

Rekenen-wiskunde in de 21^{st.} century

Koeno Gravemeijer
email: koeno@gravemeijer.nl

Overzicht

- Globalisering en informatisering
→ 21st Century skills
- Probleemgeoriënteerd onderwijs
- Reken-wiskundige inhouden

Internationale aandacht voor de consequenties van informatisering en globalisering voor het onderwijs

EXECUTIVE SUMMARY

RISING ABOVE THE GATHERING STORM

*Energizing and
Employing America
for a Brighter
Economic Future*

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES,
NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING, AND
INSTITUTE OF MEDICINE
OF THE NATIONAL ACADEMIES

A vertical graphic of the American flag, showing the stars and stripes, positioned on the left side of the cover.

EXECUTIVE SUMMARY

TOUGH CHOICES *OR* TOUGH TIMES

THE REPORT OF THE *new* COMMISSION ON
THE SKILLS OF THE AMERICAN WORKFORCE

NATIONAL CENTER
ON EDUCATION
AND THE ECONOMY



"In this persuasive book, Tony Wagner delineates what skills are needed in a globalized era, why most American schools can't nurture them, and how today's schools could be transformed to cultivate tomorrow's skills."
—HOWARD GARDNER, author of *Five Minds for the Future* and *Multiple Intelligences*

THE GLOBAL ACHIEVEMENT GAP

WHY EVEN OUR BEST SCHOOLS DON'T TEACH
THE NEW SURVIVAL SKILLS OUR CHILDREN NEED —
AND WHAT WE CAN DO ABOUT IT



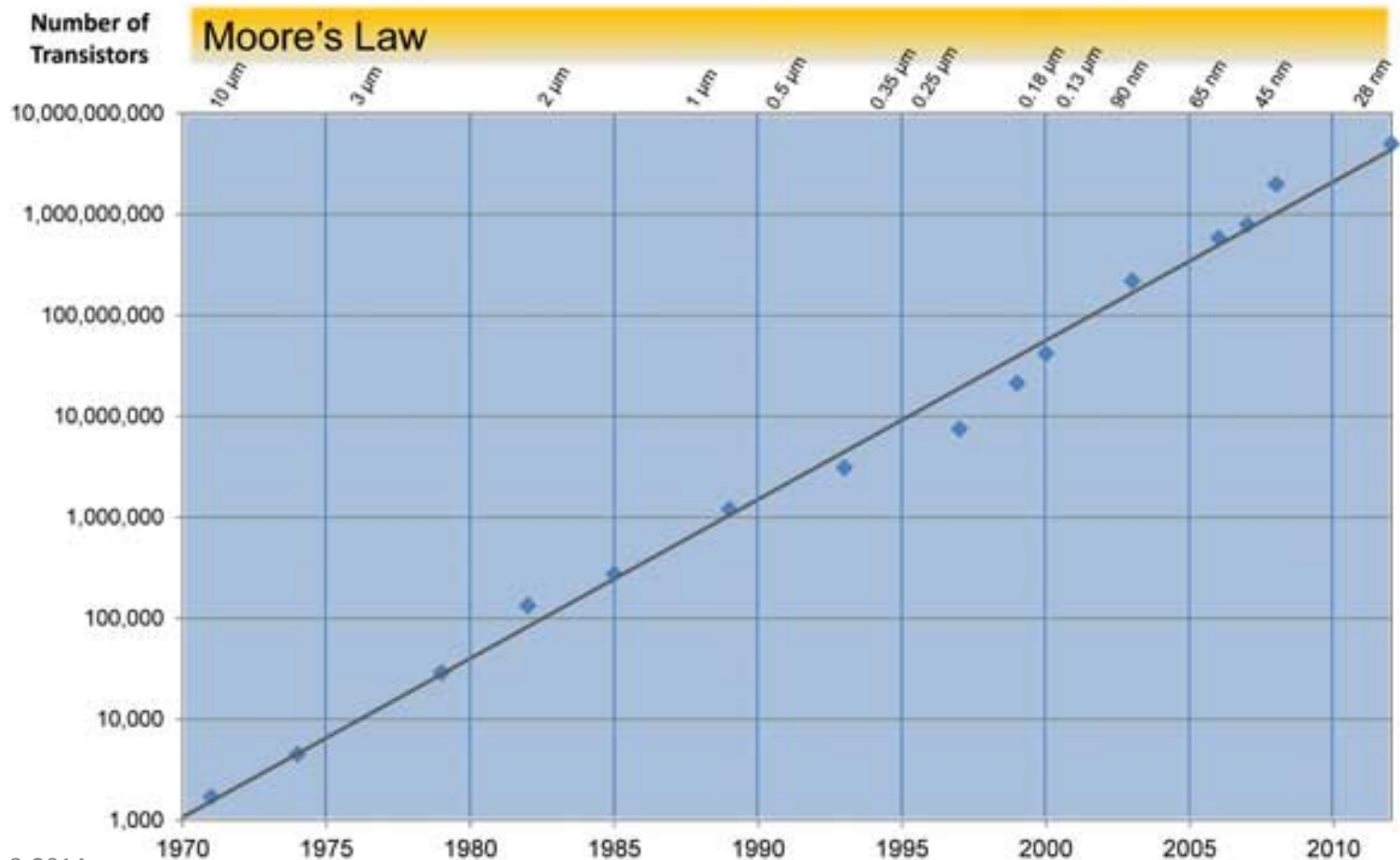
TONY WAGNER

Nederland: doorgaande leerlijn rekenen

- “In die schoolloopbaan zitten een paar lastige “drempels” (...). Onze niveaubeschrijvingen moeten helpen een beetje soepel over die drempels te komen.”
- “Voor de inhoudsbepaling hebben wij aansluiting gezocht bij bestaande documenten als examenprogramma’s, kerndoelen, toetsen en voorbeeldmateriaal dat gebruikt wordt in onderzoeken.”

Oriëntatie op de reken-wiskundige kennis die mensen nodig hebben om in de informatiemaatschappij van de toekomst te kunnen functioneren ontbreekt.

Wet van Moore: De capaciteit van een modale chip verdubbelt elke 18 maanden.

