

# Ontwerpmethodologie

## LES 1, deel 1

Steve Vanlanduit



Vrije Universiteit Brussel

# Ontwerpmethodologie?

## Definitie ontwerpen:

*'Ontwerpen is het aangeven van de beste oplossingen om aan een behoefte te voldoen met behulp van beschikbare middelen en met inachtneming van maatstaven van natuurkundige en maatschappelijke aard.'*

# Ontwerpmethodologie?

## Definitie methodologie:

*Letterlijk: grieks: meta+hodos+logos  
'leer van de af te leggen weg'*

*= leer van werkwijzen en procedures om op  
een **systematische** manier kennis te  
verwerven*

# Ontwerpmethodologie?

Waarom systematische manier?

Belangrijke factoren in het ontwerp:

- doorlooptijd
- kwaliteit
- kosten
- complexiteit

# Ontwerpmethodologie?

## Types ontwerpproblemen:

- **Selectief ontwerp** (Eng.: Selection design)
- **Conguratie ontwerp** (Eng. Configuration design)
- **Parametrisch ontwerp** (Eng.: Parametric design)
- **Herontwerp** (Eng.: Redesign)
- **Volgroeid ontwerp** (Eng.: Mature design)
- **Origineel ontwerp** (Eng.: Original design)

# Introductie

Focus cursus =

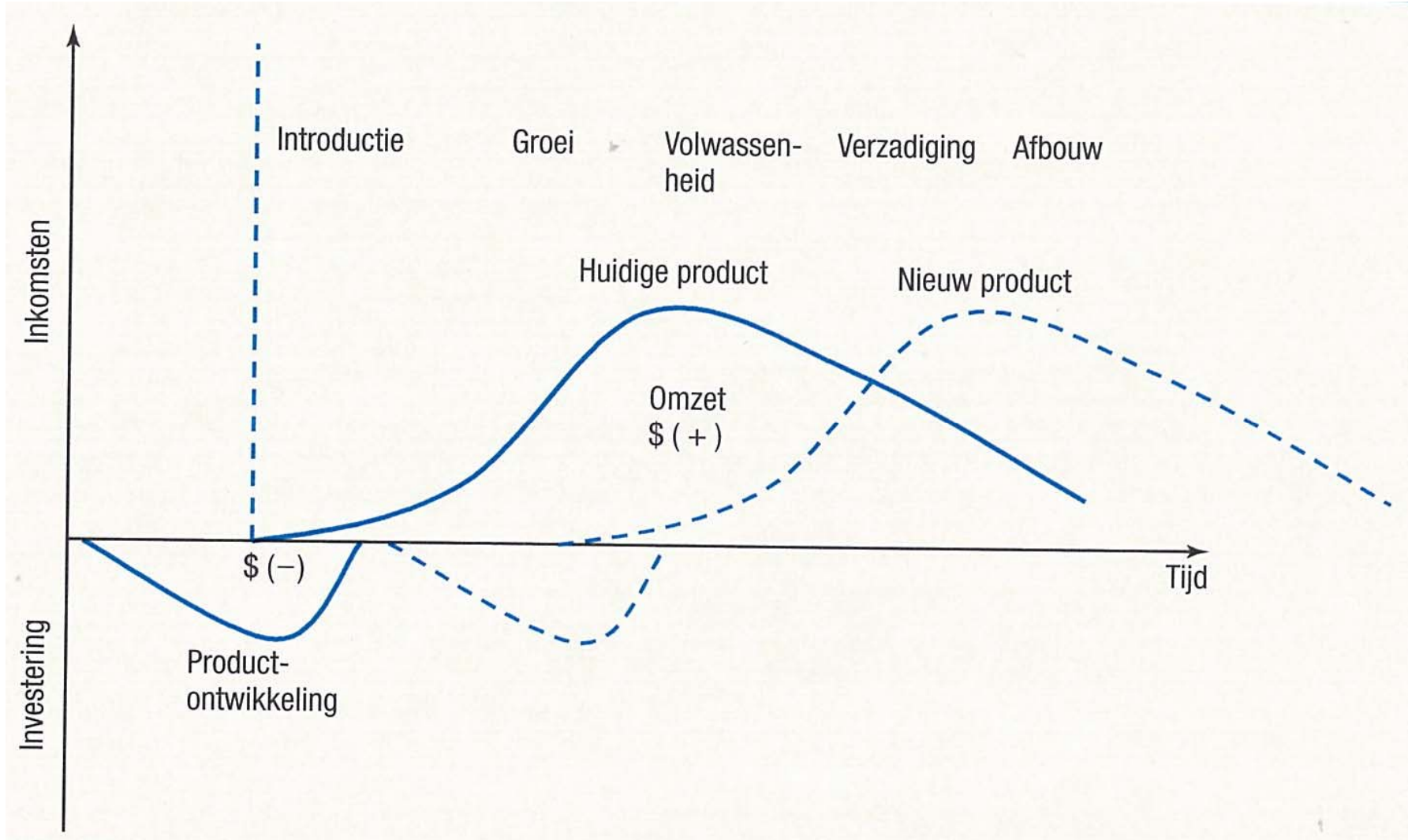
*systematische integrale ontwerp  
aanpak voor het ontwikkelen van  
**nieuwe** producten*

# Introductie

## Nood aan een nieuw product?

- Huidige situatie?
  - Omgevingsonderzoek
  - Intern onderzoek
    - BCG matrix
    - LCA analyse
  - SWOT analyse
- Groeimogelijkheden?
- Product eisen en offers?
- Invloed op de markt?

# Introductie





# Introductie

- Wat zijn **eisen** voor een nieuw product?
- Hoe wordt het ontwerpproces **georganiseerd**?
- Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?
- Hoe ga ik over van vage ideeën naar een **concreet** product?
- Welke **doelgerichte** ontwerpmethododes kan ik toepassen?
- Welke **computerprogramma**'s kunnen mij hierbij helpen?

# Introductie

- Wat zijn eisen voor een nieuw product?  
→ LES 1: Quality Function Deployment (QFD)
- Hoe wordt het ontwerpproces **georganiseerd**?
- Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?
- Hoe ga ik over van vage ideeën naar een **concreet** product?
- Welke **doelgerichte** ontwerpmethodologie kan ik toepassen?
- Welke **computerprogramma's** kunnen mij hierbij helpen?

# Introductie

- Wat zijn **eisen** voor een nieuw product?
- Hoe wordt het ontwerpproces georganiseerd?
  - LES 1: Stadia in het ontwerpproces
  - LES 2: Inleiding 'Project Management'
- Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?
- Hoe ga ik over van vage ideeën naar een **concreet** product?
- Welke **doelgerichte** ontwerpmethodologie kan ik toepassen?
- Welke **computerprogramma**'s kunnen mij hierbij helpen?

# Introductie

- Wat zijn **eisen** voor een nieuw product?
- Hoe wordt het ontwerpproces **georganiseerd**?
- Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?  
→ LES 1: Concept generatie methodes
- Hoe ga ik over van vage ideeën naar een **concreet** product?
- Welke **doelgerichte** ontwerpmethodologie kan ik toepassen?
- Welke **computerprogramma**'s kunnen mij hierbij helpen?

# Introductie

- Wat zijn **eisen** voor een nieuw product?
- Hoe wordt het ontwerpproces **georganiseerd**?
- Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?
- Hoe ga ik over van vage ideeën naar een concreet product?
  - LES 3: Productieprocessen
  - LES 3: Materiaalkeuze
- Welke **doelgerichte** ontwerpmethodologie kan ik toepassen?
- Welke **computerprogramma**'s kunnen mij hierbij helpen?

# Introductie

- Wat zijn **eisen** voor een nieuw product?
  - Hoe wordt het ontwerpproces **georganiseerd**?
  - Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?
  - Hoe ga ik over van vage ideeën naar een **concreet** product?
- Welke **doelgerichte** ontwerpmethodologie kan ik toepassen?  
  
→ LES 4: DFA, DFM, DFU
- Welke **computerprogramma's** kunnen mij hierbij helpen?

# Introductie

- Wat zijn **eisen** voor een nieuw product?
  - Hoe wordt het ontwerpproces **georganiseerd**?
  - Wat zijn de verschillende mogelijke **concepten**?
  - Hoe ga ik over van vage ideeën naar een **concreet** product?
  - Welke **doelgerichte** ontwerpmethodologie kan ik toepassen?
- Welke **computerprogramma's** kunnen mij hierbij helpen?  
→ LES 5: CAD, CAE, CAM

# Introductie

Practica: systematisch  
ontwerpproject



1. Klanteneisen: QFD opstellen
2. Project management: Gantt chart opstellen
3. Concept generatie: Voorstellen concepten met methode naar keuze
4. Gedetailleerd ontwerp: in CATIA V5 CAD pakket
  - Vorm generatie, materiaalkeuze, productieprocessen
  - BOM
  - Eenvoudige berekeningen



# Het ontwerpproces

## Definitie ontwerpen:

*'Ontwerpen is het aangeven van de beste oplossingen om aan een behoefte te voldoen met behulp van beschikbare middelen en met inachtneming van maatstaven van natuurkundige en maatschappelijke aard.'*

# Het ontwerpproces

Behoefte? → specificatie fase (1)

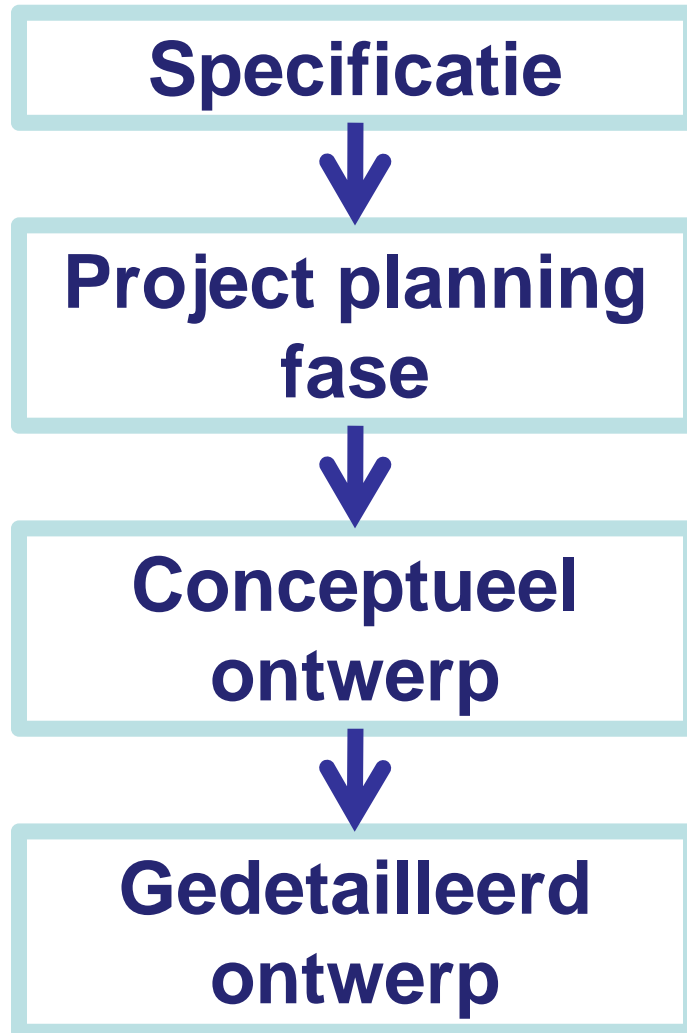
Beschikbare middelen

→ project planning fase (2)

Oplossingen → conceptfase (3)

Maatstaven → gedetailleerd ontwerp (4)

# Het ontwerpproces

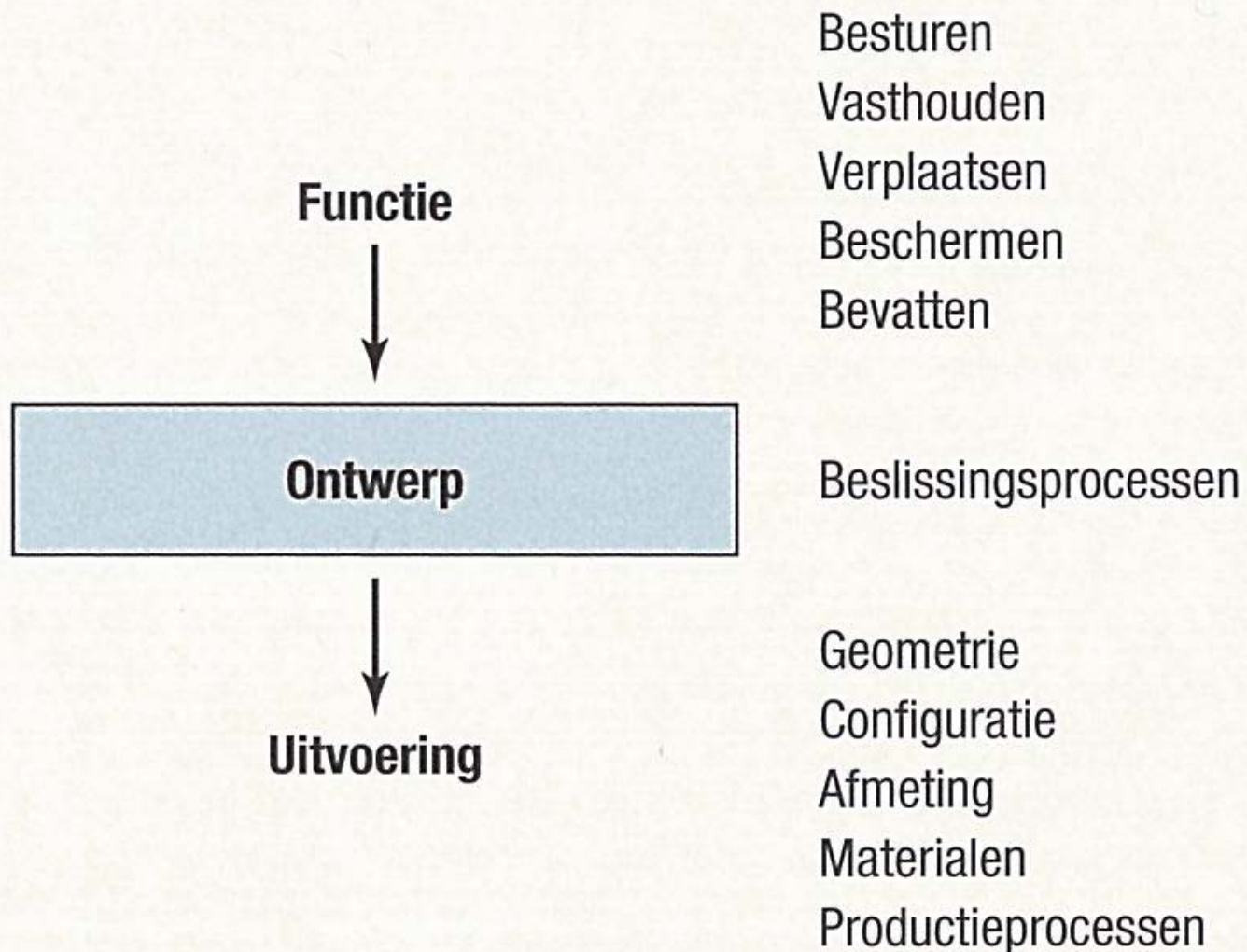


**Functie**

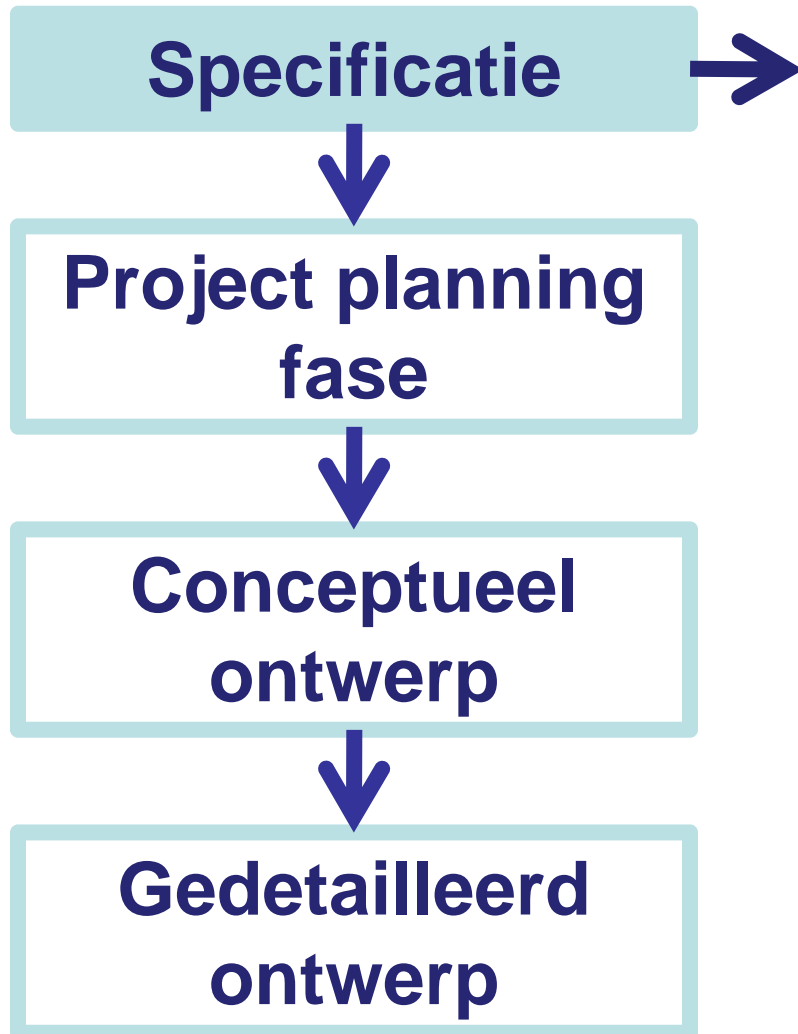
**Vorm**

A large, thick green arrow points downwards from the word 'Functie' to the word 'Vorm', indicating a transition from function to form.

