

Technische Functies

- hoe ontwerpmethodologie filosofische
analyse tart

14 mei 2014

Pieter E. Vermaas
Sectie Filosofie,
Technische Universiteit Delft

Mijn presentatie

Functie is een fundamenteel begrip in engineering, maar niet helder gedefinieerd

Het begrip functie is onderwerp van filosofische analyse

Conceptuele analyse van technische functies is daarmee een voor de hand liggend doel voor techniekfilosofie:

filosofen kunnen ingenieurs conceptuele precisie geven

Deze filosofische bijdrage wordt nauwelijks gewaardeerd;

de ingenieurspraktijk tart filosofische conceptuele analyse

Mijn onderzoek

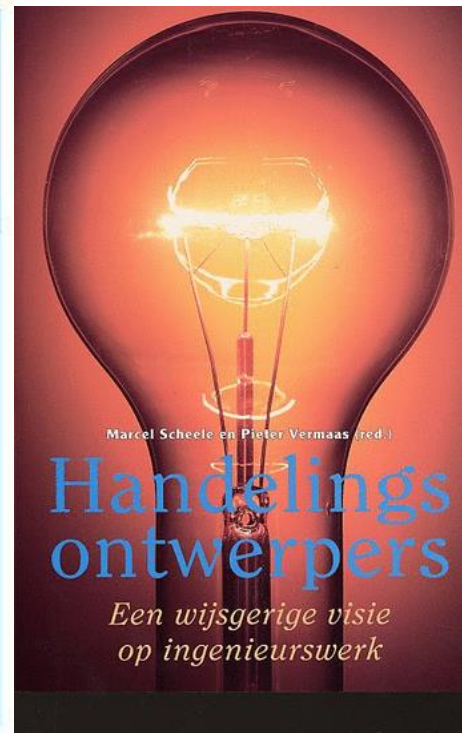
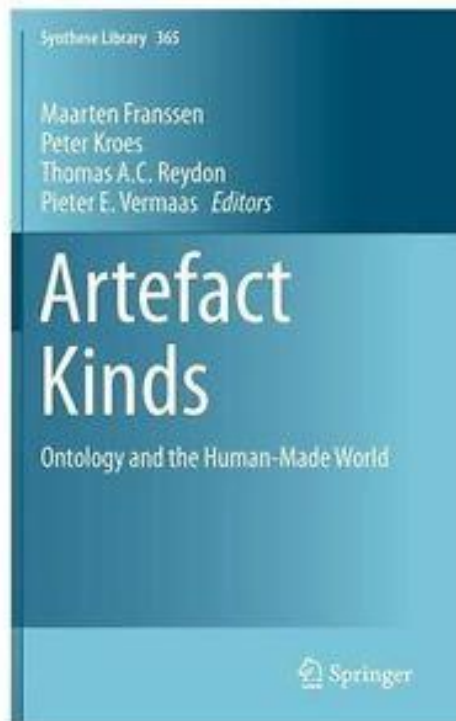
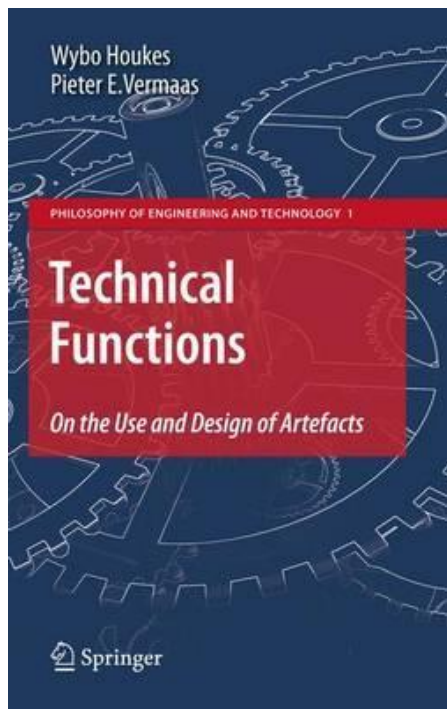
Universitair hoofddocent aan de TU Delft