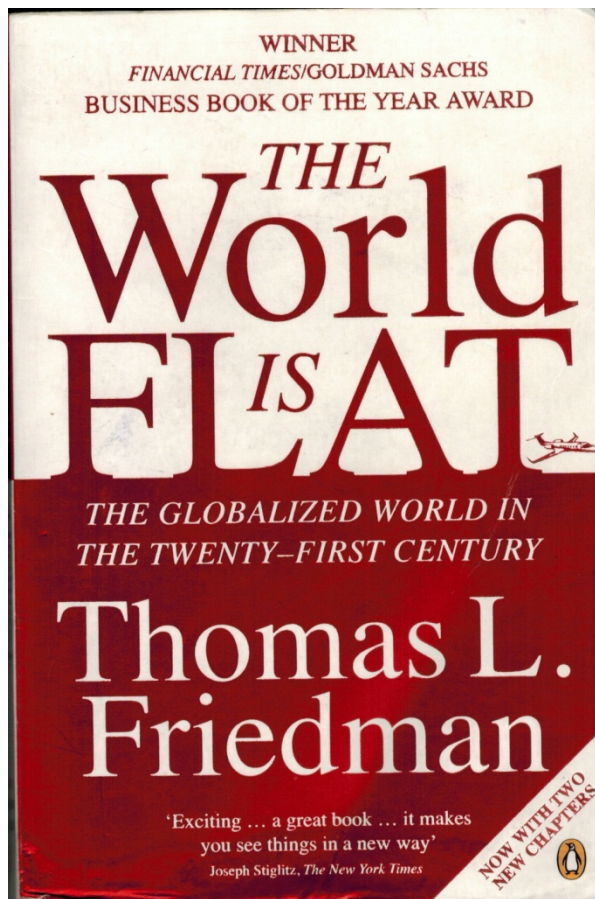


Global Economy

(2005)

De effecten van computerisering en globalisering overlappen en versterken elkaar.

Routinetaken kunnen gemakkelijk worden uitbesteed, omdat informatie technology snelle en gemakkelijke uitwisseling van informatie mogelijk maken.



ARBEIDSMARKT INNOVATIE

Twee keer zo rijk

Eric Bartelsman schreef vorig jaar in een stuk voor de EU dat de welvaart in 25 à 30 jaar kan verdubbelen. Dat heeft wel gruze gevolgen voor de arbeidsmarkt en stelt eisen aan beleid.

Debat

Lex Hoogduin uitte eerder in deze krant scherpe kritiek op het functioneren van het poldermodel en op de somberheid over het Nederlandse groeiperspectief.

Werkritme

Eronissaan volgens Bartelsman in de nieuwe ICT-gestuurde samenleving andere werktimes. 'Misschien kunnen we af van die vroege werkwEEK; misschien moeten we er wel vanaF'

'Binnen dertig jaar is de helft van de nu bestaande banen overbodig'

Als Nederland wil, kan de welvaart sterk toenemen, zegt hoogleraar Bartelsman. 'Dan moeten we niet blijven polderen'

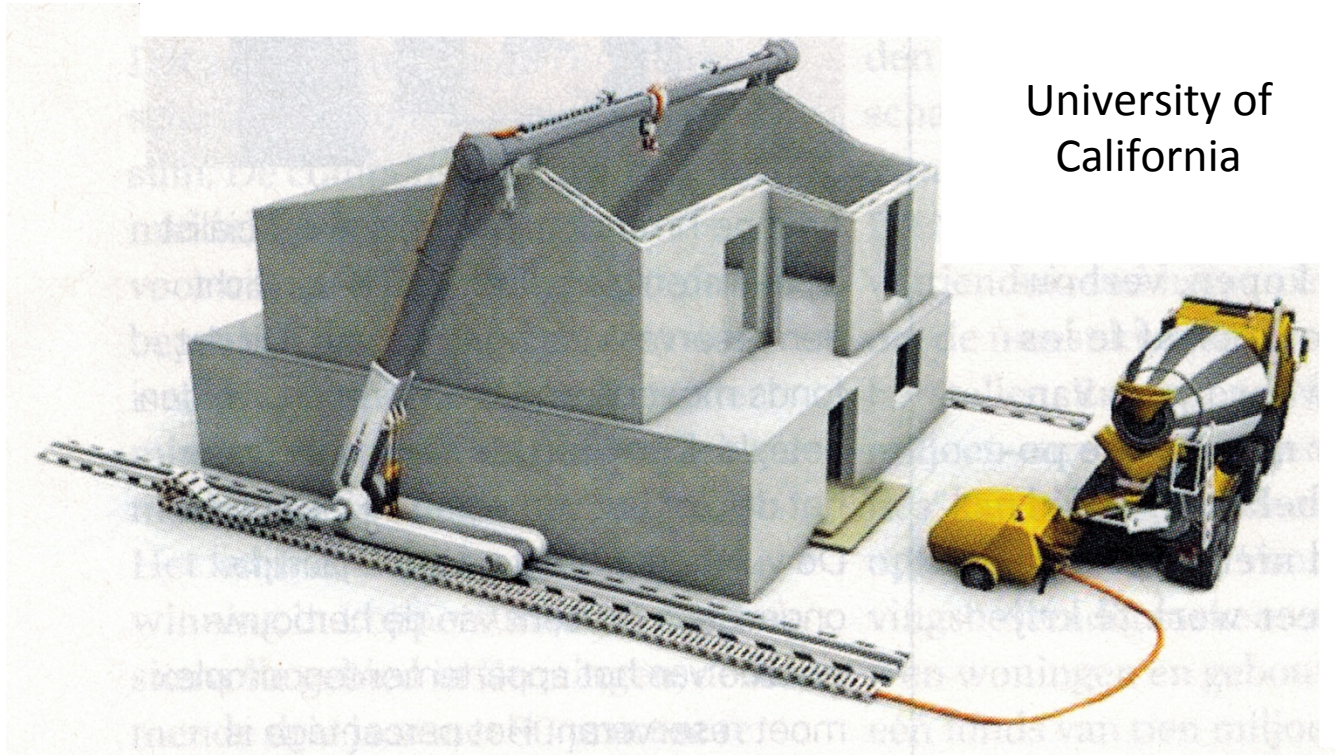
Eric Bartelsman
Universiteit Utrecht

Dit is een artikel over de toekomst van de arbeidsmarkt in Nederland. Het artikel bespreekt de mogelijkheden voor groei en welvaart in Nederland, met name in de komende jaren. Het artikel wordt afgeleid van een artikel dat is gepubliceerd in de Nederlandse pers op 10 september 2014. Het artikel is afgeleid van een artikel dat is gepubliceerd in de Nederlandse pers op 10 september 2014. Het artikel is afgeleid van een artikel dat is gepubliceerd in de Nederlandse pers op 10 september 2014.

Vincent de Waard, 10 september 2014, 10:00 uur



3D-printer 'bouwt' huis in 24 uur



University of
California

Global Economy



WHERE ARE THE JOBS?



