

# Hoe maak je lesmateriaal zonder informatieruis?

Albert Goossens

E-mail: [a.goossens@bonaventuracollege.nl](mailto:a.goossens@bonaventuracollege.nl)

Om leerlingen op maat te bedienen is het geregeld nodig eigen lesmateriaal te ontwikkelen of bestaand lesmateriaal aan te passen. En dat is gemakkelijker gezegd dan gedaan, want waaraan moet goed lesmateriaal eigenlijk voldoen?

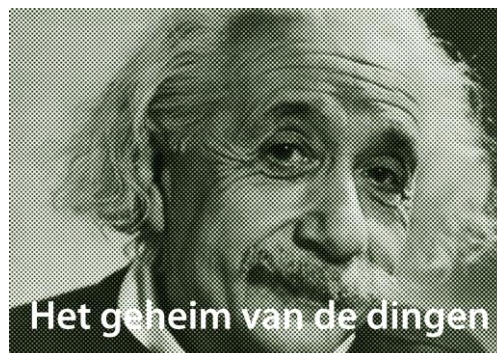
Om deze vraag te beantwoorden zullen we ons eerst moeten verdiepen in de manier waarop leerlingen geschreven lesmateriaal tot zich nemen en verwerken. Inmiddels is daar, na vele jaren neurobiologisch onderzoek, redelijk veel van bekend. Deze kennis is echter nauwelijks doorgedrongen tot de makers van lesmateriaal. Uit goede bedoelingen wordt lesmateriaal ontwikkeld, en op de markt gebracht, waarin onvoldoende aandacht is gegeven aan de werking van het brein.

In samenwerking met professor Paul van den Broek, hoogleraar cognitieve en neurobiologische grondslagen van leren en doceren aan de Universiteit Leiden, wordt in de werkgroep samengevat hoe leerlingen informatie lezen, verwerken en opslaan. Op basis hiervan komen we tot een set vuistregels waar je op moet letten bij het maken van lesmateriaal. Om hiermee te oefenen gaan we lesmateriaal vergelijken met deze vuistregels. Vaak bevat lesmateriaal "informatieruis" dat het leren belemmert. In de werkgroep leer je hoe je deze informatieruis kunt herkennen en wat je ertegen kunt doen.

## 1 Introductie

- 1) TU Delft → Bonaventuracollege Leiden
- 2) systematische natuurkunde → samenvattingen
- 3) alle informatieruis schrappen → alleen natuurkundige inzichten blijven over
- 4) leerboek + oefenboek  
[www.hetgeheimvandedingen.nl](http://www.hetgeheimvandedingen.nl)

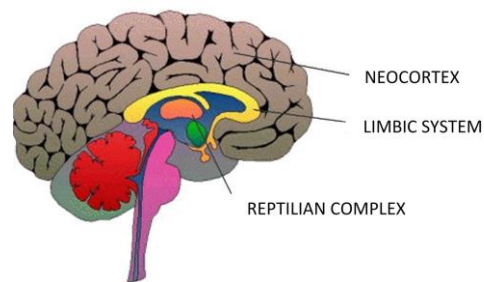
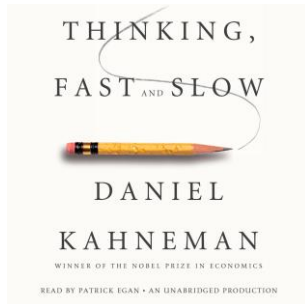
 Bonaventuracollege



## 2 Systeem 1 en Systeem 2

### Systeem 1

- 1) snel – onbewust – kost weinig energie – staat altijd aan – is dominant (reptielenbrein)
- 2) onderscheid goed / fout (vluchten, vechten, verstijven)
- 3) informatie → hormonen → emoties → snel handelen
- 4) maakt 95% van ons denken uit



### Systeem 2

#### Default netwerk (spaarstand)

- 1) werkgeheugen staat uit – dagdromen – denken aan jezelf (ego) – piekeren
- 2) eenvoudige motorische activiteiten (wandelen, fietsen, autorijden)

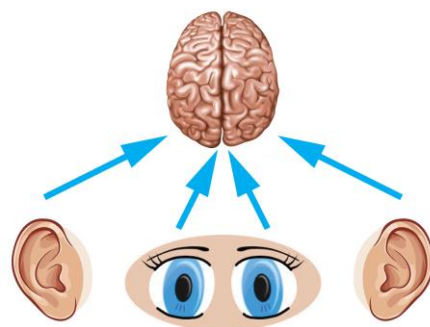
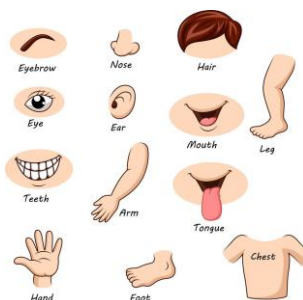
#### Concentratie netwerk