Start in 1998 met *Dual Nature of Technical Artefacts* project

Sindsdien:

- filosofische analyse van technische functies
- metafysica van technische artefacten
- analyse van functies in engineering
- ontwerpmethodologie
- design thinking
- methodologie voor onderzoek aan ontwerpen

Resultaten



Mijn eerste ervaring met ingenieurs: functies

Het *Dual Nature of Technical Artefacts* project had als doel om technische artefacten filosofisch te analyseren

Technische artefacten hebben

- een materiële aard (blauwdruk),
- een intentionele aard (gebruikersdoelen),

en functionele beschrijvingen verbinden die twee aarden

Startpunt: de ingenieursdefinitie van functie

Mijn eerste ervaring met ingenieurs: functies

Definities van functies in de ontwerpmethodologie:

- in algemene en vage termen
- ambiguïteit en geen consensus
- moeite met communicatie van functionele beschrijvingen

Eerste conclusie:

- geen snelle start van het *Dual Nature* project
- conceptuele analyse van functies is een zelf zinnig project
- we kunnen ingenieurs helpen met een exacte definitie
- we kunnen techniekfilosofie funderen met een exact begrip

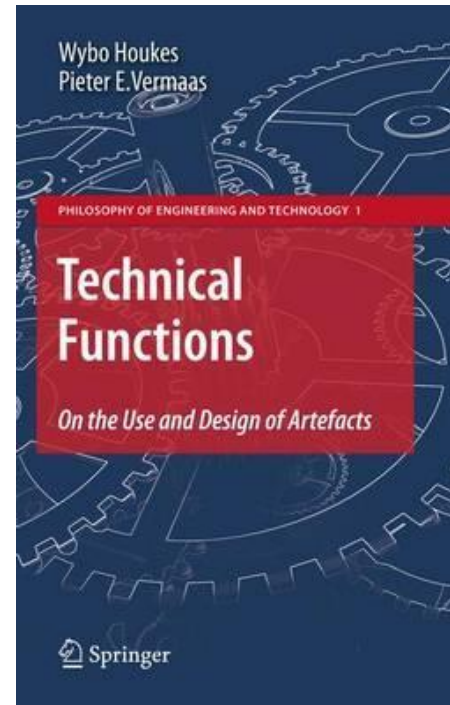
Conceptuele analyse: ICE functietheorie

Startpunten:

- de ontwerpmethodologie literatuur
- filosofisch analyse van biologische functies

Aannamen:

- functie is één begrip verschillend van andere begrippen
 - functie is niet het gebruikersdoel van artefacten
 - functie is geen technisch gedrag van artefacten
- functies relateren artefact doelen en gedrag



De ICE functietheorie

Agent a kent een fysische capaciteit ϕ als een functie toe aan een artefact x ten opzichte van een gebruiksplan van x met doel g of x , en ten opzichte van kennis K , desda:

- I:
 - a gelooft dat x de capaciteit ϕ heeft
 - a gelooft dat x bijdraagt aan g met de capaciteit ϕ
- C:
 - a kan deze overtuigingen rechtvaardigen met K
- E:
 - a gelooft dat de ontwerpers van x x hebben geselecteerd voor de capaciteit ϕ

Mijn eerste ervaring met ingenieurs

Vriendelijk maar duidelijk

Mijn eerste ervaring met ingenieurs

Vriendelijk maar duidelijk



Mijn eerste conclusies

- geen consensus in engineering over het begrip functie
- geen consensus in engineering dat er één begrip functie is

Terug naar de startpunten en aannamen:

- de ontwerpmethodologie literatuur
- filosofisch analyse van biologische functies
- functie in één begrip verschillend van andere begrippen
 - functie is geen doelen en geen technisch gedrag
- functies relateren artefact doelen en gedrag

Mijn eerste conclusies

- geen concensus in engineering over het begrip functie
- geen concensus in engineering dat er één begrip functie is

Terug naar de startpunten en aannamen:

- de ontwerpmethodologie literatuur
- filosofisch analyse van biologische functies
- functie in één begrip verschillend van andere begrippen
 - functie is geen doelen en geen technisch gedrag
- functies relateren artefact doelen en gedrag