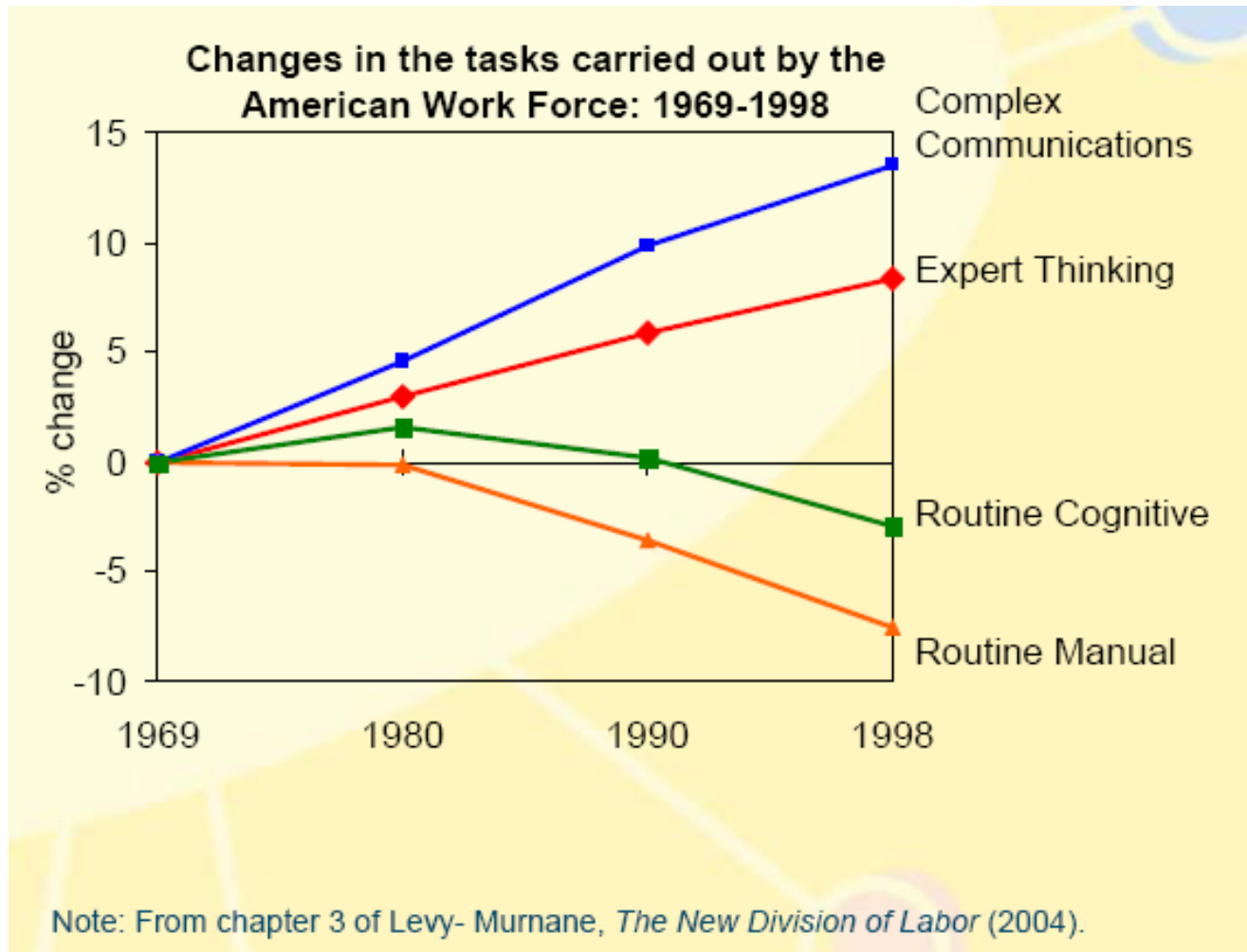
Economic growth is very strong, but America isn't generating enough jobs. Many blame outsourcing. The truth is a lot more complicated.

Special Report Page 36

- Levy & Murnane (2004)
- The New Division of Labor



The Changing Nature of the Workforce



Informatiemaatschappij & global economy

Routinetaken verdwijnen (Levy & Murnane)

- Taken die kunnen worden opgesplitst in routines worden overgedragen aan computers, of uitbesteed aan lagelonenlanden
- Veel banen zijn al verdwenen, in de maakindustrie, administratief werk en programmeren

Informatiemaatschappij & global economy

Routinetaken verdwijnen (Levy & Murnane)

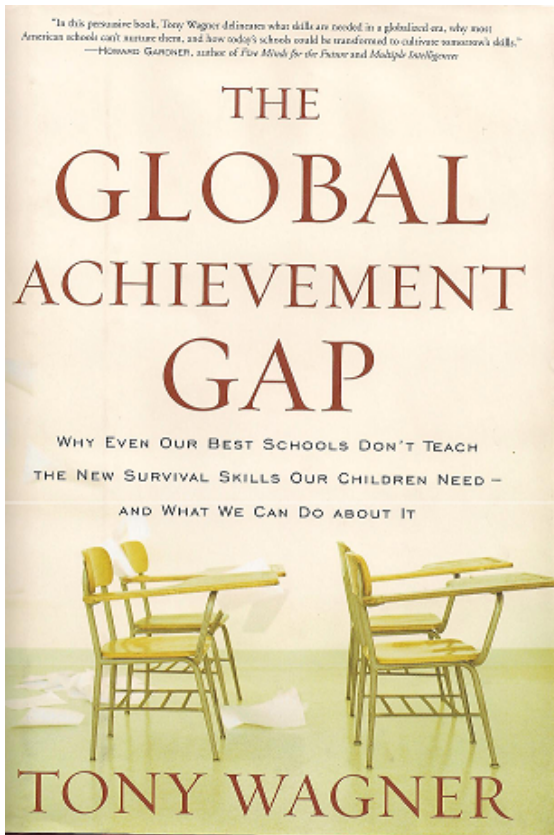
- Overblijvende banen vragen:
 - sociale vaardigheden, flexibiliteit, creativiteit en een blijvend leren
 - werken met computers of gecomputeriseerde apparatuur.

Informatiemaatschappij & global economy

Tweedeling in de samenleving

- onderzoek in de UK (Goos en Manning) tweedeling in ‘lousy jobs’ en goedbetaalde ‘lovely jobs’
- De lovely jobs vragen flexibiliteit, probleemoplosvaardigheden, een leven lang leren en sociale vaardigheden

21st. Century Skills



Verwachtingen die CEO's
uitspreken staan haaks op wat
in scholen bieden

Kritisch denken

Probleem oplossen

Effectief communiceren

Beoordelen & analyseren van
informatie

“Asking the right questions”

21st. Century Skills

Analyse van Voogt & Pareja Roblin (2010):

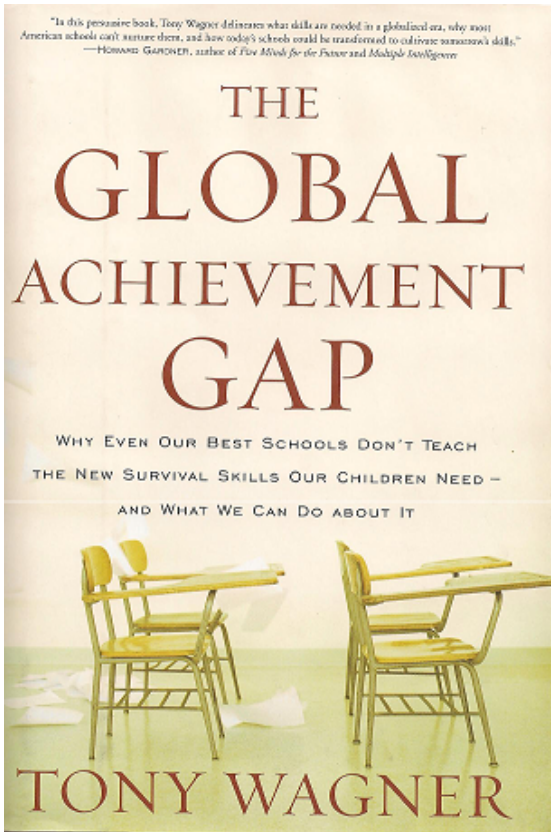
Projecten:

- Partnership for 21st Century Skills
- EnGauge
- Assessment and Teaching of 21st Century Skills
- National Educational Technology Standards (NETS)
- Technological Literacy for the 2012 National Assessment of Educational Progress (NAEP)
- Studies carried out by the European Union, OECD and UNESCO

21st. Century Skills

- Het onderwijs moet zich richten op:
 - de vaardigheid om met ICT te kunnen werken (begrijpen en er greep op hebben),
 - flexibiliteit,
 - creativiteit,
 - leven-lang leren en
 - sociale competenties.
- Met het oog op:
- Employability
 - Burgerschap
 - Persoonlijke ontwikkeling (cultureel en praktisch)

Bredere doelstelling Tony Wagner

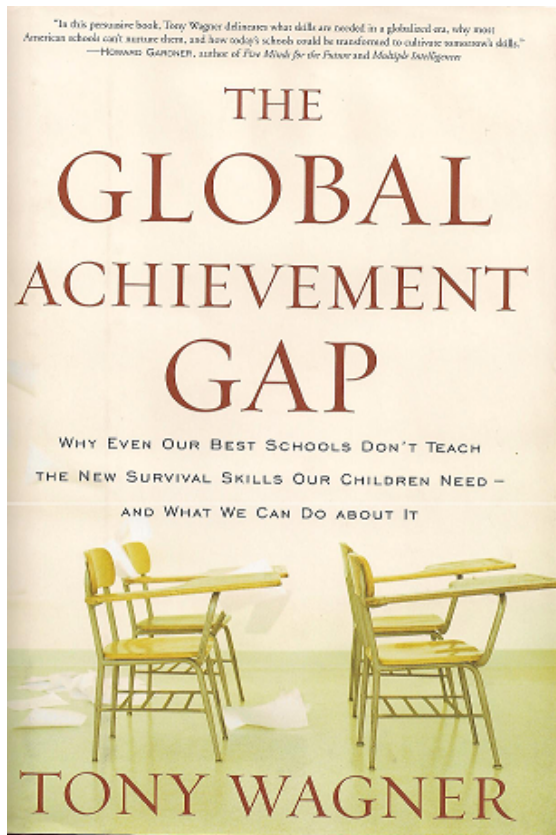


“Jury-ready” :

Would they know how to distinguish fact from opinion, weigh evidence, listen with both head and heart, wrestle with the sometimes conflicting principles of justice and mercy, and work to seek the truth with their fellow jurors?”

Weten ze hoe feiten te onderscheiden van meningen, bewijs te wegen, te luisteren met hoofd en hart, te worstelen met soms conflicterende principes van gerechtigheid en barmhartigheid, en samen te werken met hun collega-juryleden?

21st. Century Skills



Werk, leren en burgerschap in de 21^e eeuw vragen dat we kunnen:

- redeneren,
- analyseren,
- ‘bewijs’ wegen,
- probleem oplossen en
- effectief kunnen communiceren.

Kerdoelen PO

“In de rekenwiskundeles leren kinderen een probleem wiskundig op te lossen en een oplossing in wiskundetaal aan anderen uit te leggen. Ze leren met respect voor ieders denkwijze wiskundige kritiek te geven en te krijgen. Het uitleggen, formuleren en noteren en het elkaar kritiseren leren kinderen als specifiek wiskundige werkwijze te gebruiken om alleen en samen met anderen het denken te ordenen, te onderbouwen en fouten te voorkomen.”

Probleem-georiënteerd, interactief wiskundeonderwijs

- Onderwijs gericht op 21st. Centurys Skills:
 - probleem oplossen
 - kritisch denken
 - werken in groepen
 - communiceren
- Probleem-georiënteerd, interactief
wiskundeonderwijs
- Realiseren van probleem-georiënteerd
onderwijs is lastig

Probleem-georiënteerd, interactief wiskundeonderwijs

- Kassencultuur/didactisch contract
- Taak- vs ego-motivatie
- Cultiveren van wiskundige interesse

Didactisch Contract

A: Kunt u mij zeggen waar de Kerkdwarstraat is?

Didactisch Contract

A: Kunt u mij zeggen waar de Kerkdwarstraat is?

B: De Kerkdwarstraat, dan moet u recht doorgaan tot de tweede stoplichten. Daar gaat u rechts. En dan neemt u de eerste links.

Didactisch Contract

A: Kunt u mij zeggen waar de Kerkdwarsstraat is?

B: De Kerkdwarsstraat, dan moet u recht doorgaan tot de tweede stoplichten. Daar gaat u rechts. En dan neemt u de eerste links.

A: Oké, prima: Rechtdoor tot de tweede stoplichten, en daar naar rechts. En dan de eerste links. Goed zo, andere vraag: Kunt u nu ook vertellen waar de Middenweg is?

Didactisch Contract

- Social norms (Cobb, Yackel) = onderlinge verwachtingen en verplichtingen leraar en leerlingen; rolverdeling:
 - uitleggen \Leftrightarrow navolgen
 - niet uitleggen \Leftrightarrow zelf uitvinden

Gangbare Sociale Normen

- Vraag-antwoord evaluatie patroon
- Van de leerlingen wordt verwacht dat reproduceren wat eerder is voorgedaan
- Van de leraar wordt verwacht dat hij/zij uitleg geeft

Probleem-gerichte Sociale Normen

- Van de leerlingen wordt verwacht:
 - Hun oplossingen uitleggen & onderbouwen
 - Proberen anderen te begrijpen
 - Vragen om verheldering
 - Ter discussie stellen waar ze het niet mee eens zijn

Verandering van didactisch contract

Verandering van didactisch contract

Docent: Hoeveel meer groene dan rode zijn er. Hoeveel meer?

Donna: Zes.

Docent: Zijn dat er zes? Klopt dat klas?

Lln. : Roepen ja en nee.

Donna: Eh, zeven.

Docent: Zeven.

Donna: Acht. Acht.

Docent: Hoeveel? Denk er nog even over na Donna.

Later blijkt het antwoord toch zes te zijn.

Donna: (Protesteert bij de docent.)

Ik zei zes, maar u zei, “Nee”.

Docent: Wacht even, luister, luister. Wat heeft de meester jullie altijd geleerd?