- 1) werkgeheugen staat aan
- 2) langzaam – bewust – kost veel energie
- 3) complexe informatie verwerken
- 4) verbanden leggen met eerdere ervaringen
- 5) rationeel denken (logisch beredeneren)
- 6) maakt 5% van ons denken uit

## 3 Informatieverwerking

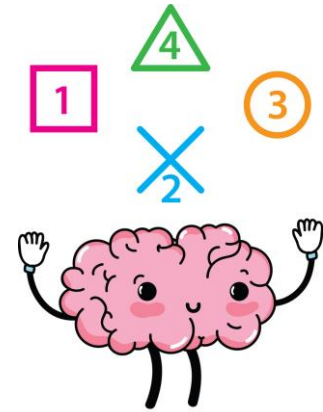
### Zintuigen ontvangen informatie

- 1) interne signalen uit het hele lichaam
- 2) externe signalen via ogen, oren, neus en tast
- 3) 99% van deze informatie wordt weggegooid



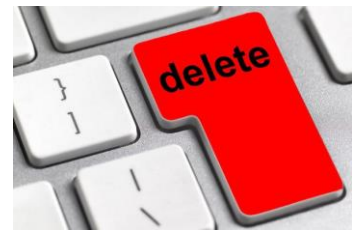
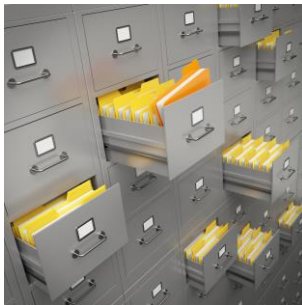
## Het werkgeheugen

- 1) het werkgeheugen kan maar 1 taak tegelijkertijd aan
- 2) het werkgeheugen kan maar enkele (4) chunks (samenhangende informatie) tegelijkertijd verwerken
- 3) een chunk erbij gaat ten koste van een andere chunk
- 4) het werkgeheugen raakt snel chunks kwijt omdat er nieuwe binnenkomen
- 5) chunks verwisselen in het werkgeheugen (schakelen) kost veel tijd en energie



## Informatie opbergen in het lange termijn geheugen

- 1) selectie wat er wordt opgeborgen.
- 2) besluit waar het wordt opgeborgen (tijd, thema, emotie)
- 3) een netwerk met samenhangende informatie is nodig om een correcte mentale representatie te verkrijgen
- 4) een mentale representatie is een verzameling beelden en ideeën over één onderwerp
- 5) informatie in het lange termijn geheugen kan NIET worden gewist
- 6) verschillende representaties (fout en goed) blijven naast elkaar bestaan, zodat misconcepties steeds weer naar voren kunnen komen



# 4 Het werkgeheugen

## Beginner versus expert

### Beginner:

- weet niet wat belangrijk is
- weet niet hoe het einde eruitziet
- begint zonder plan

### Expert:

- denkt in schema's met samenhangende informatie (chunks)
- weet hoe het einde eruitziet
- herkent structuren

COGNITIVE SCIENCE 12, 257-285 (1988)

### Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning

JOHN SWELLER  
University of New South Wales



## VOORBEELD Beginner

Een auto versnelt uit stilstand met  $7,5 \text{ m/s}^2$  en legt daarbij  $60 \text{ m}$  af.  
Beschikbare formules:  $s = v_{\text{gem}} \cdot t$  |  $v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} \cdot v_{\text{eind}}$  |  $v_{\text{eind}} = a \cdot t$

### Wat is de eindsnelheid van de auto?

$$v_{\text{eind}} = a \cdot t$$

$$v_{\text{gem}} = \frac{1}{2} \cdot v_{\text{eind}} \text{ geeft } v_{\text{eind}} = 2 \cdot v_{\text{gem}}$$

$$s = v_{\text{gem}} \cdot t$$

$$60 = v_{\text{gem}} \cdot t \rightarrow v_{\text{gem}} = \frac{60}{t}$$

$$\frac{1}{2} v_{\text{eind}} = \frac{60}{t} \rightarrow t = \frac{60}{\frac{1}{2} v_{\text{eind}}}$$

$$v_{\text{eind}} = a \cdot t \rightarrow v_{\text{eind}} = 7,5 \cdot \frac{60}{\frac{1}{2} v_{\text{eind}}}$$

t weet je niet → loopt dood

$v_{\text{gem}}$  weet je niet → loopt dood

$v_{\text{gem}}$  en t weet je niet → loopt dood

Laat maar!

