgevoerd kan worden.

Het **DuBo-centrum van Senternovem** heeft veel ervaring met DuBo-programma's, ze zijn bijna allemaal op gebouwen gericht. DuboCalc van Rijkswaterstaat is weer meer op complexere civieltechnische objecten gericht.

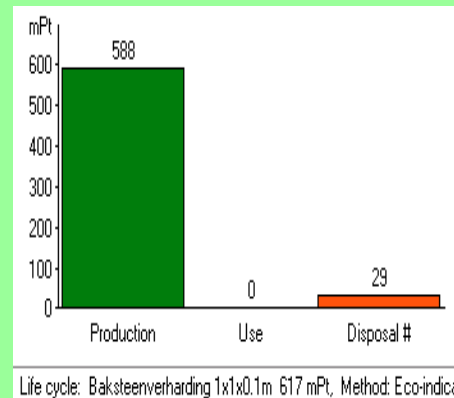
In de **programma's van Pré Consultants** moet er zelf gemodelleerd worden, maar dat maakt de programma's veel geschikter voor allerlei toepassingen.

# VERHARDINGEN

beton



baksteen



De **functionele eenheid** is hier één vierkante meter elementen-verharding van 10cm dik.

U ziet hier de **eco-indicatoren** voor betonstraatstenen en baksteen uitgesplitst naar de productie- en afvalfase die als stort gemodelleerd is.

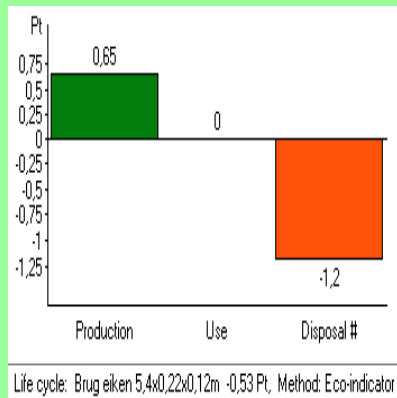
De **milieubelasting** van de productie van baksteen is 7x zo hoog als die van beton. Een hergebruik-% van 75% levert dus een aanzienlijke milieuwinst op voor baksteen.

Helaas **ontbreken** tal van gegevens :

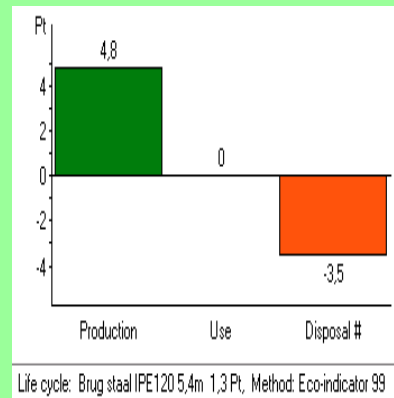
over asfalt en natuursteen, de gebruiksfase en recycling in de vorm van granulaat.

# VOETGANGERSBRUG

hout



staal



Bij de **voetgangersbrug** is sprake van een overspanning van 5.40m die uitgevoerd is in eiken 22x12cm en staal IPE 120.

De **milieubelasting** van staalproductie is erg hoog. De milieubelasting van de afvalfase is negatief omdat gekozen is voor recycling waarbij de punten voor het vermeden produkt afgetrokken mag worden.

Het **hout** betreft europees FSC-hout. De verbranding in de afvalfase levert energie en daarom is het resultaat negatief.

Ook hier **ontbreken** weer veel gegevens:

- Over gewapend beton
- Over de gebruiksfase.

**INLEIDING**  
**BELEID**  
**LIFE CYCLE ASSESSMENT**  
**CASES**

programma's  
verhardingen  
voetgangersbrug

**CONCLUSIES**

vragen  
antwoorden  
aanbevelingen

ONDERBOUWING

**KWANTITATIEF**

HET KAN



Eco-indicator99  
INVENTARISATIE  
KARAKTERISATIE  
SCHADEBEOORDELING  
WEGING  
Weinig data beschikbaar

Ja er zijn methoden en hulpmiddelen gevonden om duurzaamheidsoverwegingen beter te onderbouwen

Duurzaamheidsaspecten van verschillende levensfasen van een produkt kunnen kwantitatief met elkaar vergeleken worden door een LCA-berekening in 4 stappen die leidt tot één eco-indicator. De laatste twee stappen zijn omstrede.

Helaas moet de hypothese verworpen worden, omdat er nog te weinig gegevens bekend zijn.

# AANBEVELINGEN

Eco-IT bruikbaar voor T&L-vakgebied

Databases nog niet toereikend

Dus de aanbevelingen zijn dat er wel geschikte programma's zijn met name Eco-IT van Pré Consultants. Echter deze bevatten nog te weinig gegevens om een zinvolle LCA op te stellen.

# LIFE CYCLE ASSESSMENT



Praktijkonderzoek ARTD1  
Begeleiding: L. van Oosterhoudt  
Vierde jaar- 2e periode

Student: Hein Arts 620716001  
T&L Planuitwerking Deeltijd  
31-01-2008 (versie 1.0)