(Tegen Donna:) Hoe heet je?

Donna: Ik heet Donna Walters.

Docent: Hoe heet je?

Donna: Ik heet Donna Walters.

Docent: Als ik je nu weer zou vragen, “Hoe heet je?”, zou je dan zeggen dat je Mary heet?

Donna: Nee.

Docent : Waarom niet?

Donna: Omdat ik geen Mary heet.

Docent: En je weet dat jouw naam geen Mary is. Als je niet helemaal zeker zou zijn geweest, zou je misschien hebben gezegd dat je naam

vroeg zei
je weet

Mary is. Maar elke keer dat ik je het je dat je Donna heette, omdat..? Omdat dat je naam, wat is?

Donna: Donna.

Docent: Donna. En ik kan niet maken dat je gaat zeggen dat je Mary heet. En zo had je ook moeten zeggen: “Meneer het is zes. En ik kan dat ook uitleggen. Dat probeer ik jullie nu steeds te leren.

Cultiveren van een probleem-georiënteerde klassencultuur

- Vragen om uitleg
 - Kun je uitleggen hoe je daaraan komt?
- Leerlingen uitnodigen vragen te stellen
 - Wie heeft een vraag voor Tim?
- Het probleem doorgeven
 - Wie kan Paula's vraag beantwoorden?
- Om een persoonlijk oordeel vragen
 - Anna zegt dat het € 16,25 kost, zijn jullie het daarmee eens?
- Bevorderen dat de leerlingen luisteren en proberen te begrijpen wat er wordt gezegd
 - Heb je begrepen wat zij zei, kun je het mij uitleggen?

Probleem-gericht onderwijs

- Bevorderen van taak- versus ego-motivatie
- Cultiveren van wiskundige interesse (wiskunde om de wiskunde)
 - Wat is het algene principe hier?
 - Werkt dit altijd?
 - Kunnen we dat bewijzen?
- Oprechte belangstelling van de leraar voor het denken van de leerling

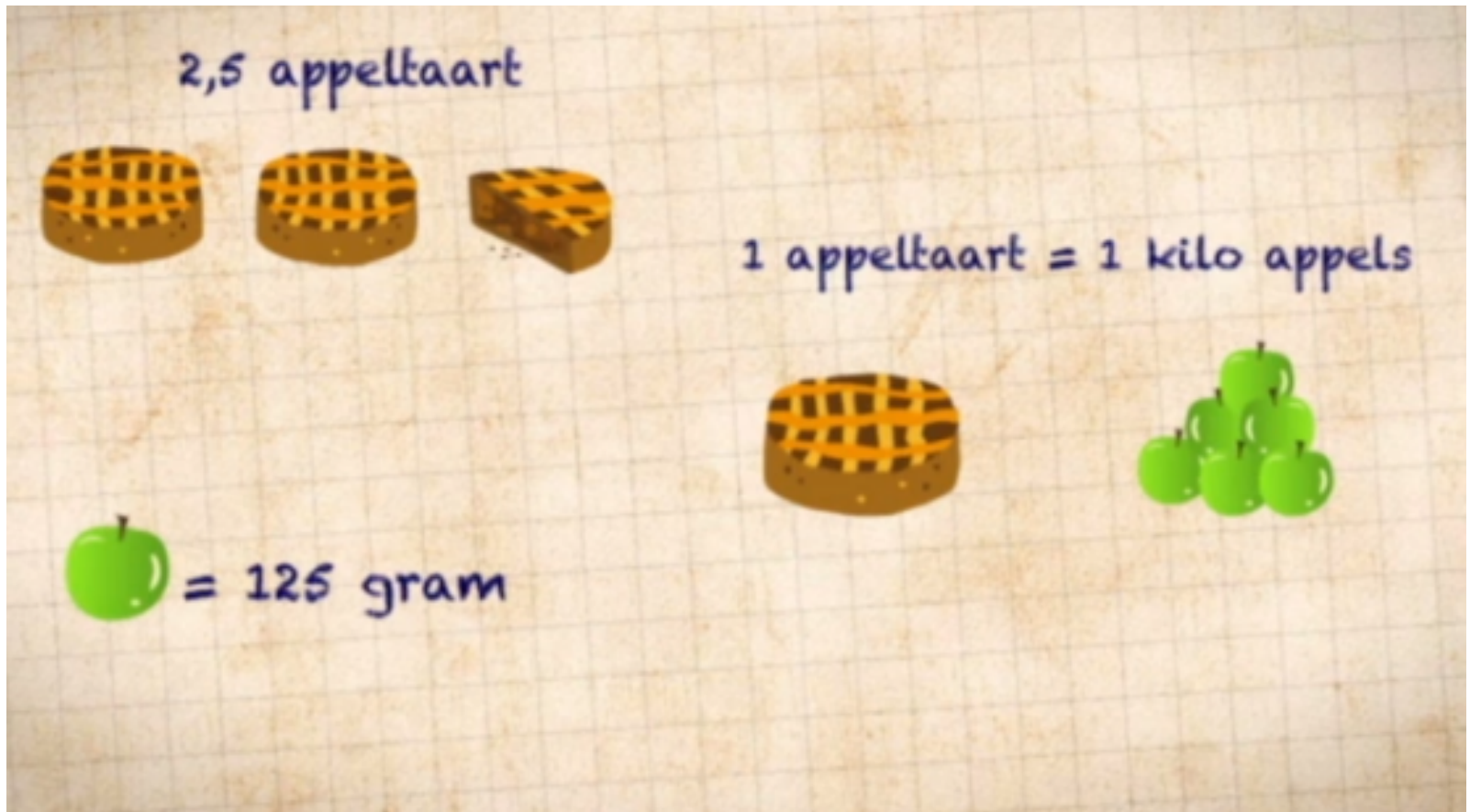
Leerstof-inhouden

- Binnen het rekenen
- Daarbuiten:
 - Meten/meetkunde
 - Statistiek
 - Variabelen en modellen
 - Grafieken