# Het ontwerpproces

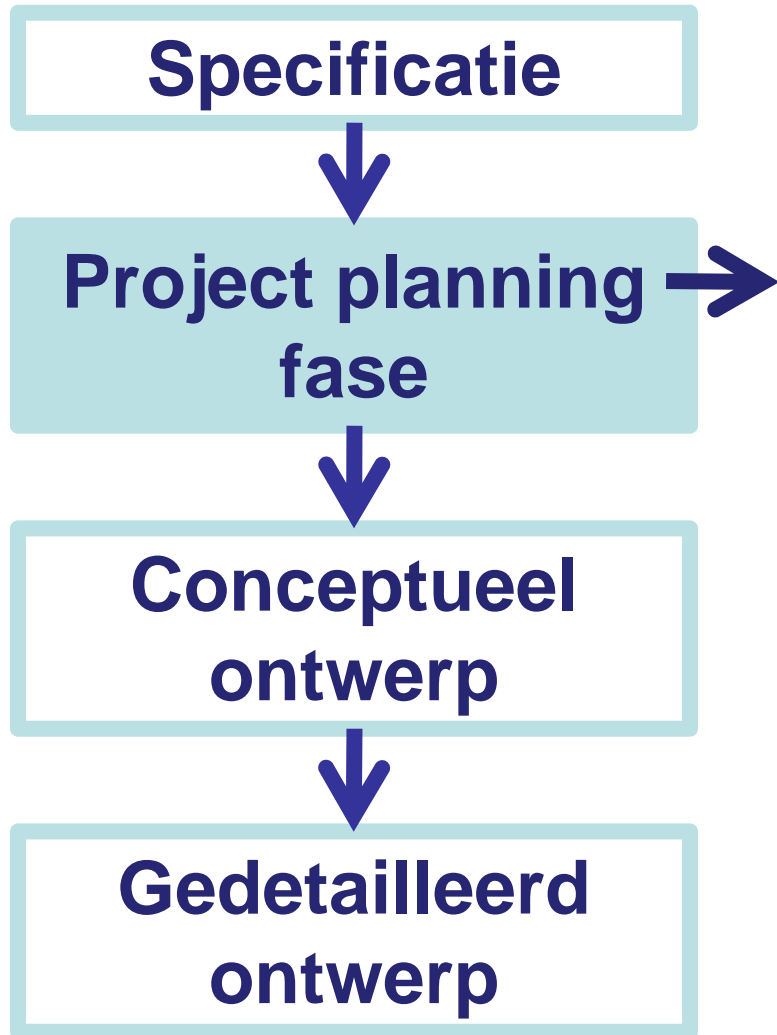


# Het ontwerpproces



- Klanten?
  - Klanteneisen?
  - Concurrentie?
  - Specificaties?
- QFD (zie later)

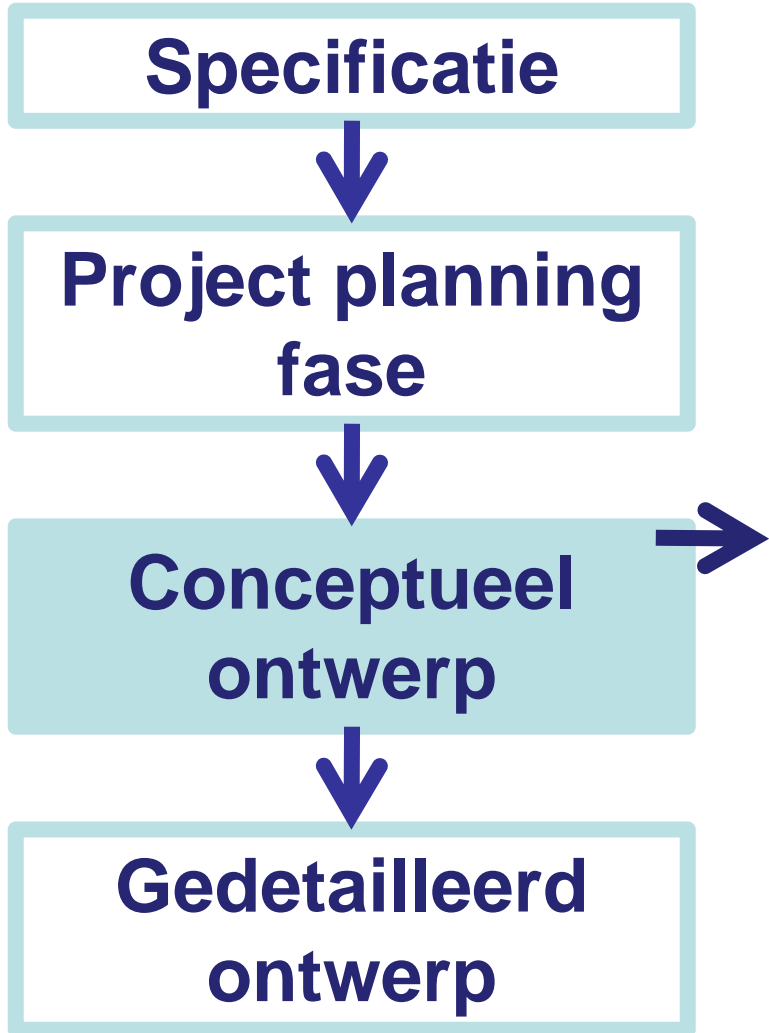
# Het ontwerpproces



- Welke taken?
- Resources?
- Planning taken?

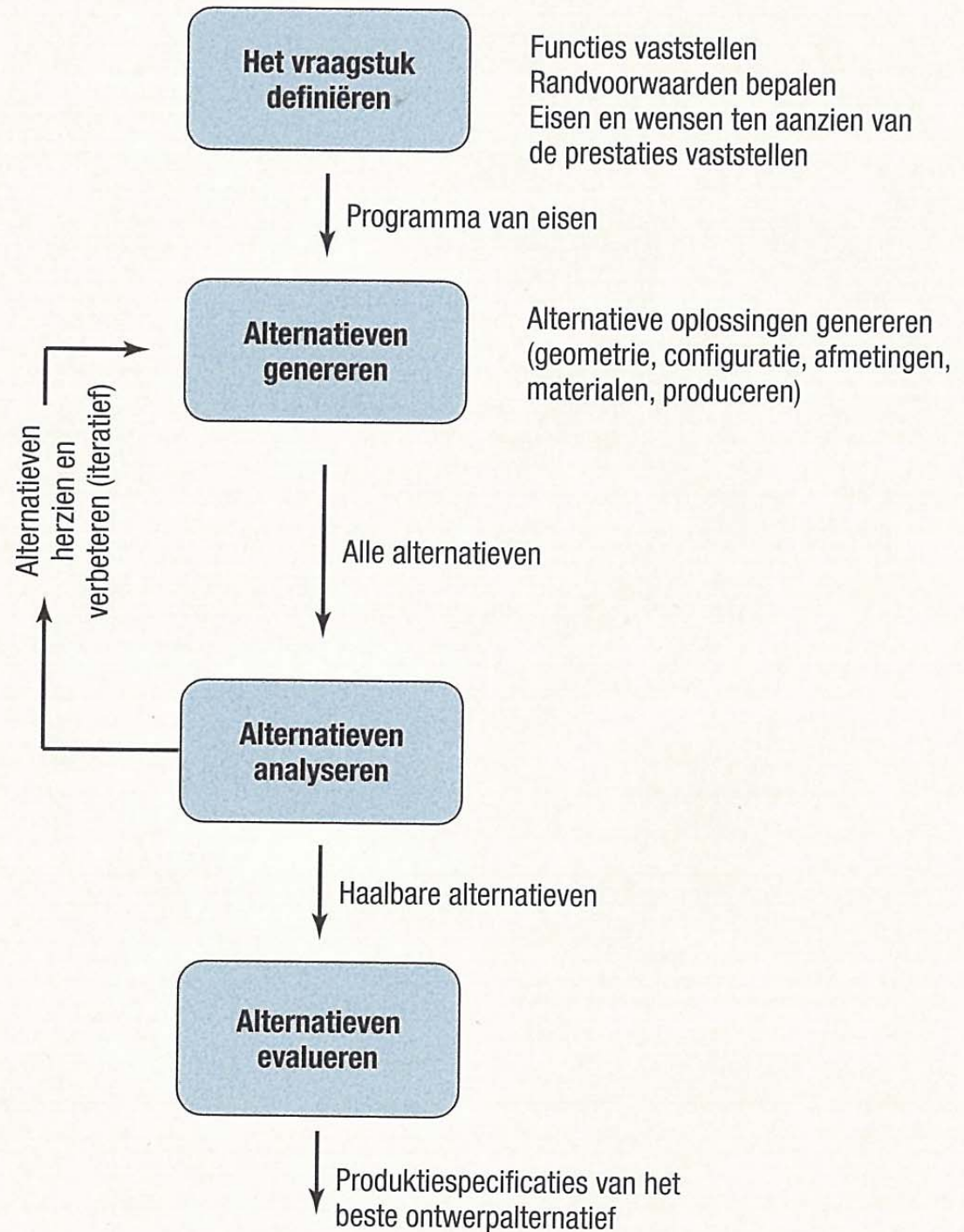
→ Zie les 2

# Het ontwerpproces



- Welke functies?
- Concepten genereren
- Concepten evalueren

→ Zie deel 2 les 1





# Het ontwerpproces

**Specificatie**



**Project planning  
fase**



**Conceptueel  
ontwerp**



**Gedetailleerd  
ontwerp**



- Vorm?
- Materialen?
- Performantie?

→ Zie Les 3 & 5

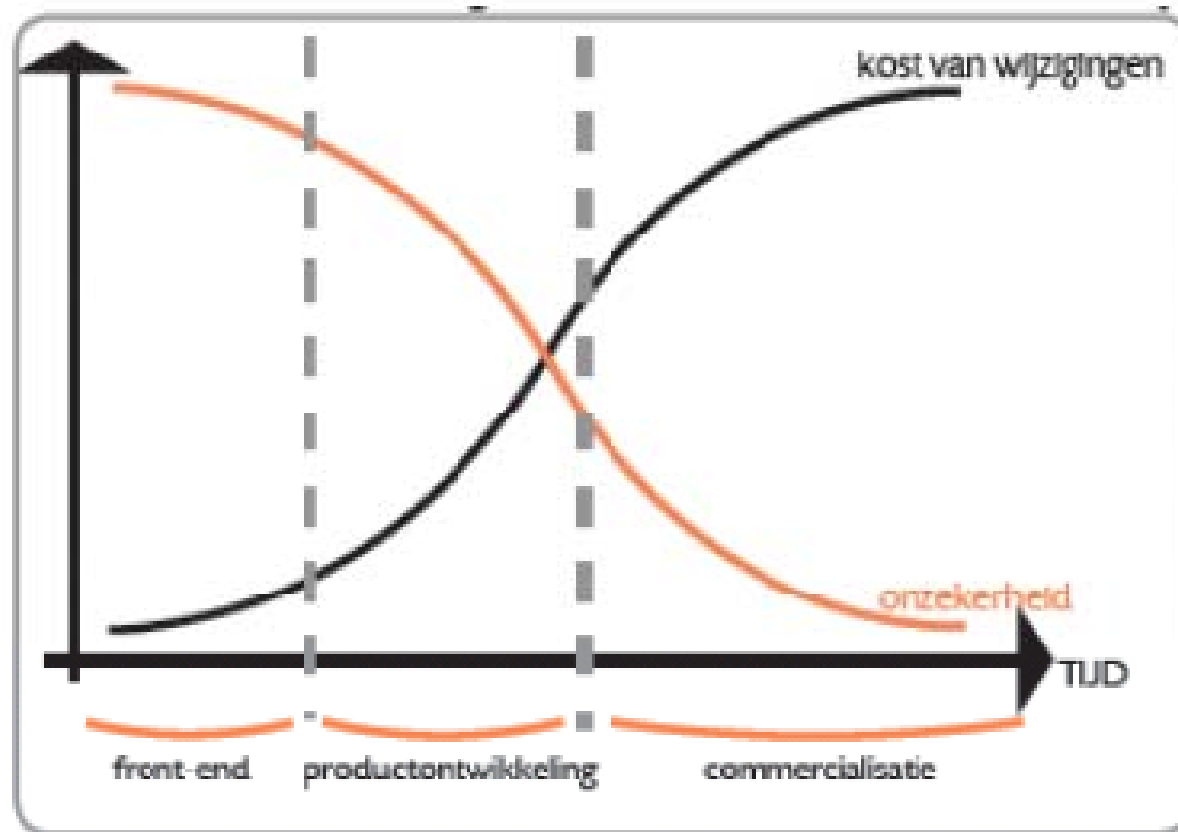
# Nood aan methodologie?

## Waarom methodologie?

- Verkorting van de **doorlooptijd** (TTM) van het ontwerpproces.
- Meer vraag naar **kwaliteit** van de markt (esthetisch functioneel, recycling, etc.)
- Lagere integrale **kosten** van het product (30% Lopez effect).
- Groeiende **complexiteit** van producten.