Filosofische analyse van biologische functies

In wetenschapsfilosofie en philosophy of mind is veel conceptuele analyse gedaan aan biologische functies

Verschillende auteurs komen met verschillende definities, en dan breekt het debat los wie de beste definitie heeft

- verborgen aanname: er is één juiste definitie

Techniekfilosofen hebben dit analyse model te snel overgenomen

Filosofische analyse van technische functies

Startpunten:

- de ontwerpmethodologie literatuur
- geen verdere aannamen

De literatuur geeft dan het volgende beeld:

- engineering ontologen willen één functie begrip
- sommige ontwerpmethodologen willen ook één begrip
- andere ontwerpmethodologen hebben meerdere begrippen
- veel ontwerpmethodologen accepteren ambiguïteit

Filosofische analyse van technische functies

Ontwerpmethodologen tarten filosofische analyse

De uitdaging is om te begrijpen waarom in engineering:

- verschillende begrippen van functies worden gebruikt
- die begrippen niet helder worden onderscheiden

De verschillende begrippen van technische functies

Er zijn 18 verschillende begrippen van functie in engineering, en ze hangen samen met ontwerpmethoden

Er zijn 3 archetypische begrippen van functie:

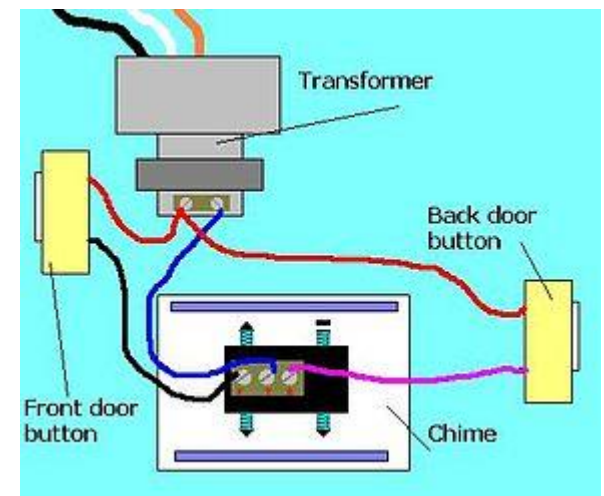
gedragfunctie: het gewenste gedrag van een artefact

effectfunctie: het gewenste effect van artefact gedrag

doelfunctie: het doel waarvoor een artefact is ontworpen

en allerlei tussenvormen

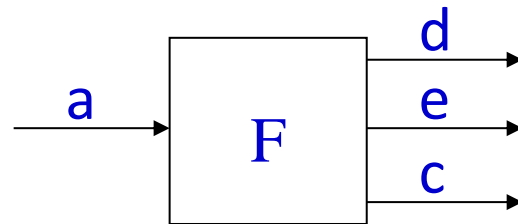
(Chandrasakaran and Josephson):



Gedragfunctie: Pahl & Beitz, Stone & Wood, ...

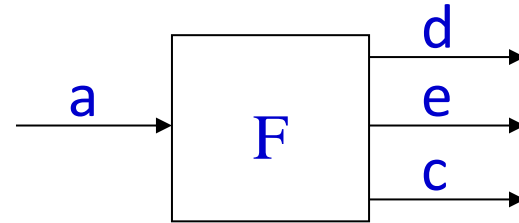
Functies beschrijven het gewenste gedrag van artefacten in termen van de input en output van energie, materiaal en informatie

Die input-output balans moet voldoen aan behoudswetten

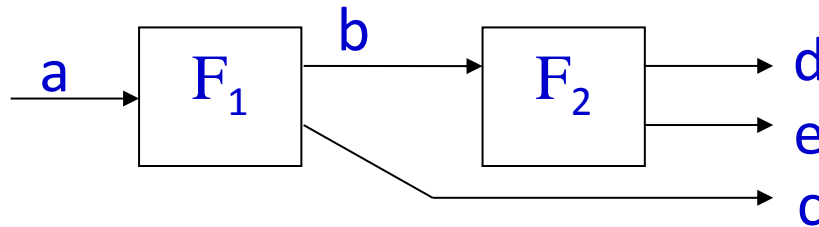


Ontwerpen volgens Pahl & Beitz en Stone & Wood

stap 1: modelleer de functie F:

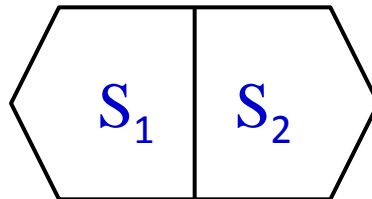


stap 2: decomponeer de functie F in subfuncties $\{F_1, F_2, \dots\}$:



stap 3: bepaal structuren S_x voor elke F_x met F-S databases

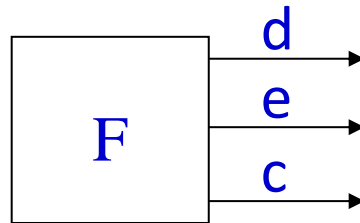
stap 4: componeer een ontwerp oplossing, en analyseer die



Effectfunctie: bijv. Lind en Mizoguchi & Kitamura

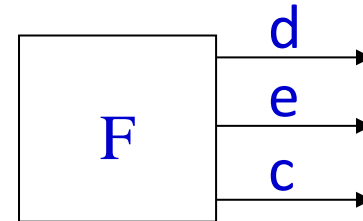
Functies beschrijven het gewenste effect van artefacten,
bijvoorbeeld, in termen van de input en output van energie,
materiaal en informatie

De input-output balans hoeft niet te voldoen aan
behoudswetten

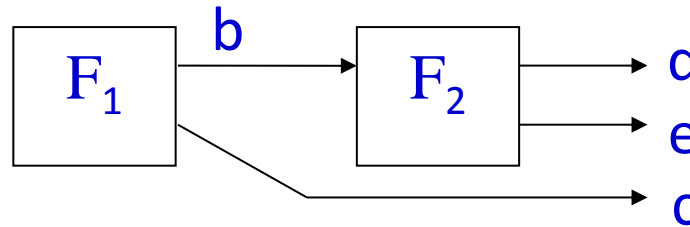


Ontwerpen met effectfuncties

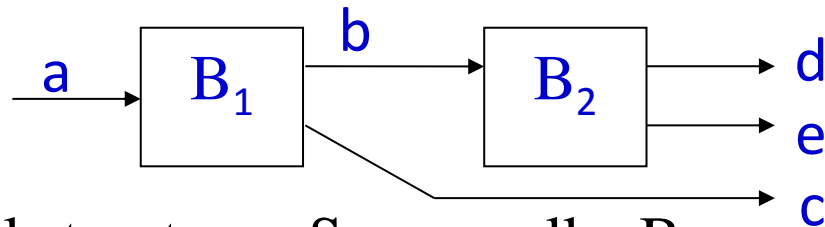
stap 1: modelleer de functie F:



stap 2: decomponeer de functie F in subfuncties $\{F_1, F_2, \dots\}$:

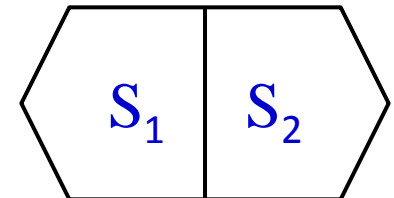


stap 3: bepaal geschikt gedrag B_x voor elke functie F_x



stap 4: bepaal structuren S_x voor elke B_x

stap 5: componeer en analyseer een oplossing



Doelfunctie: bv. Gero

Functies die beschrijven welke de stand van zaken moet worden bereikt met het artefact

Representatie in termen van die stand van zaken:

- voor een raam: “zonlicht binnen laten”
- voor een fohn: “droog haar”