Groot Nederlands Rekenonderzoek

- Rekenliefhebber
- Rekenhater
- Voorzichtige rekenaar
- Pragmaticus

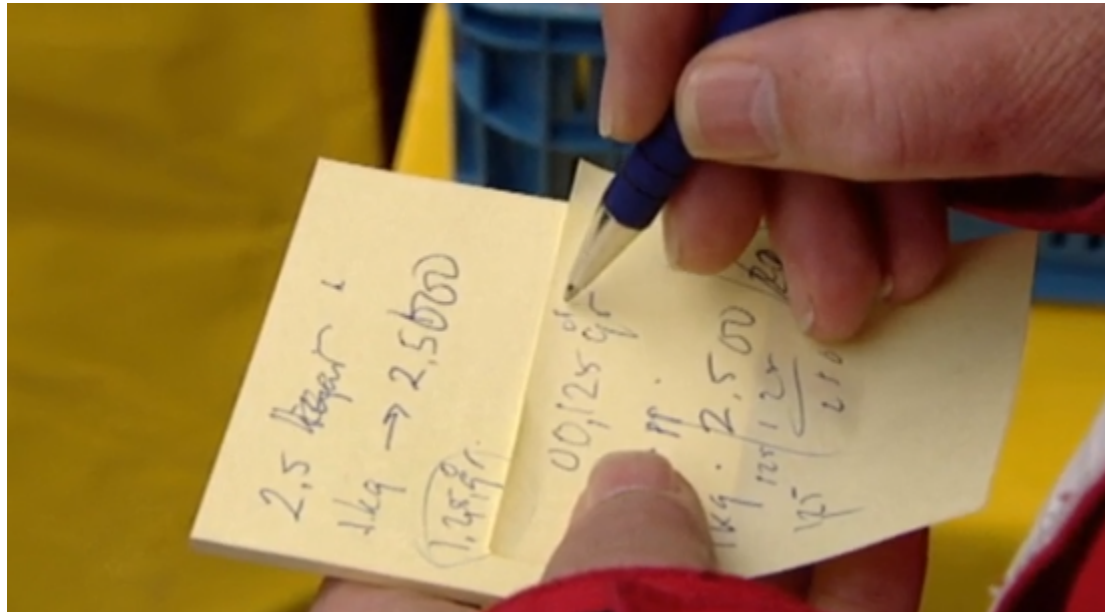
Groot Nederlands Rekenonderzoek



“rekenhater”



“voorzichtige”



- Rekenliefhebber & Pragmaticus:

$$2 \times 125 = 250$$

$$10 \times 250 = 2500 \rightarrow 2,5 \text{ kilo}$$

Getalrelaties & rekeneigenschappen

- Rekenaars die over een netwerk van getalrelaties beschikken, associëren 125 direct met $8 \times 125 = 1000$. Of ze denken aan $2 \times 125 = 250$ en aan $10 \times 250 = 2500$, oftewel $2,5 \times 1000$.
- Rekenaars die daar niet over beschikken proberen 125 gram op $2 \frac{1}{2}$ kilo te delen, of andere bewerkingen te verzinnen met de gegeven getallen.

Je hebt geen pinpas bij je, alleen 20 euro cash. Je wilt voor die 20 euro kaas kopen en die kost 13 euro 90 per kilo. Hoeveel gram kaas kun je kopen?

- De rekenliefhebber redeneert: “Een keer is 13,90 , dan houd ik nog 6 euro 10 over, dus dat is niet genoeg voor nog een halve kilo. (...) 1400 gram. Moet je het nog preciezer weten?” ... Nog 40 gram erbij, dus 1440 gram.”
- De rekenhater schiet in de stress en pakt er een rekenmachientje bij: Op de rekenmachine: “Twintig euro, heb ik die moet ik delen door 1,39,..14 kilo ... Nee-eh, dat klopt niet.
- De voorzichtige rekenaar doet er zelfs op papier erg lang over.

Netwerken van getalrelaties t.b.v. globaal rekenen

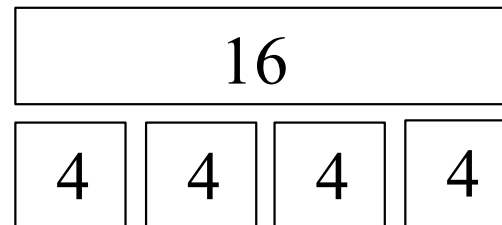
Voorbeelden

- getalrelaties, waarvan 25 de spil vormt:
 - veelvouden van 25 en van 125,
 - relaties met $1/2$, $1/4$ en $1/8$.
 - gecombineerd met machten van 10
- getalrelaties rond 24
 - vermenigvuldigingen die 24 als uitkomst hebben
 - zoals 3×8 , 4×6 , 2×12 en 8×3 , 6×4 , 12×2 , en ook $2 \times 3 \times 4 = 24$ en $2 \times 2 \times 2 \times 3 = 24$)
 - veelvouden van 12.

Conceptuele wiskunde

Onderzoek Geeke Bruin-Muurling (breuken):

- PO getalspecifieke oplossingsmethoden
- $16 \times \frac{3}{4} \Leftrightarrow 16$ pakjes room van $\frac{3}{4}$ liter
 - Herhaald optellen $\frac{3}{4} + \frac{3}{4} + \dots$
- $\frac{3}{4} \times 16 \Leftrightarrow$ “ $\frac{3}{4}$ deel van 16”
 - $16:4=4; 3 \times 4=12$
 - Via oppervlakte
 - Gemengde getallen



- VO; Dezelfde plaatjes

$$\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$$

$$\text{breuk} \times \text{breuk} = \frac{\text{teller} \times \text{teller}}{\text{noemer} \times \text{noemer}}$$

- Vijf verschillende procedures
- Algemene regel ligt op het niveau van onbenoemde getallen (rationale getallen)

Van benoemde naar onbenoemde getallen

- Van Hiele: getallen als knooppunten in een relatienet:

$$\frac{3}{4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{3}{4} = 3 \times \frac{1}{4}$$

$$\frac{3}{4} = 1 - \frac{1}{4}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$$

$$\frac{3}{4} + \frac{3}{4} = 1 \frac{1}{2}$$

$$3 : 4 = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{4} = \frac{6}{8} = \frac{9}{12} = \frac{12}{16}$$

$\frac{3}{4}$ van 100 is 75 etc.

Vergelijk aanvankelijk rekenen

“Hoeveel is $4+4$?”

- Getallen nog gekoppeld aan tellen; telbare objecten: “vier knikkers”
- Hoger niveau: knooppunt van getalrelaties
$$4 = 2+2 = 3+1 = 5-1 = 8:2$$
- Getal is een ding geworden; onbenoemde getallen

- Van getalspecifieke oplossingen naar een algemene regel;
activiteiten als:
 - Beredeneren waarom 16 keer $\frac{3}{4}$ optellen ($16 \times \frac{3}{4}$) op hetzelfde neerkomt als 3 keer $\frac{1}{4}$ deel van 16 = $\frac{3}{4} \times 16$
- Ontwikkelen van relaties tussen relaties:
 - $5 \times \frac{3}{4} = 5 \times 3 : 4$
 - $\frac{3}{4} \times \frac{4}{3} = 1$
 - uit $6/2 = 3$ volgt dat $6/3 = 2$

Conceptuele wiskunde

- Phil Daro
- Amerikaanse leraren vragen zich af: “Hoe kan ik mijn leerlingen leren deze opgaven goed te maken?”
- Aziatische leraren vragen zich af: “Om welke wiskunde zit er achter?”

Mensen worden wiskunde- consumenten

Levy en Murnane (2006)

De wiskunde is verborgen in volledig geïntegreerde systemen, zoals spreadsheets, automatische kassa's, en geautomatiseerde productie lijnen, en de mensen die deze systemen gebruiken moeten beslissingen nemen op basis van de output van verborgen wiskundige berekeningen.