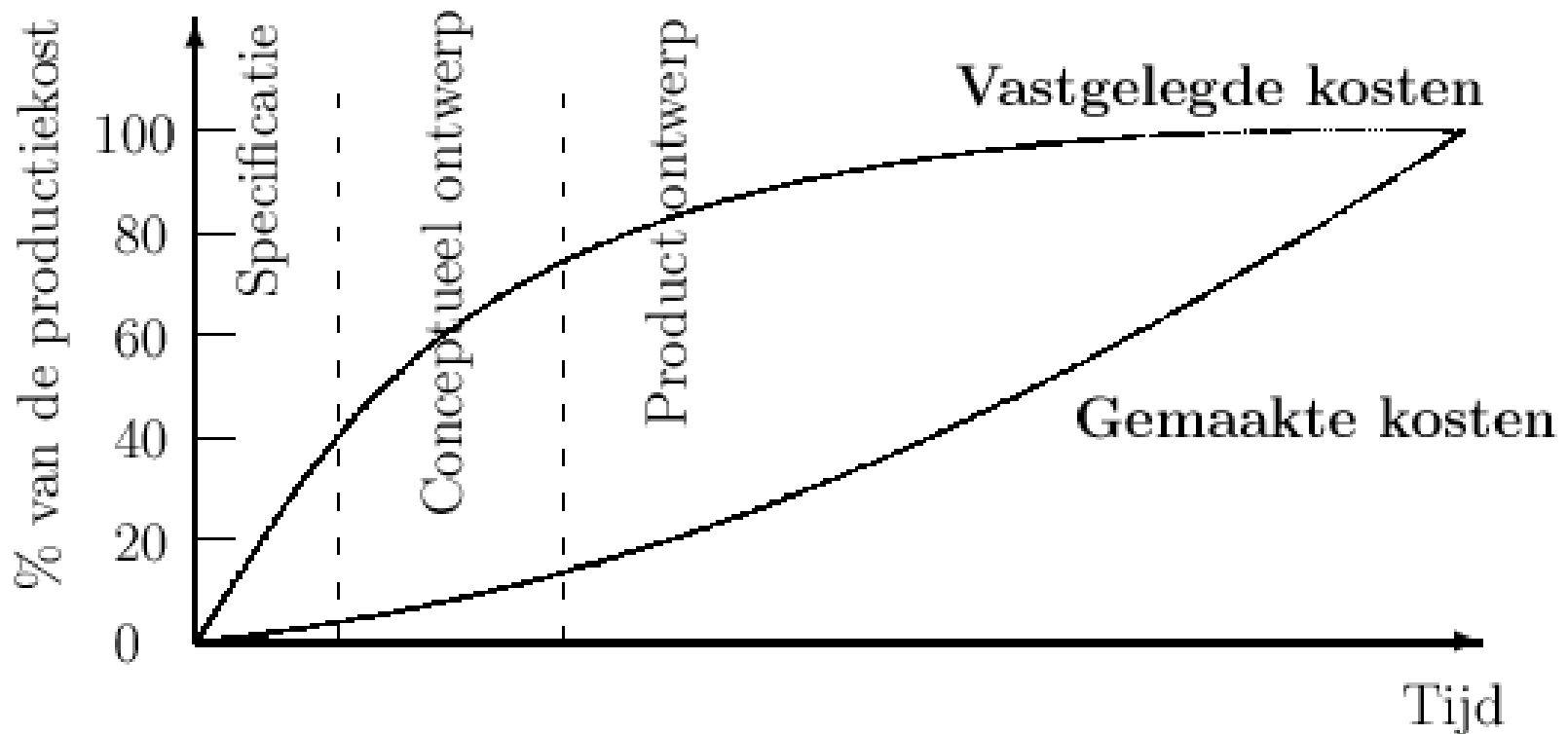
# Nood aan methodologie?

Kosten van een nieuw product:



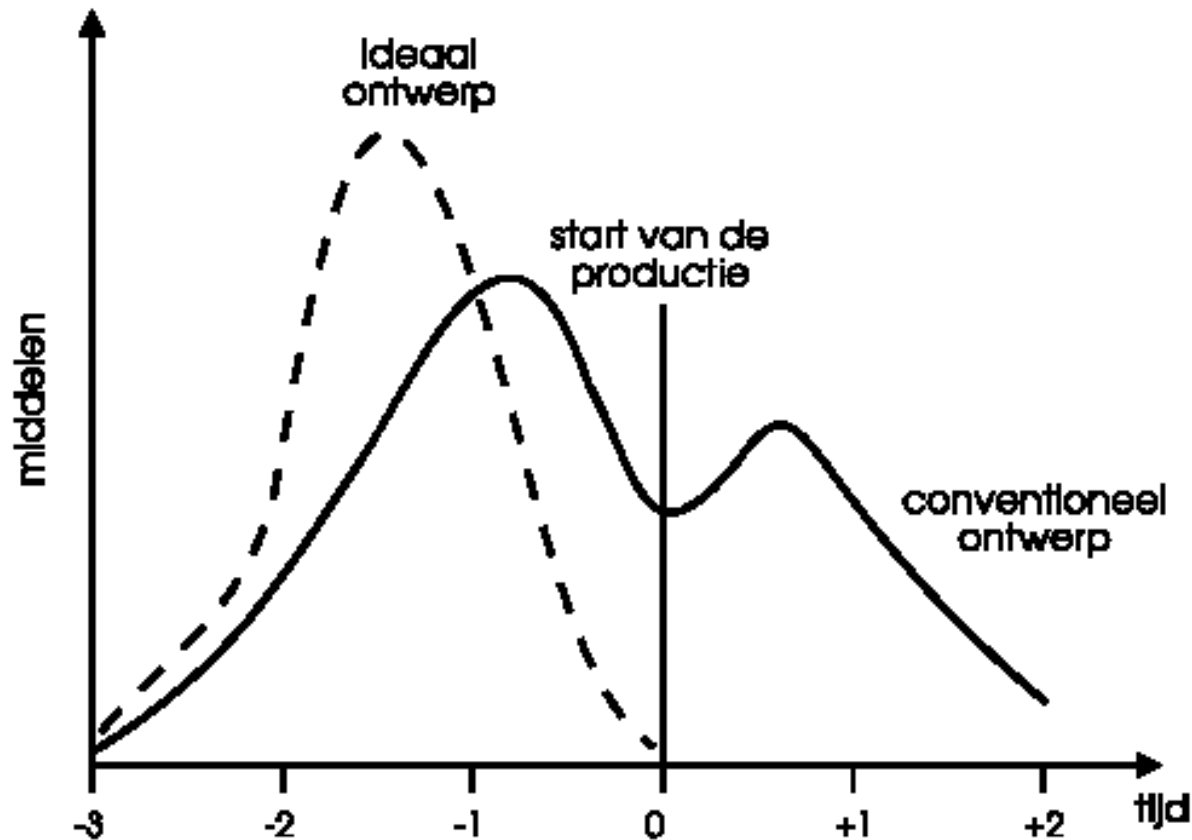
# Nood aan methodologie?

**Kosten** van een nieuw product:



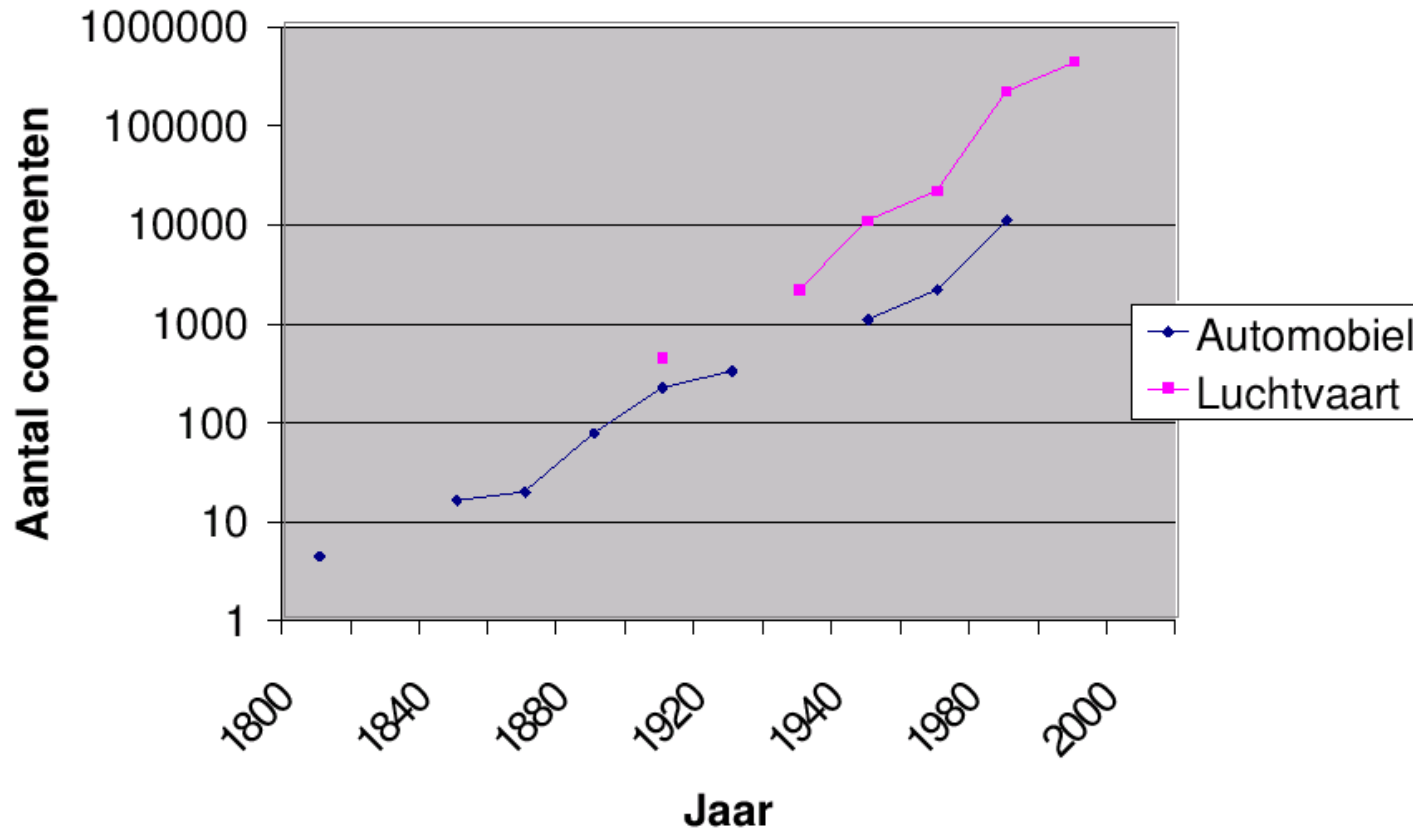
# Nood aan methodologie?

Kosten van een nieuw product:



# Nood aan methodologie?

Complexiteit van het product



# Nood aan methodologie?

**Time-to-market** van het product

Studie van McKinsey toon aan dat (voor producten met life cycle van 5 jaar):

- Prijserosie = 12% per jaar
- 50% overschrijding van het ontwerpbudget → 3,5% winstderving
- 9% kostenoverschrijding van het product → 22% winstderving
- 6 maanden te laat op de markt → **33% winstderving**

Reductie TTM:

- Allocatie HRM
- Gestructureerde omgeving
- State-of-the-art tools

# Nood aan methodologie?

**Kosten, doorlooptijd, kwaliteit en complexiteit beheersen → strategische doelstellingen:**

- Juiste, volledige en goed beheerde informatie
- Effectieve communicatie
- Duidelijke en vastgestelde verantwoordelijkheden en een effectief procesmanagement.
- Het klassieke sequentiële productcreatieproces omvormen tot een proces met zo veel mogelijk parallelle processen.

**Hoe realiseren?**

ANTWOORD: Concurrent engineering (Ndl: geïntegreerde productontwikkeling)



# Concurrent engineering

## Definitie CE:

*"Het **gelijktijdig** (parallel) laten verlopen van de verschillende stadia in het ontwerpproces en het in beschouwing nemen van het volledig productleven door de samenwerking tussen verschillende leden uit de bedrijfsstructuur"*

Ontstaan 1983: Amerikaanse Ministerie van Defensie

## Succes stories:

- Rolls Royce: Trent motor ontwikkeld met 30% besparing en reductie in TTM
- HP 20% kostenreductie
- GE: ontwikkeling rotorblad van 18 → 7 maanden
- KMO's voeren gemakkelijker CE beleid

# Concurrent engineering

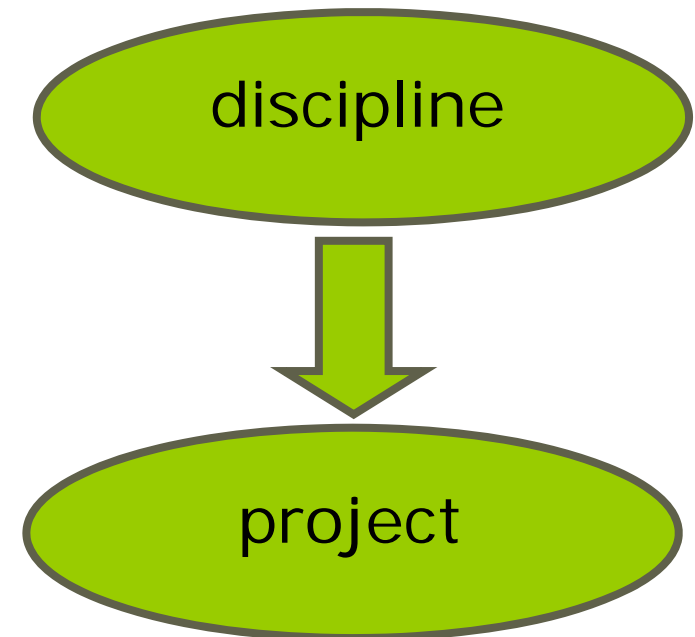
## Kernideeën:

- Definitie van ontwerpproject teams: [gelijktijdige betrokkenheid](#)
- [Vrijgave van gegevens](#)
- [Gelijktijdige activiteiten](#)
- Bewustzijn van het beslissingsproces en verantwoordelijkheden
- Focus op het [volledige productleven](#)
- Aandacht voor de planning (proces even belangrijk als product).
- Stimulering van meervoudige conceptgeneratie.
- Communicatie naar de geschikte personen op het juiste moment (ev. hergebruik van informatie).
- Gebruik van informatietechnologie: o.a. PDM, RP, CAD