Gero's FBS opwerpmethode

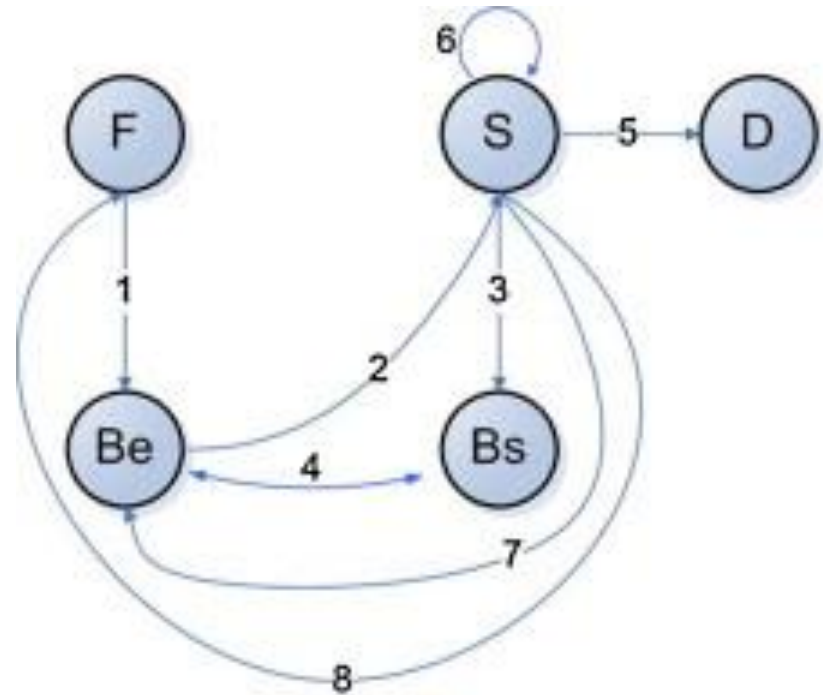
F = functie

Be = verwacht gedrag

Bs = gedrag van S

S = structuur

D = beschrijving van S



stap 1: gebruik database met F-B relaties

stap 2: gebruik database met B-S relaties

andere stappen: analyseer wat je hebt

Een poging tot overzicht en integratie

Een volledige beschrijving van artefacten met vijf begrippen
(Brown & Blessing):

Doel: de stand van zaken te bereiken met een artefact

Acties: handelingen van gebruikers om het doel te bereiken

Functie: de rol van het artefact om het doel te bereiken

Gedrag: de fysische ontwikkeling van het artefact

Structuur: de fysische samenstelling van het artefact

De conceptuele gelaagdheid van beschrijvingen

Artefacten worden met deze vijf begrippen beschreven, op een “gelaagde” manier

doelen van het artefact
acties met het artefact
functies van het artefact
gedrag van het artefact
structuur van het artefact

Ontwerpen met de vijf begrippen

Top-down,
van doel
naar structuur



Analyse met de vijf begrippen

Bottom-up,
van structuur
naar doel



Deze beschrijving komt niet overeen met de praktijk

- te rijk

feitelijke modellen zijn
eenvoudiger

- functie begrip \approx effectfunctie

maar functie wordt in
meerdere betekenissen
gebruikt

doelen van het artefact

acties met het artefact

functies van het artefact

gedrag van het artefact

structuur van het artefact

Vereenvoudigingen in de praktijk

Door delen van de volledige beschrijving te onderdrukken

- handelingen worden typisch genegeerd in engineering

Door lagen in de beschrijven over te slaan

- zoals in ontwerpmethodes

Deze vereenvoudigingen zijn mogelijk als functie een begrip is met een flexibele betekenis