Wiskunde-consumenten

- Software om de vraag naar kleding te voorspellen,
- Routeplanner van een bezorger,
- Bakker die de productie in de gaten houdt met digitale meterstanden.

Als de beslisser de onderliggende wiskunde niet begrijpt is hij of zij uiterst kwetsbaar voor ernstige beoordelingsfouten.

Computer als interface

Werkelijkheid



ict



Gebruiker

Computer als interface

- Fenomenen uit de werkelijkheid moeten worden gekwantificeerd \Leftrightarrow meten, onzekerheid (statistiek)
- Numerieke gegevens worden gecombineerd en bewerkt met behulp van dynamische modellen van samenhangende variabelen
- De resultaten worden gepresenteerd op computerschermen of prints, in de vorm van tabellen en grafieken

Statistiek

- Variatie in meetresultaten; nauwkeurigheid; “natuurlijke” variatie
- Steekproeven, gemiddelden, trends
- Onzekerheid & voorspelbaarheid

Redeneren met grafische representaties

- Maken of uitvinden van grafieken
- Interpretieren van en redeneren met grafieken
- Grafiekbegrip funderen in concrete realiteit
- Gevaar van ‘pseudo-mathematics’

Afsluiting

Rekenen-wiskunde in de 21^{st.} century

Rekenen-wiskunde in de 21^{st.} century

21st. Century skills

- de vaardigheid om met ICT te kunnen werken (begrijpen en er greep op hebben),
- Probleem oplossen
- flexibiliteit,
- creativiteit,
- leven-lang leren en
- sociale competenties.

Rekenen-wiskunde in de 21^{st.} century

- Probleem-georiënteerd reken-wiskundeonderwijs
- Didactisch contract/social norms
- Taak-motivatie vs ego motivatie
- Wiskundige interesse cultiveren

Rekenen-wiskunde in de 21^{st.} century

Aard van de wiskundige kennis

- Verschuiving naar conceptuele wiskunde
- Getalrelaties & eigenschapsrekenen
- Generaliseren van rekenen → algebra
- Vorming van getallen als wiskundige objecten
- “Big Ideas”
- Gebruik van computer tools en simulaties

Rekenen-wiskunde in de 21^{st.} century

Leerstofaccenten

- Meten: kwantificeren, meetgetallen
- Elementaire kennis van waarschijnlijkheidsrekening en statistiek
- Kwantitatieve modellen van de werkelijkheid → leren redeneren in termen van (modellen van) samenhangen tussen variabelen
- Grafieken
- Globaal rekenen \Leftrightarrow netwerk van getalrelaties & eigenschapsrekenen

Relevante wiskunde

- Toepassen van eenvoudige wiskunde voor het oplossen van complexe problemen (Steen)
- Technomathematical literacy (Noss & Hoyles)
- Kwantitatieve modellen van de werkelijkheid
→ leren redeneren in termen van (modellen van) samenhangen tussen variabelen
- Elementaire kennis van waarschijnlijkheidsrekening en statistiek
- Globaal rekenen



21st Century Skills, Education & Competitiveness

A RESOURCE AND POLICY GUIDE



PARTNERSHIP FOR
21ST CENTURY SKILLS

WRR: De komende vijftwintig jaar

(...) dat vooral ingezet moet worden op ‘leren leren’, op inventiviteit, op talenkennis, en op het vermogen goed om te gaan met een veelheid van situaties. Die conclusie lijkt men echter niet te durven trekken. (...)

Nederland ontbeert een meer uitgewerkte en onderbouwde visie op de aard van de onderwijsinhoud. Het belang van metavaardigheden dreigt daarmee ernstig onderschat te worden.

Welke relevante kennis en vaardigheden binnen het reken- en wiskundeonderwijs moeten worden nagestreefd om leerlingen goed voor te bereiden op beroepen en burgerschap in een snel veranderende informatie-samenleving?

Leerlingen van 4 tot circa 15 jaar



De Toekomst Telt

SLO • nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling

slo

VERVERS
foundation
evolution in education

Enkele conclusies en aanbevelingen

- Meer nadruk op wiskundige vaardigheden als modelleren, probleem formuleren, probleem analyseren, probleem oplossen en oplossingen evalueren
- Leren oplossen van authentieke problemen
- Numeracy en mathematical literacy
- Op zoek naar een nieuwe balans in de aandacht voor verschillende onderwerpen
 - Globaal rekenen, toepassen, modellen en variabelen, tabellen en grafieken, variabiliteit, toeval en voorspelbaarheid

Modellen van samenhangende variabelen

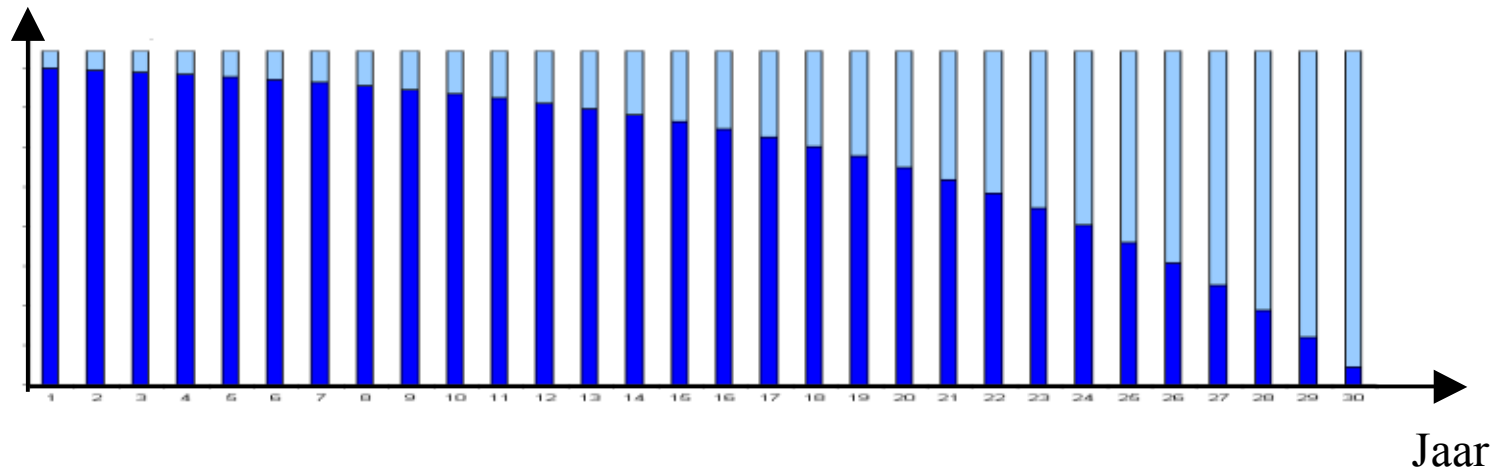
- Situaties dynamisch interpreteren
- Doordenken van de relaties tussen de betrokken variabelen \Leftrightarrow metingen als waarden op een variabele zien
 - e.g. temperatuurverloop gedurende de tijd \Leftrightarrow temperatuur als een variabele \neq warm, koud
 - samenhang tussen lengte en gewicht
- Niet alleen de globale trend waarnemen (stijgend of dalend) — maar ook het patroon in die trend specificeren

Redeneren met grafische representaties

“Verplichte aflossing maakt het voor starters moeilijker een woning te kopen.”