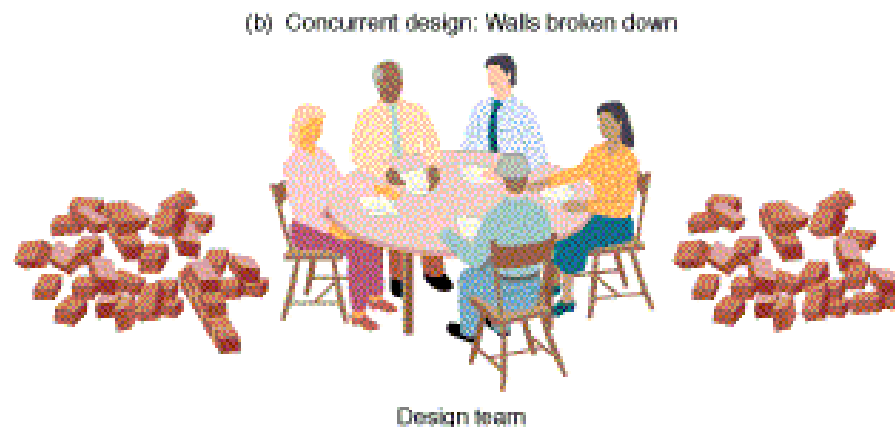
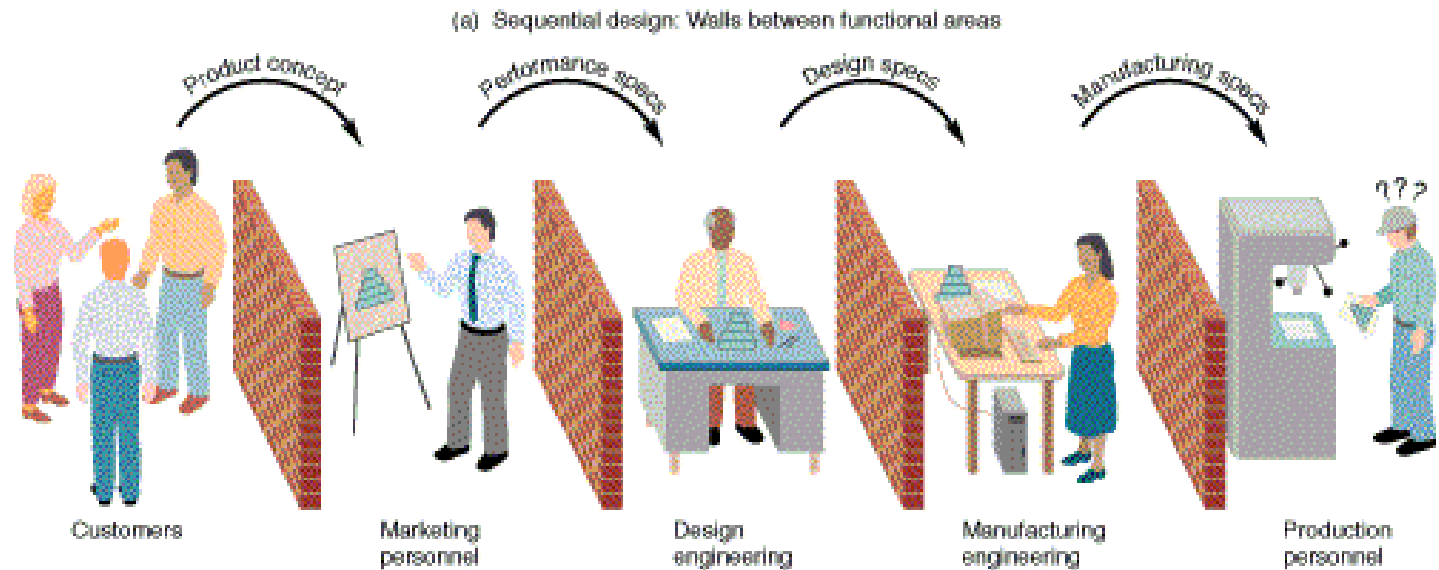
# Concurrent engineering

## Project teams:

- Functionele organisatie (13%)
- Functionele matrix (26%)
- Balanced matrix (16%)
- Project matrix (28%)
- Project team (16%)



# Concurrent engineering



# Concurrent engineering

Klanteneisen zeer belangrijk bij IPO

Hoe klanteneisen opstellen?

'QFD' of 'House of Quality'

# Quality Function Deployment (QFD)

What is quality?

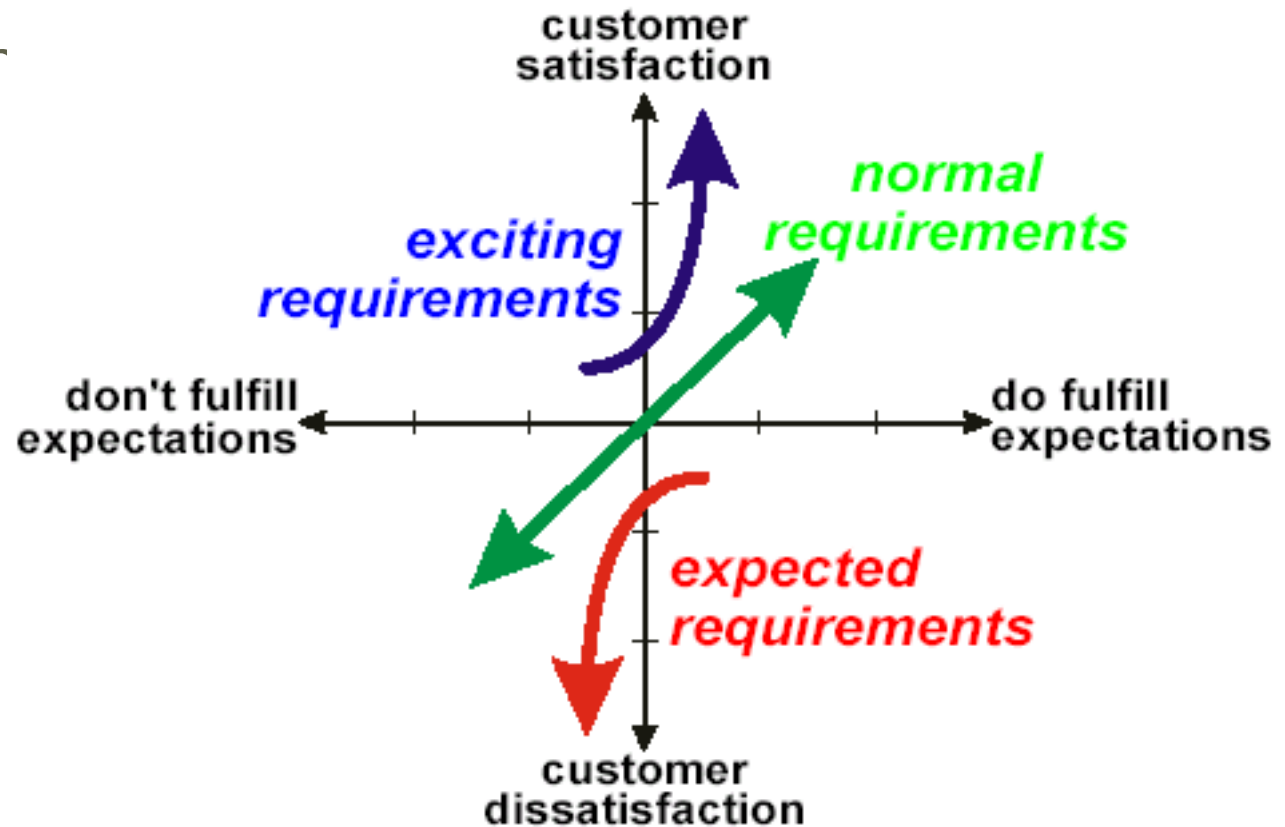
TTM  
Cost  
Quality

$$Q = \frac{P}{E}$$

# QFD

## Diagram van Kano:

- Strikte eisen
- Minimale eisen
- Wensen



# QFD history

- Late '60
- Japan, Professors Shigeru Mizuno and Yoji Akao.
- Mitsubishi Heavy Industry at Kobe Shipyards
- Japanese automotive industry
- Total Quality Management
- *'Design it right the first time'*



# QFD goals

- Translate consumer's voice into technical design requirements
- Determine & prioritize customer needs
- Translate customer needs to product design parameters

# QFD enables...

...people from various functional departments, such as marketing, design engineering, quality assurance, manufacturing engineering, test engineering, finance, and product support, to communicate and work together effectively!

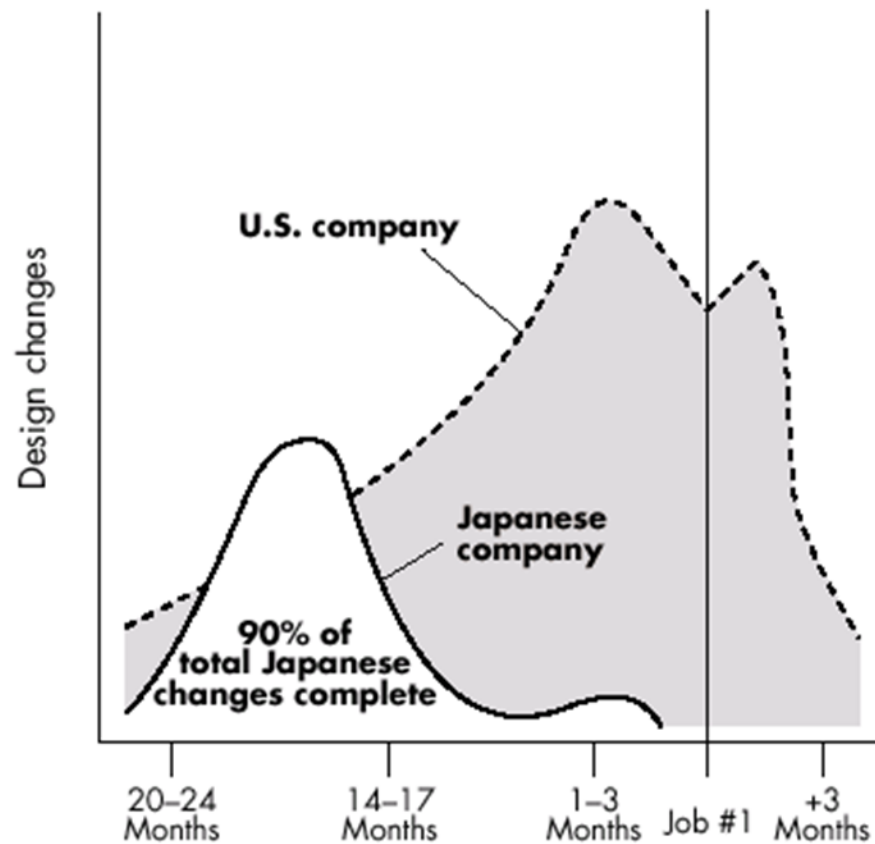
# QFD merits

TTM  
Cost  
Quality

- Reduce product development time by 50%
- Cut start-up & engineering costs by 30%
- Reduce time to market
- Reduce # of design changes

# QFD merits

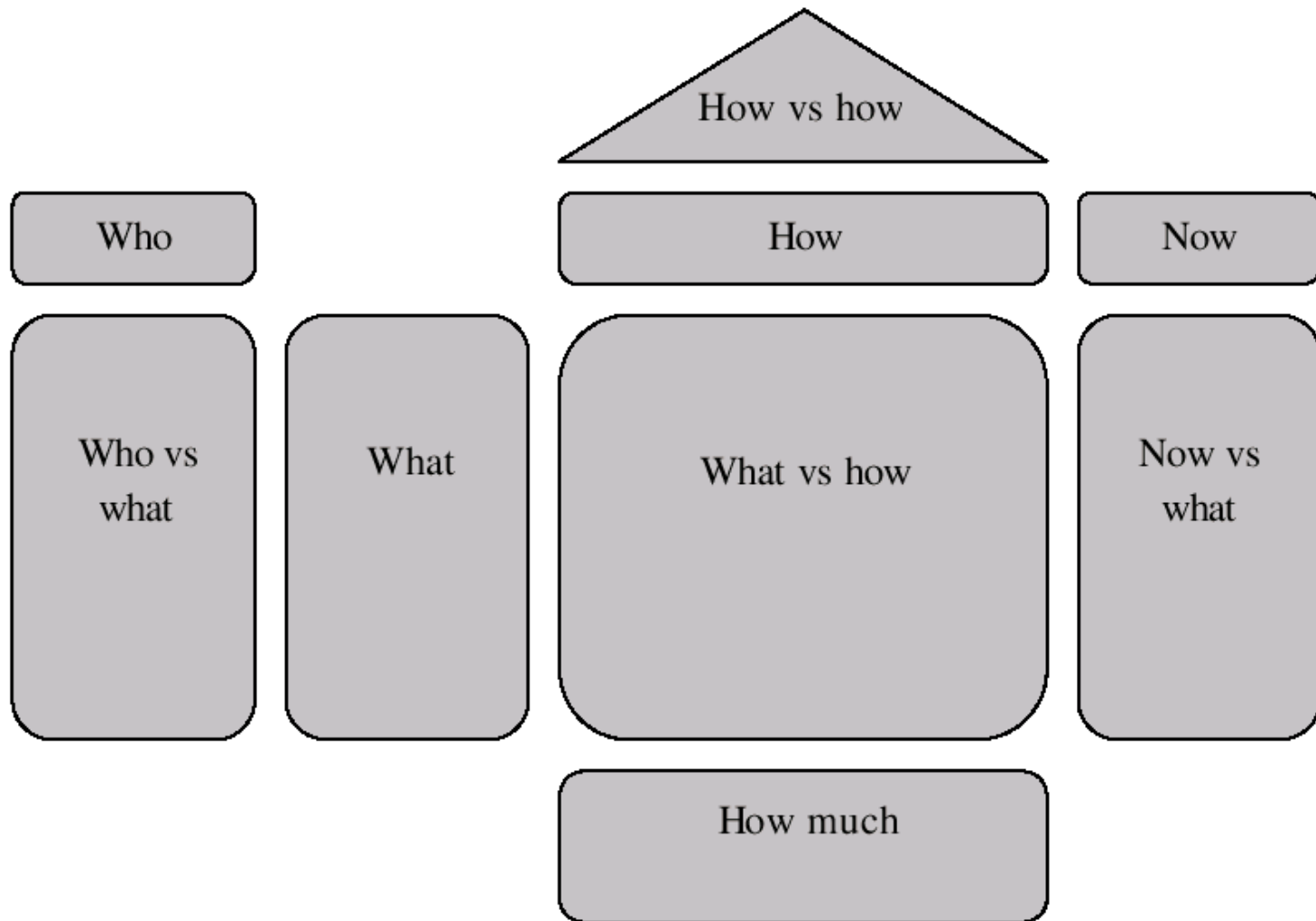
**Japanese automaker with QFD made fewer changes than U.S. company without QFD**