Vereenvoudigingen door onderdrukking

- intentionele beschrijvingen

negeer de fysische
begrippen

- fysische beschrijvingen

negeer de intentionele
begrippen



Vereenvoudigingen door onderdrukking

- intentionele beschrijvingen

negeer de fysische
begrippen

- fysische beschrijvingen

negeer de intentionele
begrippen



Vereenvoudigingen door onderdrukking

- intentionele beschrijvingen

negeer de fysische
begrippen

- fysische beschrijvingen

negeer de intentionele
begrippen



Vereenvoudigingen door overslaan

- ontwerpmethodes

efficiëntie door sommige
begrippen over te slaan



Vereenvoudigingen door overslaan

- vaak in ontwerpmethodes

efficiëntie door de
gebruikswijze te
veronderstellen

- functiebegrip blijft
effectfunctie



Vereenvoudigingen door overslaan

- Pahl & Beitz/Stone & Wood

negeer handelingen en
negeer het onderscheid
tussen functie en gedrag



Vereenvoudigingen door overslaan

- Pahl & Beitz/Stone & Wood

negeer handelingen en
negeer het onderscheid
tussen functie en gedrag



Vereenvoudigingen door overslaan

- Pahl & Beitz/Stone & Wood

negeer handelingen en
negeer het onderscheid
tussen functie en gedrag

Efficiënt voor ontwerpen met
bestaande componenten met
vastgelegde functies



- **functiebegrip verschuift van effectfunctie naar gedragfunctie**

Vereenvoudigingen door overslaan

- Gero's FBS ontwerpmethode

negeer handelingen en
negeer het onderscheid
tussen functie en doel



Vereenvoudigingen door overslaan

- Gero's FBS ontwerpmethode

negeer handelingen en
negeer het onderscheid
tussen functie en doel



Vereenvoudigingen door overslaan

- Gero's FBS ontwerpmethode

negeer handelingen en
negeer het onderscheid
tussen functie en doel

Efficiënt voor ontwerpen
waarbij componenten zelf
ook worden ontwerpen

- functiebegrip verschuift van effectfunctie naar doelfunctie



Functie als een flexibel ‘brugbegrip’

Functies worden in ontwerp gebruikt om intentionele en fysischebeschrijvingen van artefacten te verbinden

Maar ook om die verbinding te vereenvoudigen



Dat kan als ingenieurs functie flexibel kunnen definiëren

De ontwerpmethodologen zelf

Verschillende posities

- Mijn functiebegrip is het belangrijkste (maar ik heb verschillende begrippen)
- Mijn functiebegrip werkt goed voor situatie X
- Ingenieurs uit verschillende disciplines gebruiken verschillende begrippen van functie
- De conceptuele fase van ontwerpen vereist een ander functiebegrip dan de detaillering fase
- **Functie is een taak-afhankelijk begrip**



De verschillende begrippen van technische functies

Er zijn 3 archetypische begrippen van functie:

gedragfunctie: het gewenste gedrag van een artefact

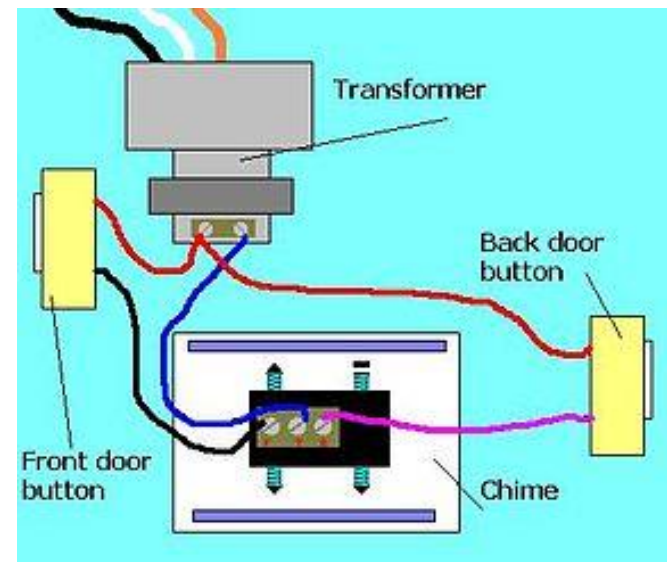
effectfunctie: het gewenste effect van artefact gedrag

doelfunctie: het doel waarvoor een artefact is ontworpen

en allerlei tussenvormen

(Chandrasakaran and Josephson):

In ontwerpen schuift het functiebegrip



Conclusie

In engineering zijn definities van functies algemeen en ambigue

In techniekfilosofie is conceptuele analyse van functies een zinvol project maar ingenieurs zijn niet geholpen met één exacte definitie

In ontwerpmethodologie is het efficiënt om het begrip functie een flexibele betekenis te geven

In techniekfilosofie moet deze flexibele betekenis onderwerp van analyse zijn