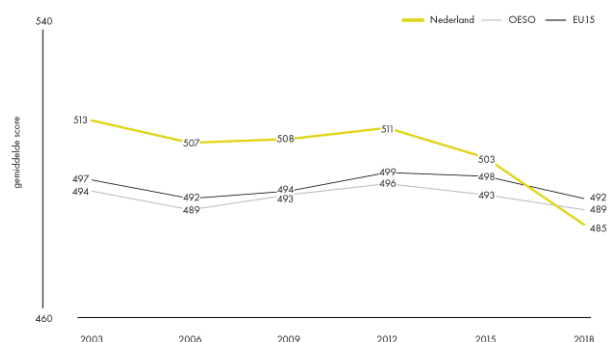
## 5 Begrijpend lezen

### Steeds meer mensen hebben moeite met begrijpend lezen

- 1) overheidsinformatie wordt niet goed begrepen
- 2) campagne "direct duidelijk" is in 2019 gestart
- 3) PISA 2018 leesvaardigheid neemt in Nederland sterk af
- 4) Jip en Janneke taal is zo slecht nog niet
- 5) checklist voor teksten geeft goede aanwijzingen
- 6) het doel van natuurkunde is het begrijpen van natuurkunde



Gemiddelde toetscores leesvaardigheid PISA-2003 t/m PISA-2018 (Nederland, OESO, EU15)



## Onderzoek naar begrijpend lezen

- 1) oogsprongen (saccades) tijdens het lezen → "eye tracking"
- 2) regressie (terugspringen) binnen een zin en tussen zinnen
- 3) schakelen (chunks verwisselen in het werkgeheugen) kost veel tijd en energie



*De procedure is eigenlijk heel simpel. Eerst groepeer je dingen op basis van hun samenstelling. Natuurlijk kan één stapel soms genoeg zijn, afhankelijk van hoeveel er te doen is. Als je wegens gebrek aan faciliteiten ergens anders heen moet gaan dan is dat de volgende stap, zo niet dan ben je er nu klaar voor. Het is beter niet te veel tegelijk te doen. Het is beter te weinig dan te veel te doen.*


## Relaties leggen tijdens het lezen

- 1) zeer beperkt werkgeheugen → alle ruis verwijderen
- 2) alleen mogelijk als tekstelementen tegelijk actief zijn in het werkgeheugen.
  - huidige tekst
  - direct voorafgaande tekst
  - geactiveerde voorafgaande tekst
  - geactiveerde voorkennis
  - relatie tussen tekst en illustraties

**4.1 De eerste wet van Newton**


In paragraaf 3.3 heb je gezien dat als de resulterende kracht op een voorwerp nul is, het voorwerp niet beweegt en omgekeerd. Je zult hieronder zien dat de resultante ook nul moet zijn als het voorwerp wel beweegt, maar de snelheid van het voorwerp daarbij niet verandert. Een combinatie van deze twee waarnemingen leidt tot de 'eerste wet van Newton'.

**Een opmerkelijke proef**  
In figuur 4.1 zie je een schijf die aan de onderkant een bolle heeft. In die bolle stoppen we een stukje "indoliummeens" (= vante koolstofdioxide, vast CO<sub>2</sub>). Vast CO<sub>2</sub> vervluchtigt heel snel. Hierdoor komt de schijf op een 'kussen' van gasvormig CO<sub>2</sub> te rusten.

**Figuur 4.1**  


Zo'n schijf leg je op een gladde metalen plaat die precies horizontaal ligt. Hierna geef je de schijf een stootje of je blaast er even tegen om de schijf op gang te brengen. Je zult dan zien dat de schijf in een rechte lijn blijft bewegen, waarbij de snelheid van de schijf niet merkbaar afneemt. Zie figuur 4.2.

De proef is ook uit te voeren met een 'sleeje' op een luchtkussenbaan. Zie figuur 4.3. Zo'n luchtkussenbaan bestaat uit een lange metalen buis met gatjes aan de bovenkant. Door lucht in de buis te blazen stroomt uit al die gatjes lucht. Daardoor komt het sleeje los van de ondergrond: het sleeje wordt als het ware gedragen door een 'luchtkussen'. Na het sleeje een dwijve te hebben gegeven, zult hetzelfde te constateren als bij de schijf: het sleeje beweegt met (vrijwel) constante snelheid voort.