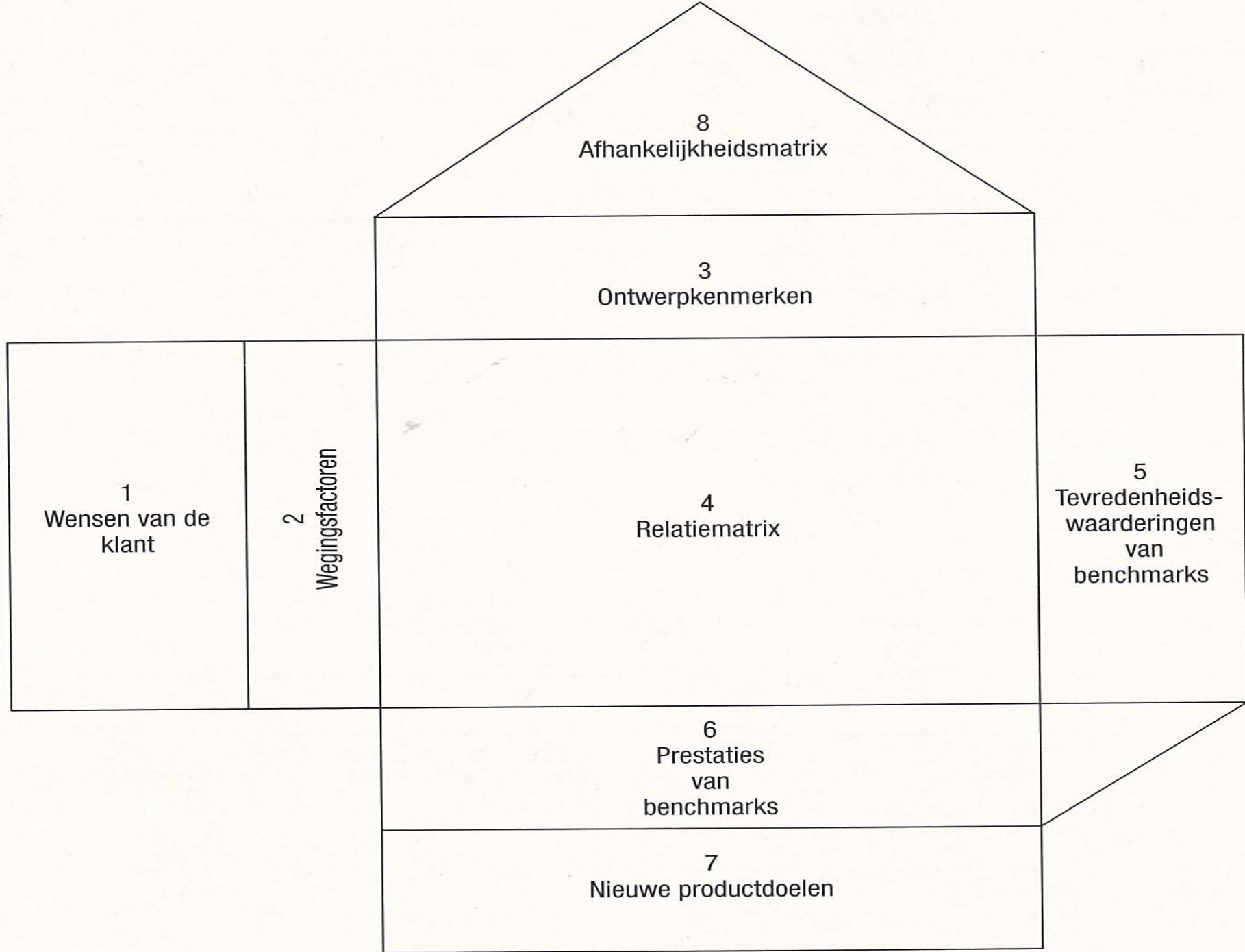


# QFD result

Increased customer satisfaction  
=  
Increased business success

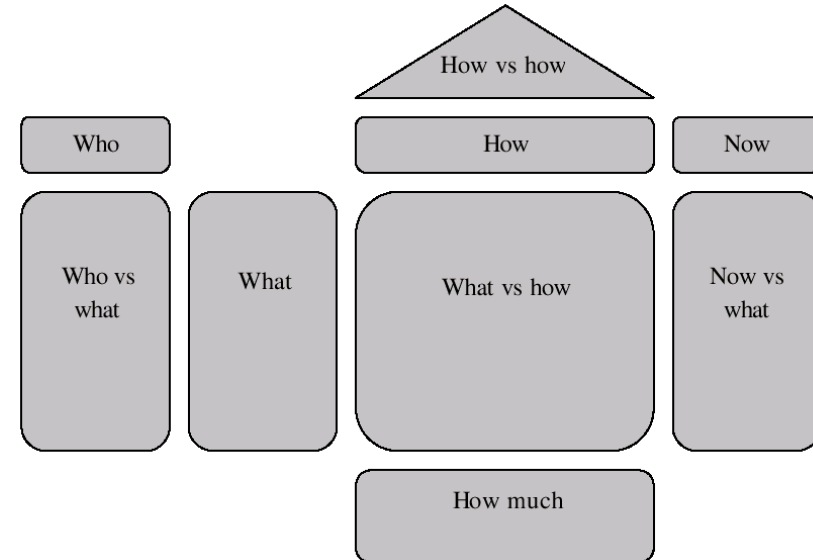
# QFD house of quality





# QFD procedure

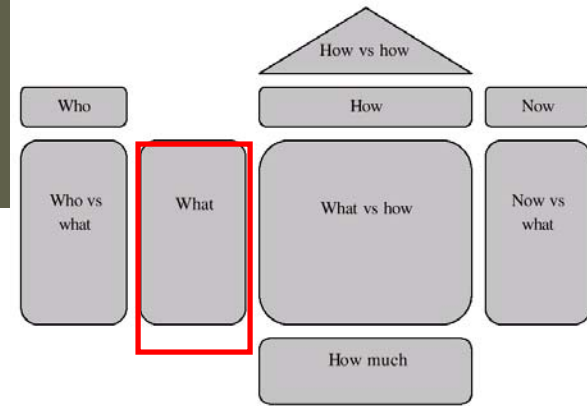
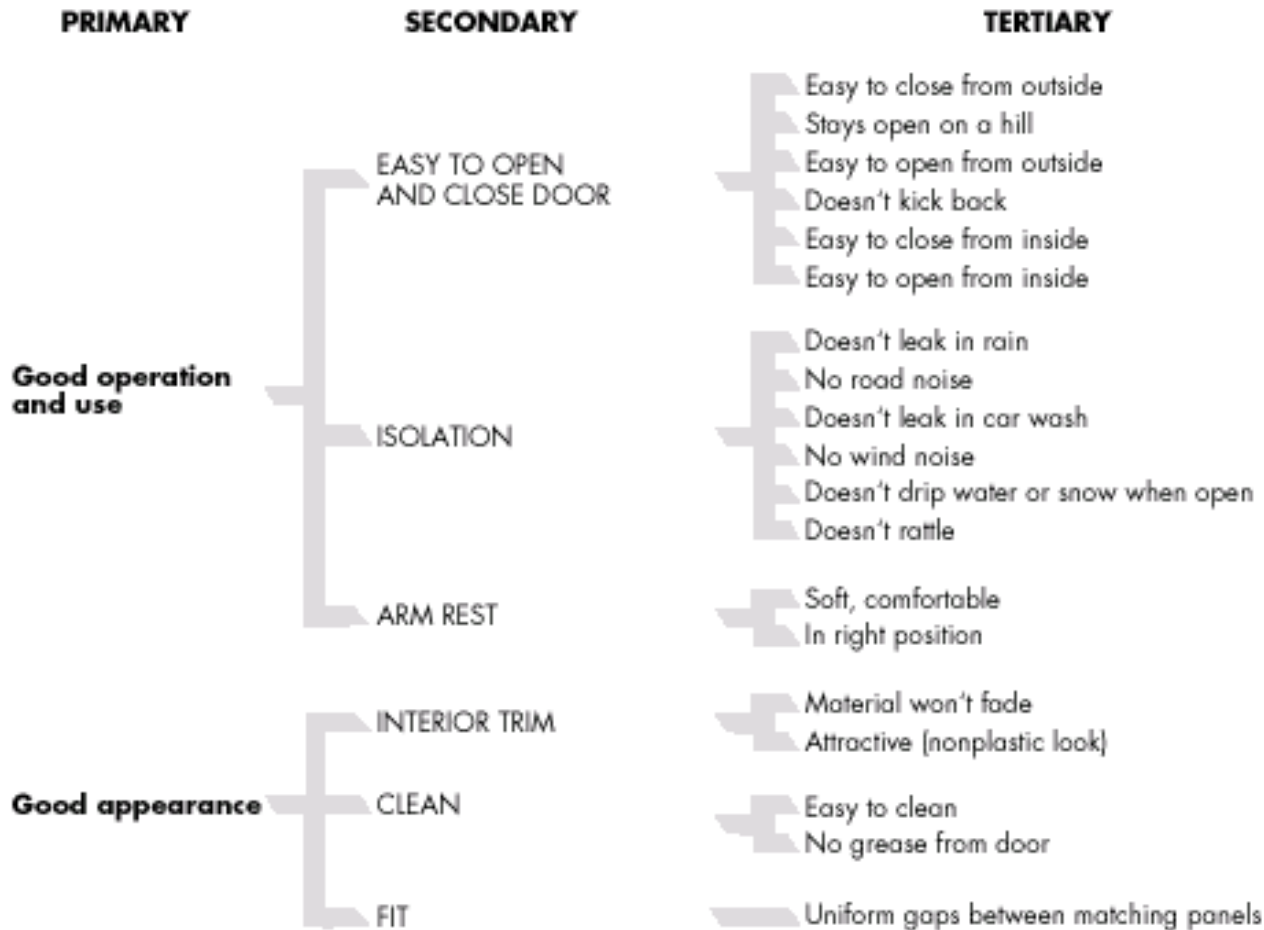
- Stap 1: **WHO**: Identificeer de klanten
- Stap 2: **WHAT**: Bepaal de klanteneisen
- Stap 3: **WHO vs WHAT**: Relatief belang van de klanteneisen
- Stap 4: **NOW en NOW vs WHAT**: Hoe tevreden is de klant nu?
- Stap 5: **HOW**: Hoe wordt aan de klanteneisen voldaan?
- Stap 6: **HOW vs WHAT**: Relateren van klanteneisen met engineering specificaties.
- Stap 7: **HOW MUCH**: Engineering target waarden.
- Stap 8: **HOW vs HOW**: Hoe zijn de specificaties afhankelijk van elkaar?





# QFD: WHAT

## Customer attributes and bundles of CAs for a car door



# QFD: WHAT

## Eisen voor de producteisen:

- Specifiek
- Meetbaar
- Orthogonaal
- Universeel
- Extern

# QFD: WHAT

## Programma van Eisen (PvE):

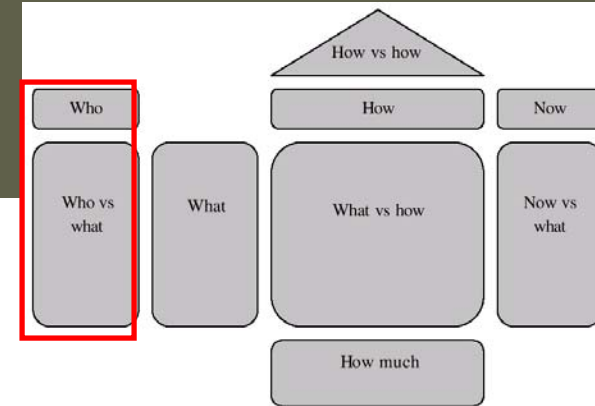
### 1. Klanteneisen:

- a) Functionele prestaties
- b) Gebruiksomgeving
- c) Veiligheid
- d) Economische
- e) Vormgeving
- f) Overige

### 2. Bedrijfseisen:

- a) Marketing
- b) Productie
- c) Financieel
- d) Overige

# QFD: WHO vs WHAT

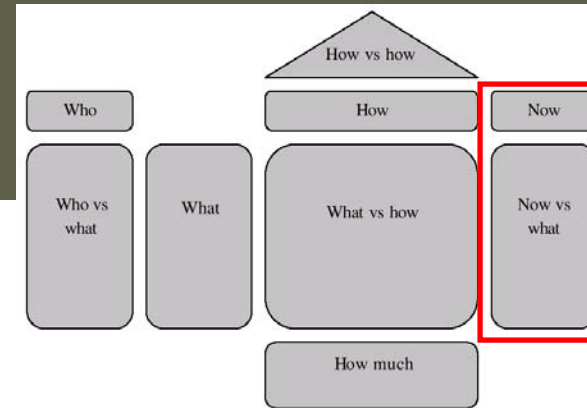


## Relative-importance weights of customer attributes

BUNDLES	CUSTOMER ATTRIBUTES	RELATIVE IMPORTANCE
EASY TO OPEN AND CLOSE DOOR	Easy to close from outside	7
	Stays open on a hill	5
ISOLATION	Doesn't leak in rain	3
	No road noise	2

A complete list totals 100%

# QFD: NOW en NOW vs WHAT

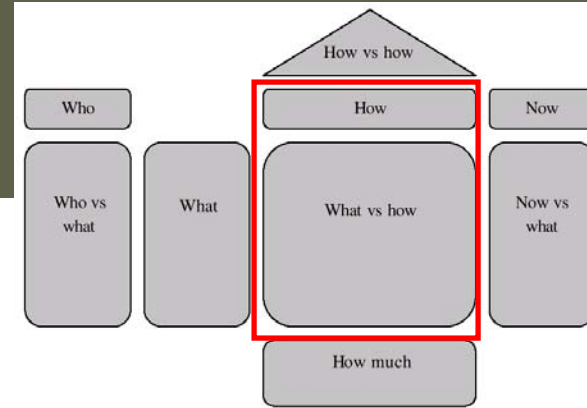


## Customers' evaluations of competitive products

BUNDLES	CUSTOMER ATTRIBUTES	RELATIVE IMPORTANCE
EASY TO OPEN AND CLOSE DOOR	Easy to close from outside	7
	Stays open on a hill	5
ISOLATION	Doesn't leak in rain	3
	No road noise	2



# QFD: HOW en HOW vs WHAT

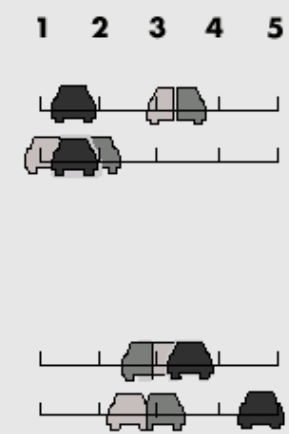


CUSTOMER ATTRIBUTES		Relative Importance	ENGINEERING CHARACTERISTICS					SEALING-INSULATION				
			OPEN-CLOSE EFFORT					SEALING-INSULATION				
EASY TO OPEN AND CLOSE DOOR	Easy to close from outside	7	- Energy to close door	+ Check force on level ground	+ Check force on 10° slope	.....	+ Door seal resistance	+ Road noise reduction	.....	.....	.....	.....
	Stays open on a hill	5										
ISOLATION	Doesn't leak in rain	3										
	No road noise	2										

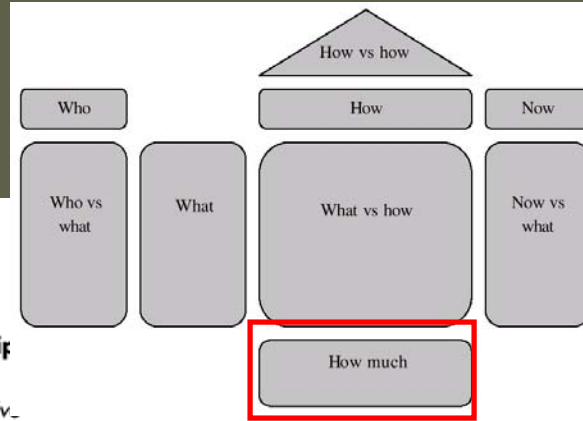
### Relationships

- ✓ Strong positive
- ✓ Medium positive
- ✗ Medium negative
- ✗ Strong negative

### Customer perceptions

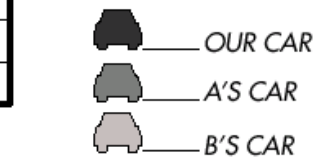
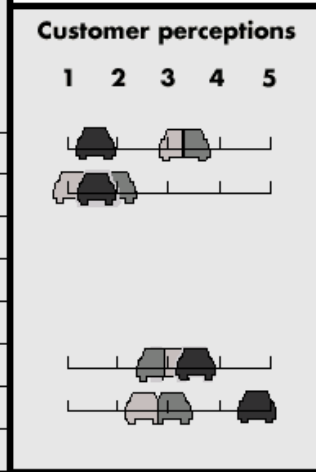