“Verplichte aflossing maakt het voor starters moeilijker een woning te kopen.”

■ Rente
■ Aflossing



Conrad Wolfram



Mathematician, technologist and entrepreneur. Strategic director and European co-founder/CEO of the Wolfram group www.wolfram.com
Founder computerbasedmath.org

Conrad Wolfram

- Wiskunde bedrijven:
 1. Kijken waar wiskunde kan worden toegepast
 2. Het vertalen van een vraag of een probleem in een wiskundig probleem
 3. Het wiskundige probleem oplossen
 4. De oplossing terugvertalen en de oplossing evalueren

Conrad Wolfram

- Wiskunde bedrijven:
 1. Kijken waar wiskunde kan worden toegepast
 2. Het vertalen van een vraag of een probleem in een wiskundig probleem
 3. **Het wiskundige probleem oplossen**
 4. De oplossing terugvertalen en de oplossing evalueren
- computer-based mathematics education

Conrad Wolfram

“If computers do all the mathematics,
What should we do in mathematics
education?”

Informatisering

Levy & Murnane

- Twee rollen computer:
- Taken die worden overgenomen
- Aanvullend; uitbreiding menselijke mogelijkheden

Wiskunde voor de informatiemaatschappij

- Aandacht voor oplossen toepassingsproblemen
- Verschuiving naar conceptuele wiskunde
 - Rekenen: Netwerken van getalrelaties, eigenschappen & generaliseren van rekenen → algebra
 - Algebra: Symbol sense & structure sense
 - Vormen van wiskundige objecten
- In combinatie met gebruik van computer tools en simulaties

Vakspecifieke Normen

- Wat is wiskunde/wiskundig?
 - In hoeverre kan je een beroep doen op:
 - een autoriteit
 - een bron
 - een redenering
 - In welke mate moet je de realiteit in je overwegingen betrekken?

Vakspecifieke Normen

- Voorbeeld: Hoe realistisch moeten de antwoorden zijn?

Jim heeft 5 planken van 2 meter.

> hoeveel planken van 1 meter kan hij maken?

John heeft 4 planken van $2\frac{1}{2}$ meter.

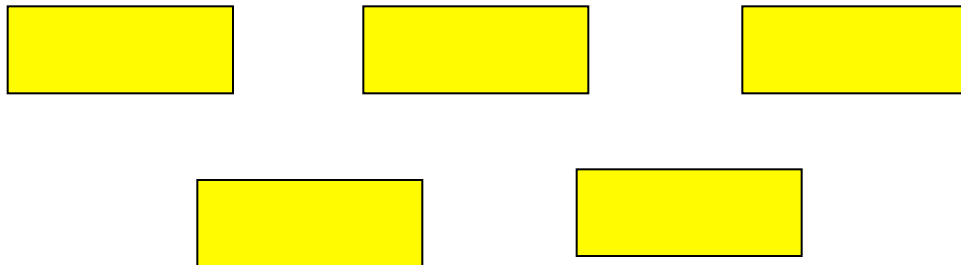
> hoeveel planken van 1 meter kan hij maken?

Vakspecifieke Normen

wiskunde \Leftrightarrow werkelijkheid

Mary's vriendin Ann blijft eten, nu zijn er maar 5 cheeseburgers voor 6 mensen (vader, moeder, Mary, haar broers en Ann).

> Hoe moeten de cheeseburgers worden verdeeld?



Vakspecifieke Normen

wiskunde \Leftrightarrow werkelijkheid

- *Alledaagse oplossingen*
 - “Mary moet met Ann delen”

Vakspecifieke Normen

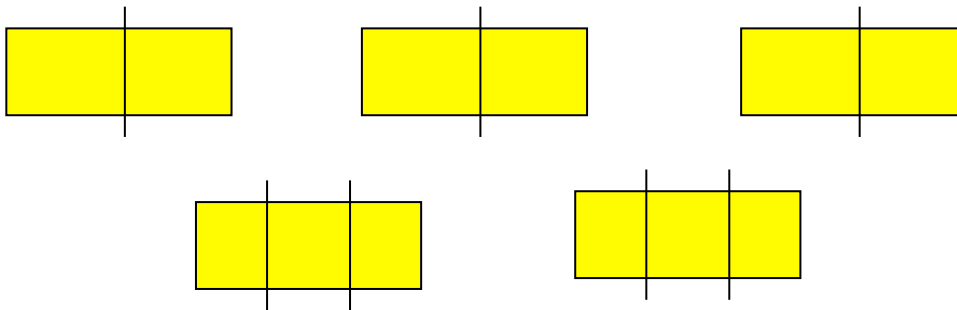
wiskunde \Leftrightarrow werkelijkheid

- *Alledaagse oplossingen*
 - “Mary moet met Ann delen”
 - “Ga naar de winkel en koop er een bij”

Vakspecifieke Normen

wiskunde \Leftrightarrow werkelijkheid

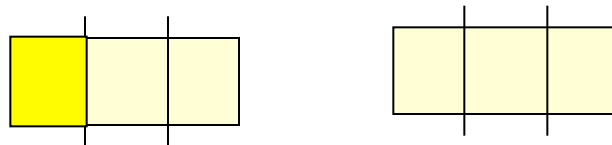
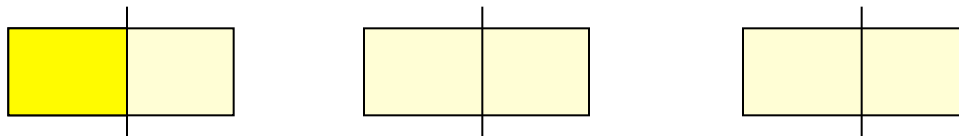
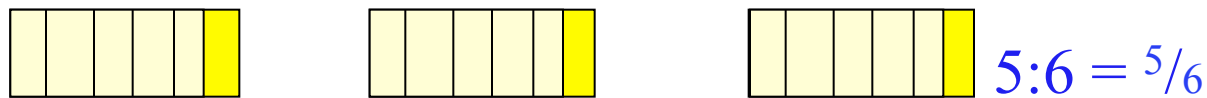
- *Alledaagse oplossingen*
 - “Mary moet met Ann delen”
 - “Ga naar de winkel en koop er een bij”
 - “Dat doe je gewoon zo:”



Vakspecifieke Normen

wiskunde \Leftrightarrow werkelijkheid

- Oplossingen waar je op voort kunt bouwen*



$$5:6 = \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$