**Figuur 4.2**  


190 HOOFDSTUK 4

**Figuur 4.3**  


In het begin moet heel even een kleine kracht worden uitgeoefend om de schijf of het sleeje op gang te brengen. Opmerkelijk is echter dat er daarna niks meer hoeft te gebeuren om deze voorwerpen met constante snelheid rechtdoor te laten gaan!

How is dan te verklaren dat je bij het fietsen over een horizontale weg moet blijven trappen om je snelheid constant te houden? Dat zit zo: Je ondervindt voortdurend wrijvingskrachten (van de lucht, van de grond, van de wielassen, enzovoort) die remmend werken. De remmende werking van de wrijvingskrachten ga je tegen door te trappen, dat wil zeggen door te zorgen voor een voorwaarts gerichte kracht. Fietsen met *constante* snelheid houdt in dat deze voorwaarts gerichte kracht precies even groot is als de tegengwerkende krachten samen. Anders gezegd: de resulterende kracht is dan nul.

Merk op dat de beweging van de schijf en die van het sleeje in het gewone dagelijkse leven 'bijzondere' bewegingen zijn, omdat ze (bijna) wrijvingsloos verlopen. Daardoor kunnen deze voorwerpen met constante snelheid rechtdoor blijven gaan, zonder dat er een kracht voor nodig is.

**Eerste wet van Newton**  
De hiervoor besproken proef leidt tot de volgende conclusie: Op een voorwerp dat met constante snelheid rechtdoor blijft bewegen, werkt geen resulterende kracht.

Aan het begin van deze paragraaf heb je gezien dat hetzelfde geldt voor een voorwerp dat in rust is. Samenvatend kun je zeggen:

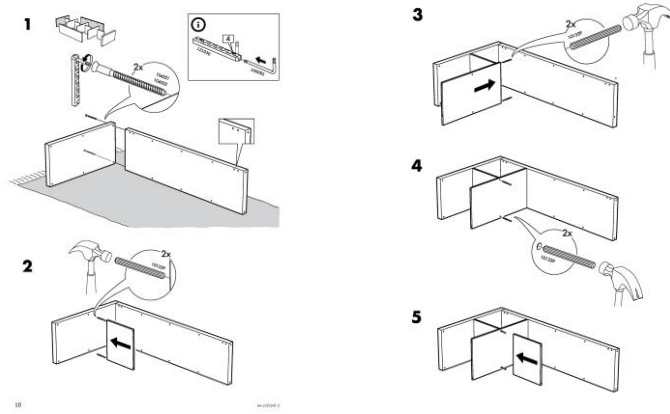
- Als een voorwerp geen resulterende kracht ondervindt, blijft het in rust of blijft het eengarig rechtlijnig voortbewegen.
- Omgekeerd geldt: Als een voorwerp in rust is of eengarig rechtlijnig beweegt, dan ondervindt het geen resulterende kracht.
- Dus als een voorwerp geen resulterende kracht ondervindt, verandert de snelheid ervan niet, dus niet van grootte én niet van richting.
- $F_{\text{res}} = 0 \Rightarrow v = \text{constant}$  in grootte en richting.

KRACHT EN BEWEGING 191

# 6 Figuren

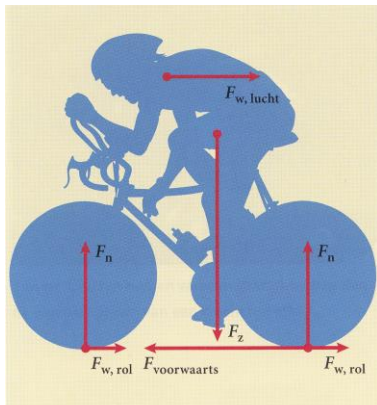
## Handelingen beschrijven met figuren

- 1) motorische handelingen zijn makkelijker te beschrijven met een figuur dan met woorden
- 2) figuren activeren een ander deel van de hersenen dan woorden