# QFD: HOW MUCH

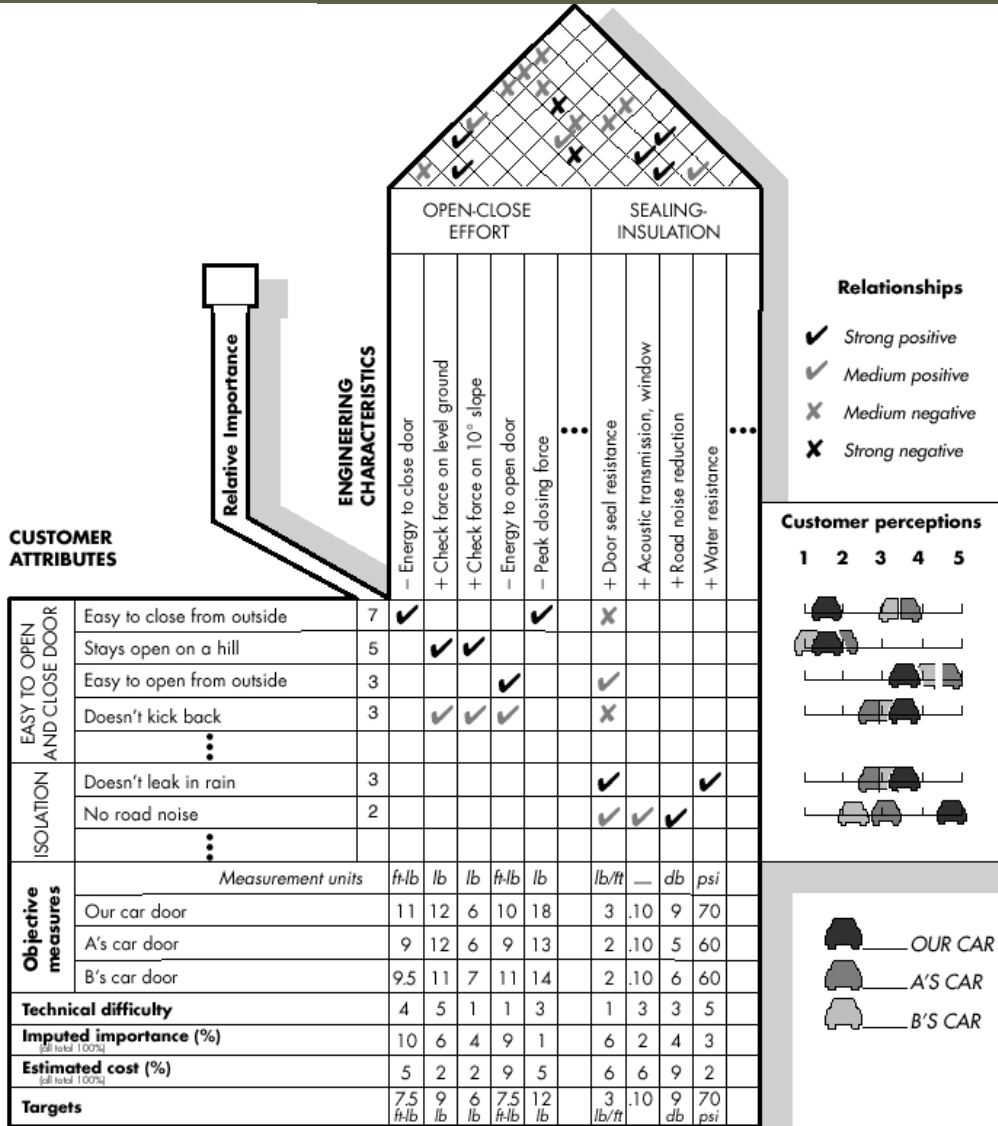
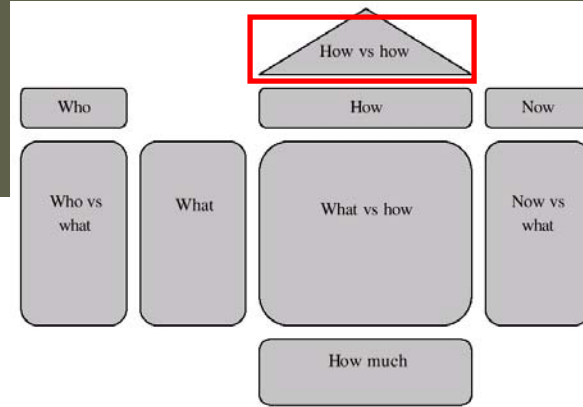


CUSTOMER ATTRIBUTES		Relative Importance	ENGINEERING CHARACTERISTICS			OPEN-CLOSE EFFORT		SEALING-INSULATION	
			- Energy to close door	+ Check force on level ground	+ Check force on 10° slope	+ Door seal resistance	+ Road noise reduction		
EASY TO OPEN AND CLOSE DOOR	Easy to close from outside	7	✓						
	Stays open on a hill	5		✓	✓				
	...								
ISOLATION	Doesn't leak in rain	3					✓		
	No road noise	2					✓	✓	
	...								
Objective measures	Measurement units		ft-lb	lb	lb		lb/ft	db	
	Our car door		11	12	6		3	9	
	A's car door		9	12	6		2	5	
	B's car door		9.5	11	7		2	6	

- Relationship**
- ✓ Strong positive
  - ✓ Medium positive
  - ✗ Medium negative
  - ✗ Strong negative



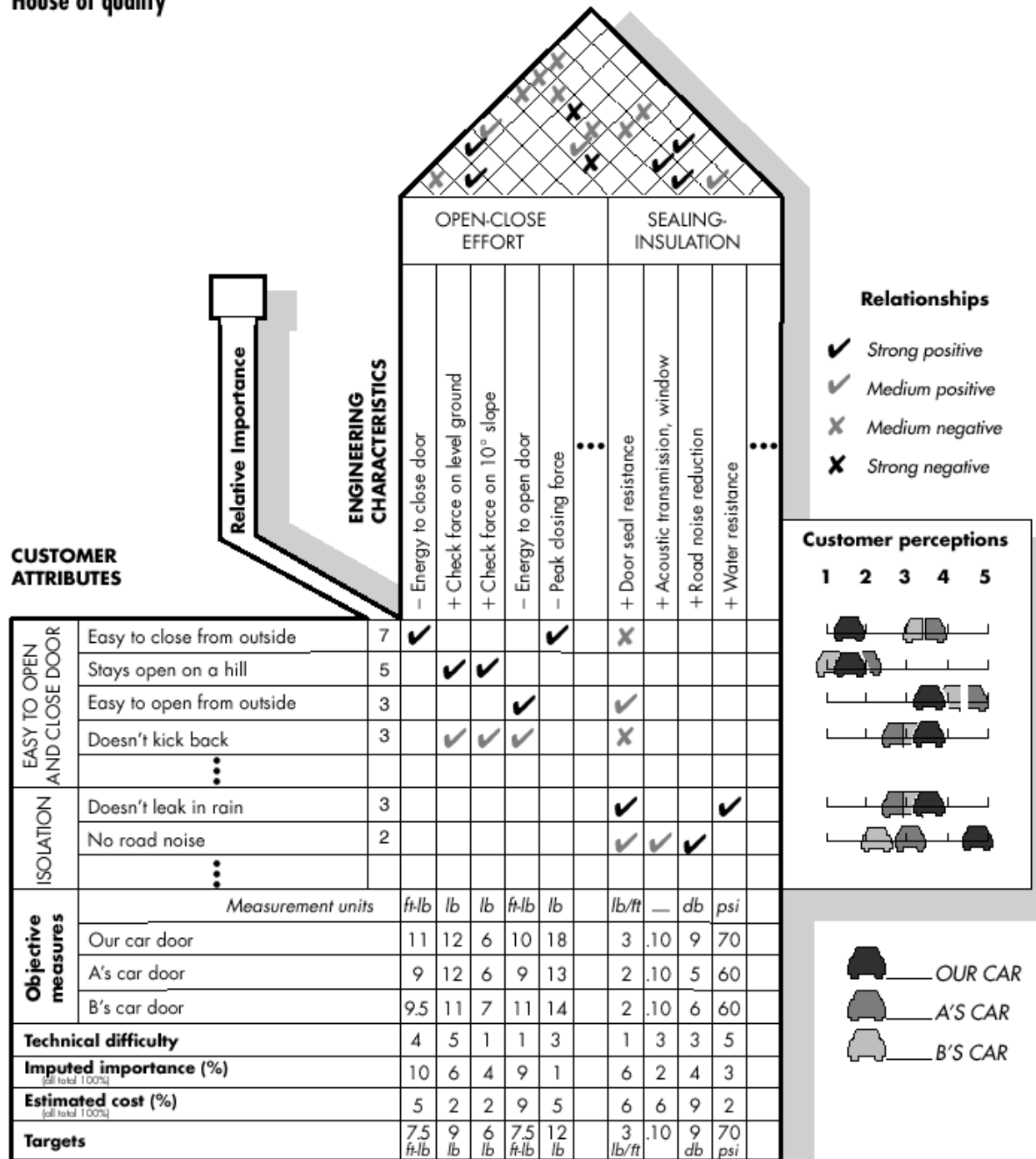
# QFD: HOW vs HOW



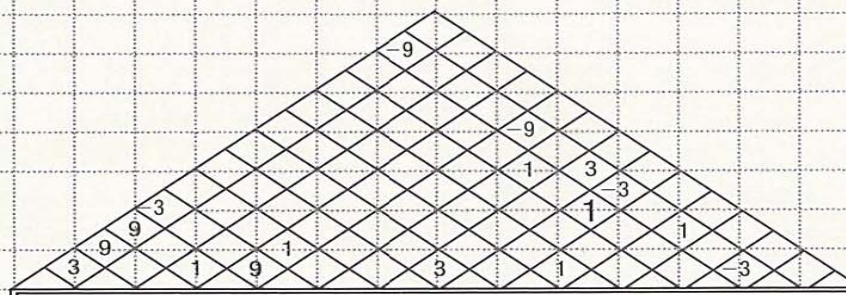


# QFD

## House of quality



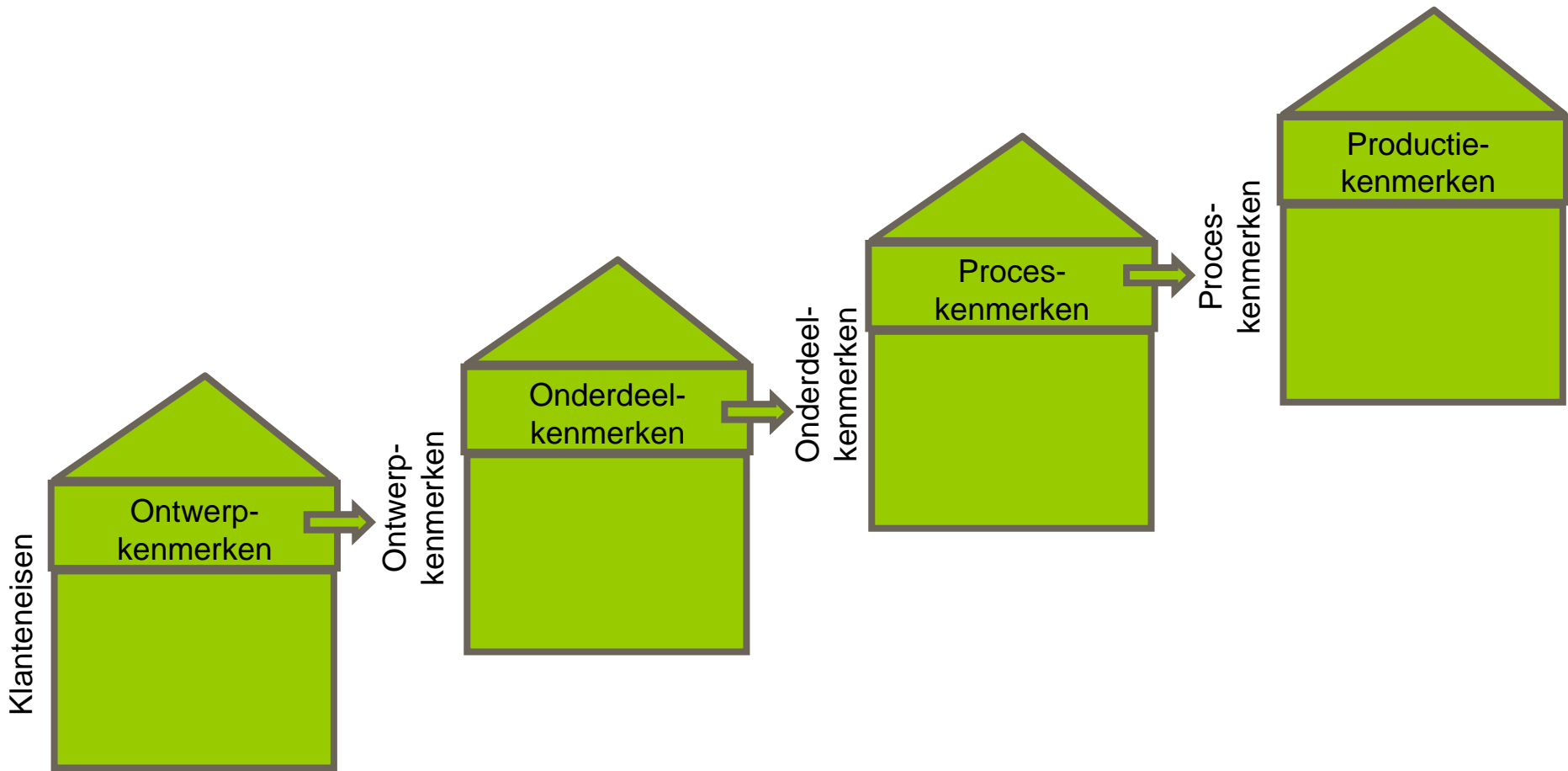
# Voorbeeld: puntenslijper



		Wegingsfactor	Ontwerpkenmerken (eenheden)														Klant-tevredenheids-waardering (0,00 – 1,00)		
			Verschuift (ja/nee)	Wrijvingsfactor	Inschakelkracht (N)	Kracht bij slijpen (N)	Benodigde grijpkracht (N)	Grijpkoppel (Nmm)	Opslagcapaciteit slijpsel (cm <sup>3</sup> )	Aantal handelingen voor legen	220 V AC (ja/nee)	Snoerlengte (m)	Puntkegelhoek (graden)	Benodigd aantal handen voor bediening	Gewicht (g)	Ruwheid van de punt (m)	CP	A	B
	<b>Klanteneisen</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Verschuift niet tijdens gebruik	0,10	9	3	3	3	9	1							3	3		0,9	
2	Moet met weinig kracht ingestoken kunnen worden	0,05			9	9												0,8	
3	Het potlood moet niet gaan draaien bij het insteken	0,05						9										0,9	
4	Schakelt in zodra een potlood in het apparaat gestoken wordt	0,15			9									9				1,0	
5	Vangt het slijpsel goed op	0,05							9	1								1,0	
6	Slijpselopvangbak kan gemakkelijk geleegd worden	0,20							3	9		1		3	-3			0,6	
7	Kan gemakkelijk op een stopcontact aangesloten worden	0,05									9							0,9	
8	Snoer is lang genoeg	0,05										9						0,8	
9	Slijpt een scherpe punt aan een potlood	0,20											9			3		0,7	
10	Kan met één hand bediend worden	0,10		3										9	3			0,8	
Totaal wegingsfactoren		1,00																	

Performance	Huidige product (HP)																	
	Concurrent A: model 25	N	1	0	0	0	0	2	6	Y	6	20	1	20	6	/		
	Concurrent																	
	Nieuwe productdoelen	N	1	0	0	0	0	3	4	Y	6	18	1	18	5			

# QFD doorheen het ontwerp



# QFD analyse (1)

- **Blank or weak columns.** HOWs that don't strongly relate to any customer attribute.
- **Blank or weak rows.** Customer attributes that are not being strongly addressed by a HOW.
- **Conflicts.** Technical competitive assessment that is in conflict with customer competitive assessment.
- **Significance.** HOWs that relate to many customer attributes, safety/regulatory, and internal company requirements.

# QFD analyse (2)

- **"Eye opener" opportunities.** The team's company and competitors are doing poorly. The design team should seize the opportunity to deliver on these sales points, which may be treated as delighters in the Kano model initially.
- **Benchmarking.** Opportunities to incorporate the competitor's highly rated HOWs. The team should modify and incorporate using benchmarking and not resort to creation.
- **Deployment.** Significant HOWs that need further deployment and work in phase 2, design parameters deployment.

# Ontwerpmethodologie

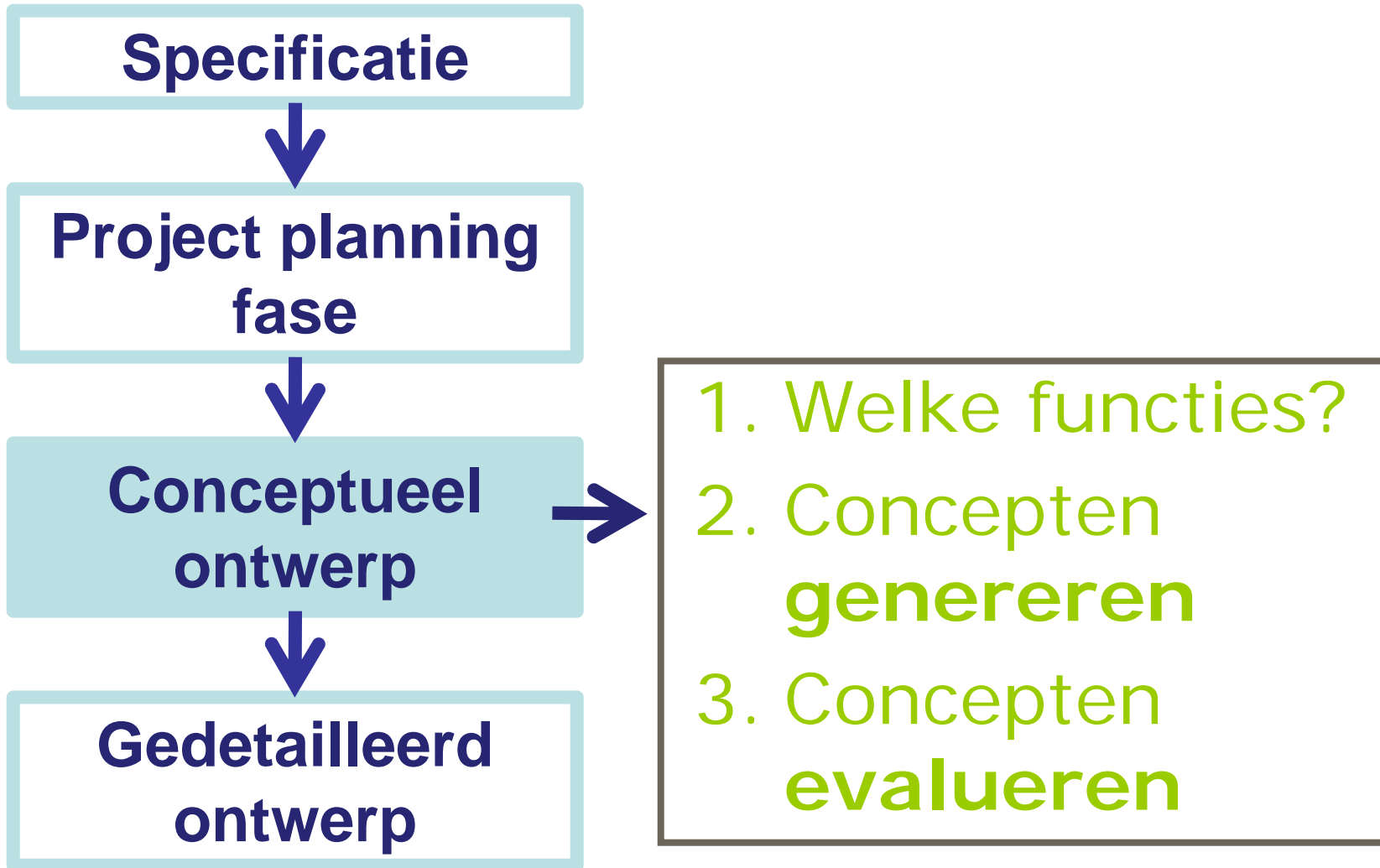
## LES 1 deel 2

Steve Vanlanduit

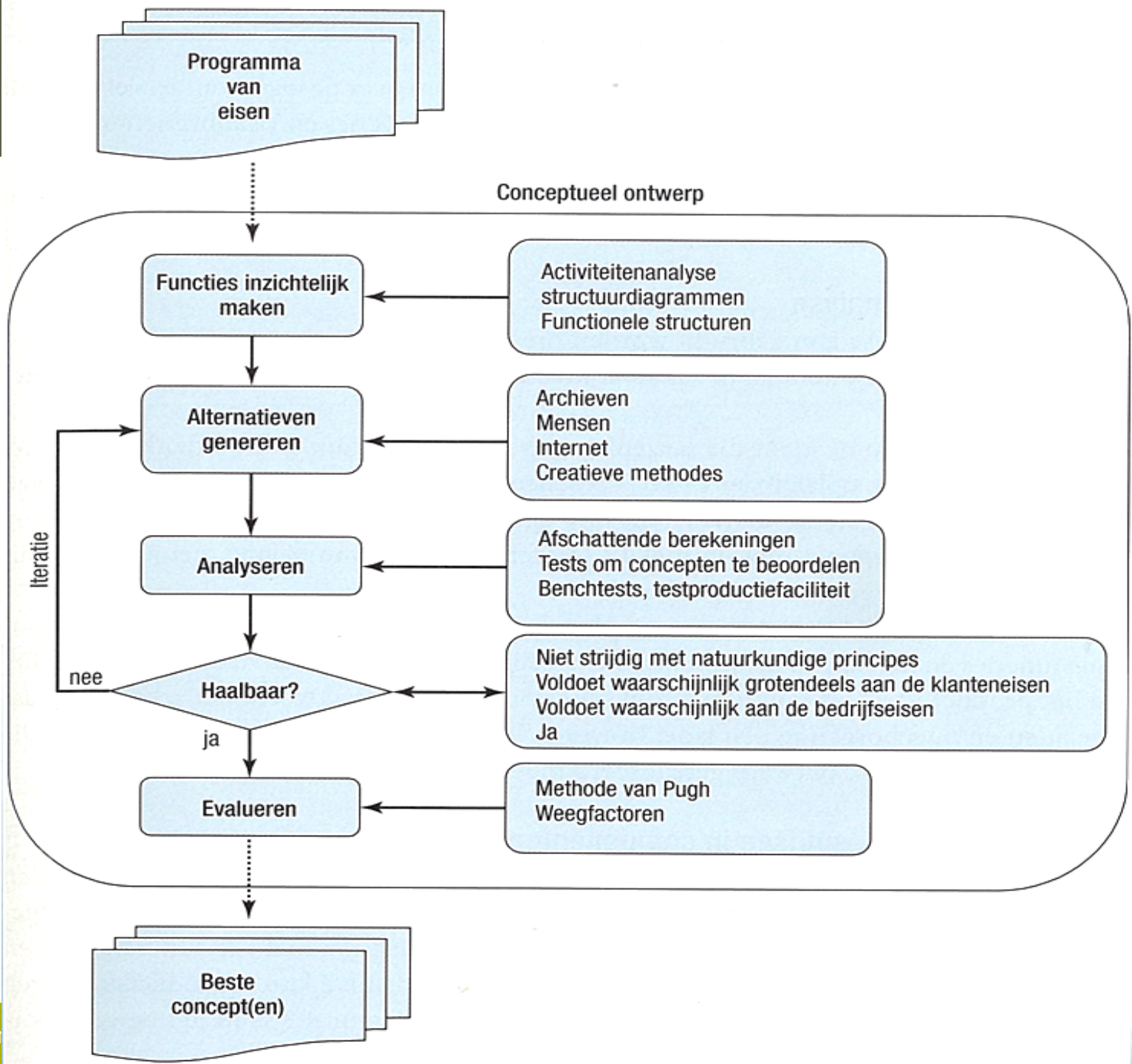


Vrije Universiteit Brussel

# Het conceptueel ontwerp







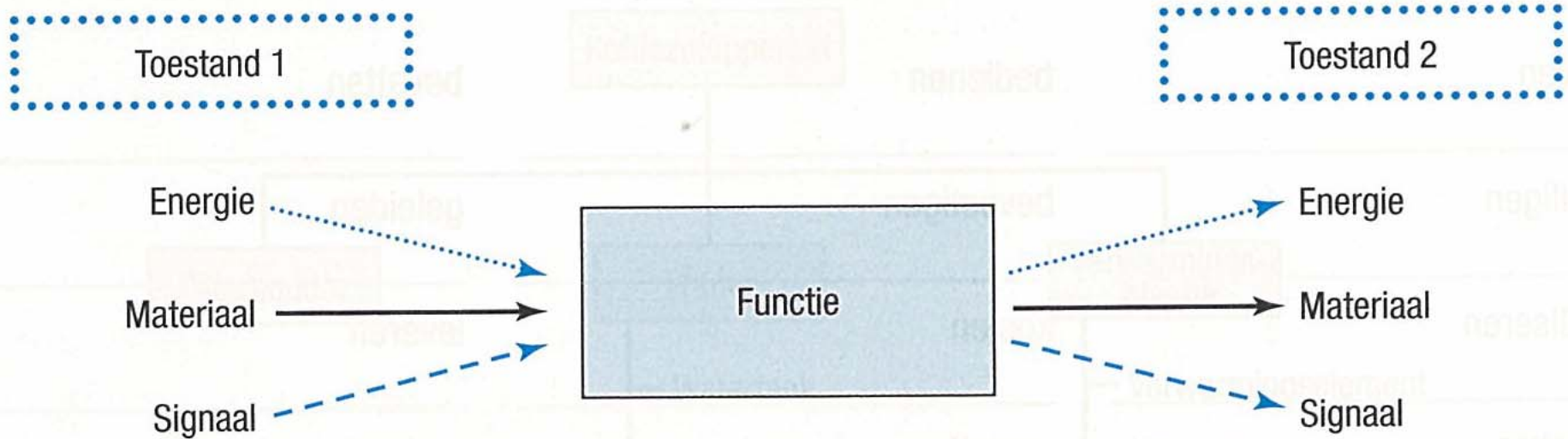


# Functies van het ontwerp

## Definitie concept:

*Een concept is de abstracte materialisatie van een **fysisch principe**, een **materiaal** en een **geometrie***

# Functies van het ontwerp



Een functie wordt aangeduid met  
werkwoord

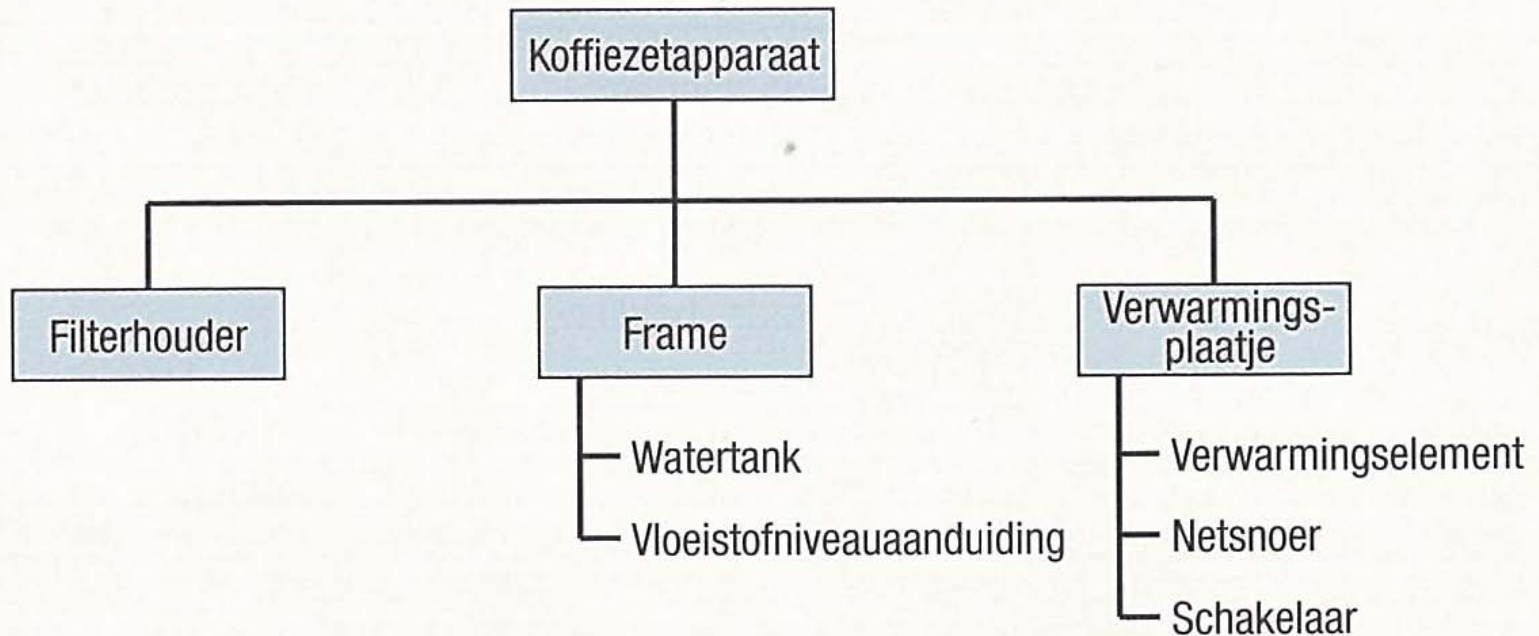
# Functies van het ontwerp

Hoe inzicht krijgen in de functies van een ontwerp?