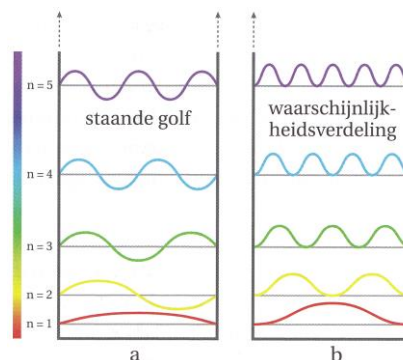
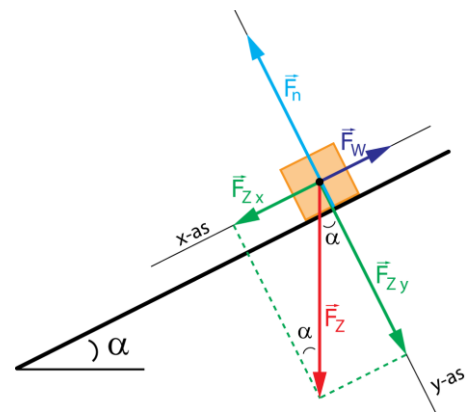
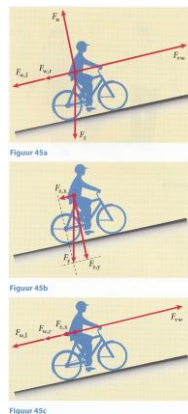


## Relaties leggen tijdens het kijken naar een figuur

- 1) zeer beperkt werkgeheugen → alle ruis verwijderen
- 2) zoveel mogelijk contrast aanbrengen tussen verschillende onderdelen
- 3) gebruik primaire kleuren met consequent kleurschema
- 4) alles onmiddellijk duidelijk en geen interne tegenspraak



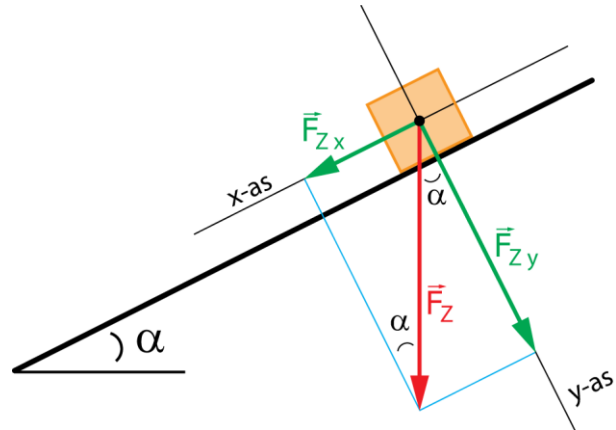
Figuur 2 Krachten op een fiets



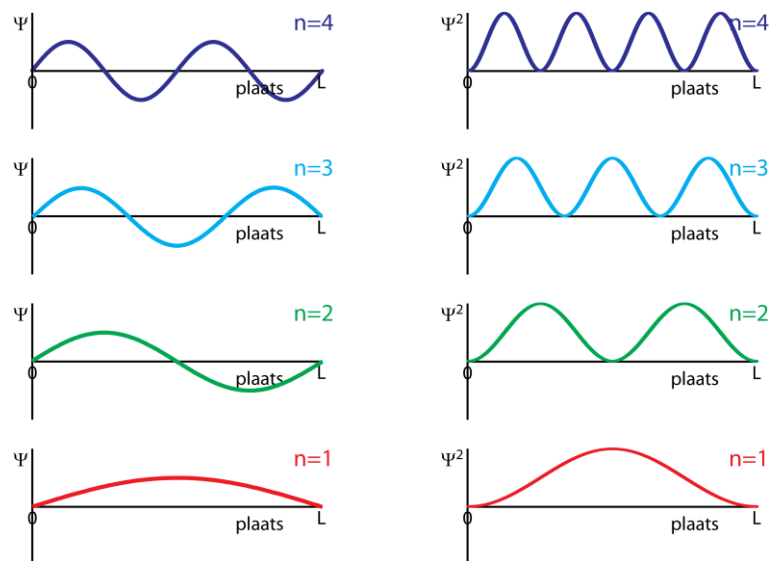
## Relaties leggen tussen tekst en figuur

- 1) tekst en figuur staan vlak bij elkaar → één chunk
- 2) de figuur wordt verklaard door de tekst
- 3) de tekst wordt verklaard door de figuur
- 4) iedere figuur heeft een bijschrift

**Figuur 40** Bij een voorwerp op een helling splits je de zwaartekracht  $F_Z$  in een component langs de helling  $F_{Zx}$  en een component loodrecht op de helling  $F_{Zy}$ . Hoek  $\alpha$  van de helling is ook de hoek tussen  $F_Z$  en  $F_{Zy}$ .



**Figuur 42** Golf functies  $\Psi$  en kansverdelingen  $\Psi^2$  van een deeltje in een oneindig diepe energieput met lengte  $L$ .



EINDE