1. Activiteitenanalyse
2. Opdelen in componenten →  
Productstructuur
3. Functiestructuur: functies en subfuncties

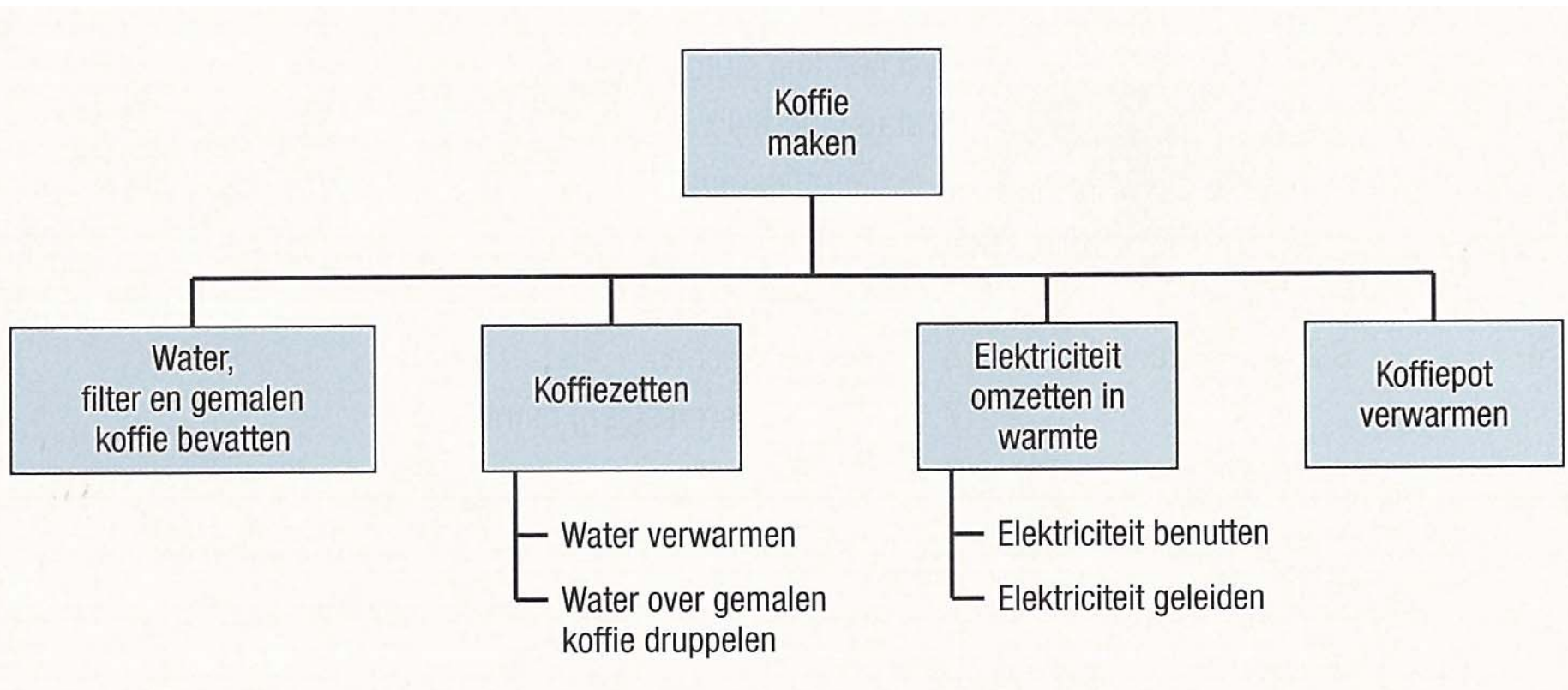
# Functies van het ontwerp

Voorbeeld: **product**structuur van een koffiezetapparaat



# Functies van het ontwerp

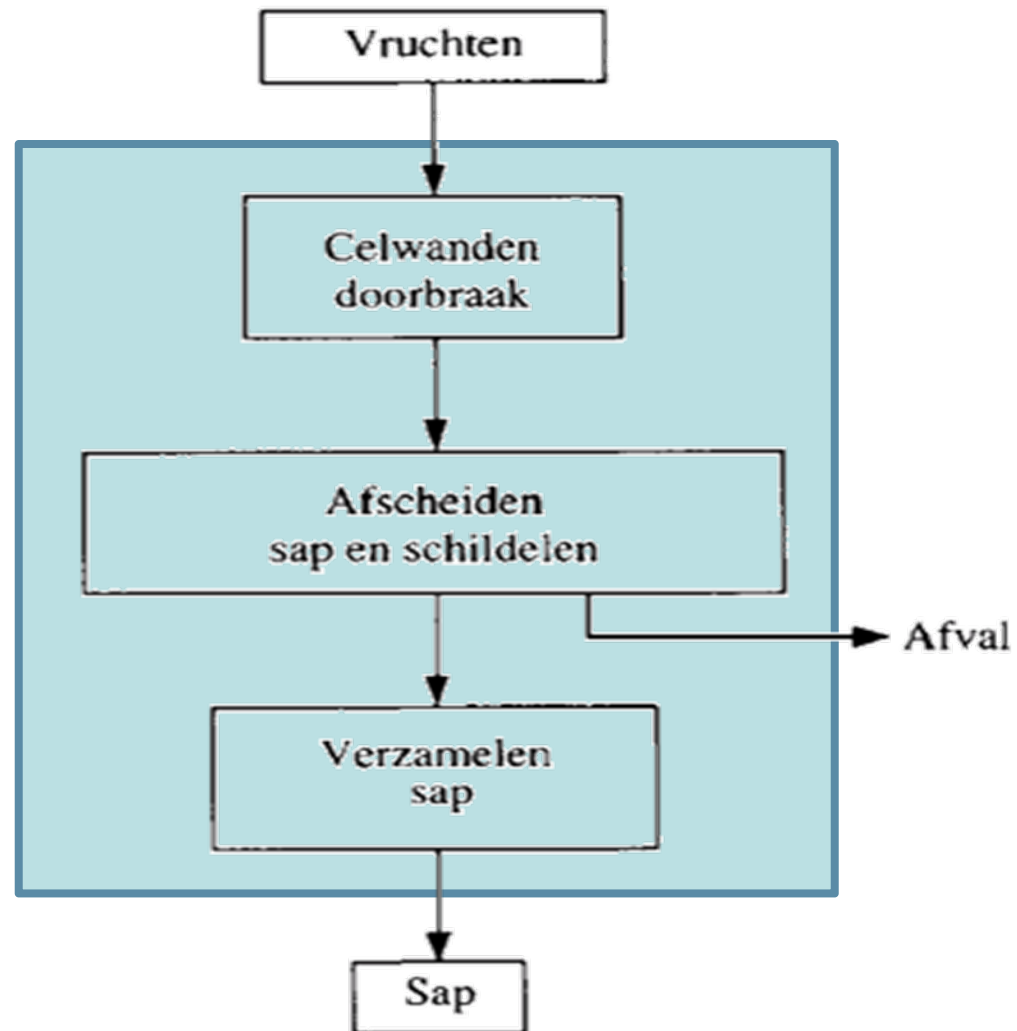
Voorbeeld: functiestructuur van een koffiezetapparaat



# Functies van het ontwerp

Voorbeeld:

'winnen van sap uit vruchten'



# Functies van het ontwerp

## Per (sub)functie: basisprocessen?

- doorbreken van de celwanden:
  - het uitoefenen van mechanische krachten (persen);
  - het fijnsnijden;
  - het verwarmen (*stuk koken*).
- Het verzamelen:
  - het laten uitdruipen;
  - het centrifugeren.
- Afscheiden:
  - het zeven
  - het bezinken.

# Functies van het ontwerp

## Genereren van concepten:

- Samennemen van deelfuncties
- Ordenen van functies
- Groeperen van deelfuncties



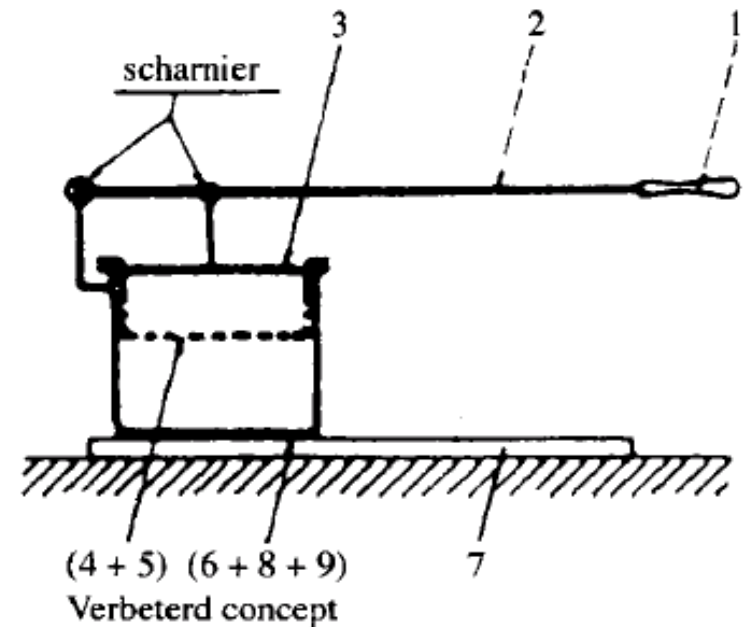
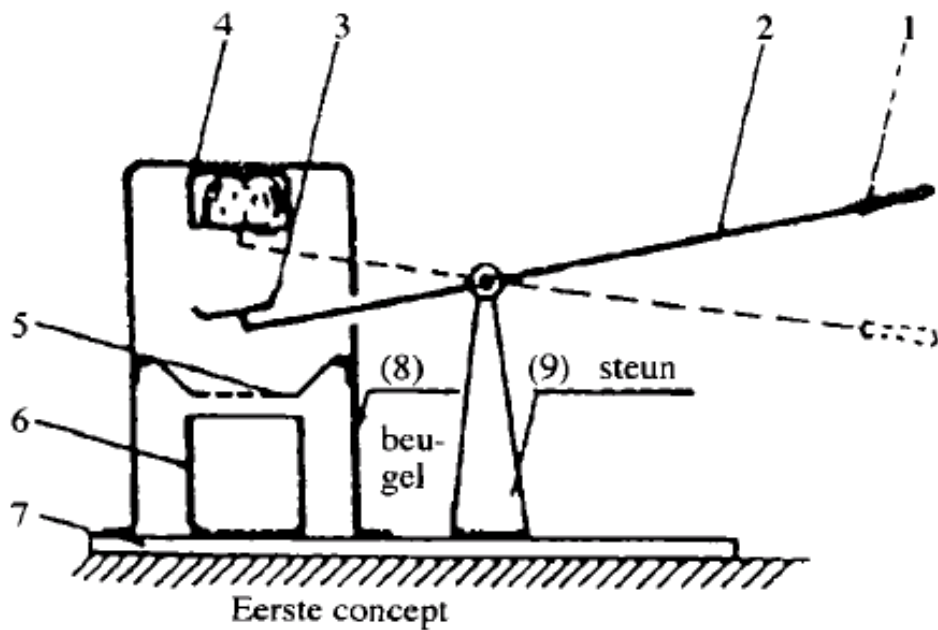
# Functies van het ontwerp

Voorbeeld: **groeperen** van subfuncties

	Deelfuncties		
Concepten	<b>Doorbreken wand</b>	<b>Verzamelen</b>	<b>Afscheiden</b>
	persen	uitdruipen	zeven
	snijden	centrifugeren	bezinken
	koken		

# Functies van het ontwerp

Voorbeeld: **samennemen** van subfuncties



# Conceptgeneratiemethodes

- Intuitieve conceptgeneratiemethodes
- Bron: patentonderzoek, internet, archieven, etc.
- TRIZ
- Morfologische kaart

# Conceptanalyse

## Screening van de gegenereerde concepten:

- Zal het concept werken?
- Zal het concept voldoen aan de minimale performantie-eisen?
- Zal het concept bestand zijn tegen zijn gebruiksomgeving?
- Zal het concept produceerbaar zijn?
- Zal het concept voldoen aan financiële en/of marketing eisen?

# Conceptevaluatie

## Vergelijken van resterende concepten:

1. Selectiemethode van Pugh
2. Methode van Pahl en Beitz  
(weegfactoren)

# Conceptevaluatie

## 1. Selectiemethode van Pugh

- Evaluatiecriteria uit PvE
- Matrix met evaluatiecriteria en concepten
- Keuze van 1 concept als referentie
- Voor elk concept en criterium evalueren of dit beter (+) of slechter (-) scoort
- Alle + en – optellen (eventueel gewogen)

# Conceptevaluatie

## Voorbeeld methode van Pugh

Criteria	Conceptalternatieven			
	Wegingsfactor (%)	Tandwielen	V-snaren	Ketting
hoog rendement	200	+	Referentie	+
hoge mate van betrouwbaarheid	25	+	Referentie	+
weinig behoefte aan onderhoud	20	+	Referentie	S
lage kosten	15	-	Referentie	-
laag gewicht	10	-	Referentie	-
	100			
$\Sigma+$		75	Niet beschikbaar	55
$\Sigma-$		25	Niet beschikbaar	25
$\Sigma S$		0	Niet beschikbaar	20

# Conceptevaluatie

## 2. Methode van Pahl en Beitz (weegfactoren of beslissingsmatrix)

- Evaluatiecriteria uit PvE
- Matrix met evaluatiecriteria en concepten
- **Wegingfactoren voor elk criterium**
- **Elk concept krijgt een score van 1 tot 5**



# Conceptevaluatie

## Voorbeeld beslissingsmatrix

Criteria	Wegingsfactor (%)	Conceptalternatieven					
		Tandwielen		V-snaren		Ketting	
		Waardering	Gewogen waardering	Waardering	Gewogen waardering	Waardering	Gewogen waardering
hoog rendement	30	4	1,20	2	0,60	3	0,90
hoge mate van betrouwbaarheid	25	4	1,00	3	0,75	3	0,75
weinig behoefte aan onderhoud	20	4	0,80	3	0,60	2	0,40
lage kosten	15	2	0,30	4	0,60	3	0,45
laag gewicht	10	2	0,20	4	0,40	3	0,30
	100	Niet beschikbaar	3,50	Niet beschikbaar	2,95	Niet beschikbaar	2.80

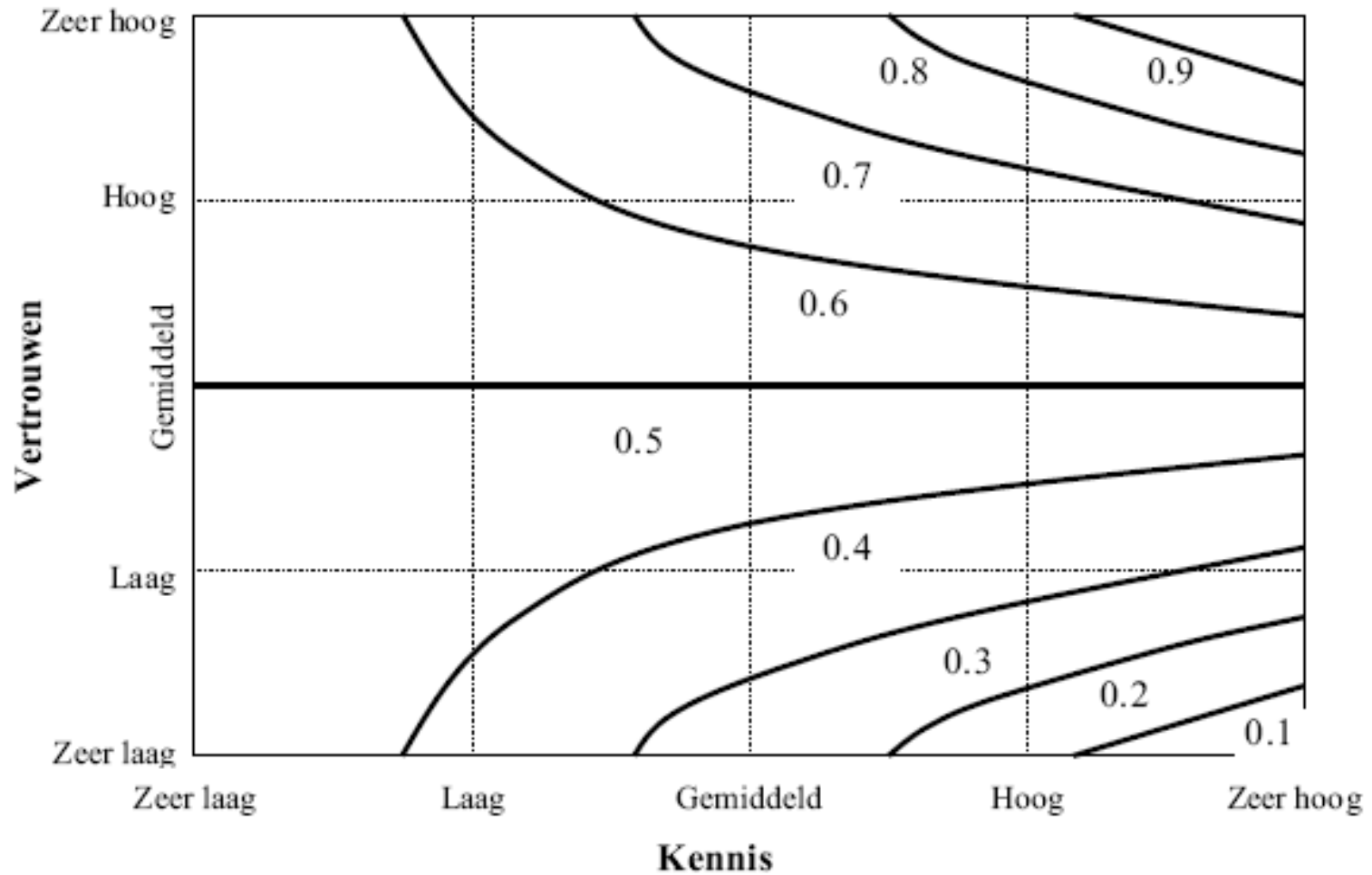
Waardering	Waarde
Onvoldoende	0
Net voldoende	1
Voldoende	2
Goed	3
Erg goed	4

# Conceptevaluatie

Gereedheid van de technologie?

- Kritische parameters van de functie?
- Veilige werkingsgebied?
- Falingsmodes?
- Beschikbare processen?
- Demonstrator hardware?
- Controleerbaar doorheen de levenscyclus?

# Conceptevaluatie



# Te onthouden

- Concurrent engineering
- Overzicht design proces
- QFD
- Concept generatie methodes