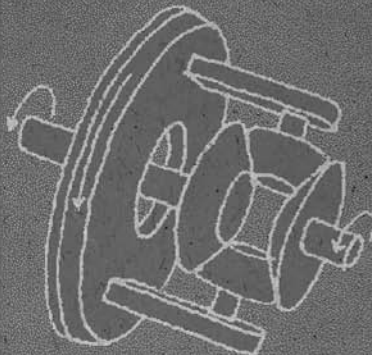
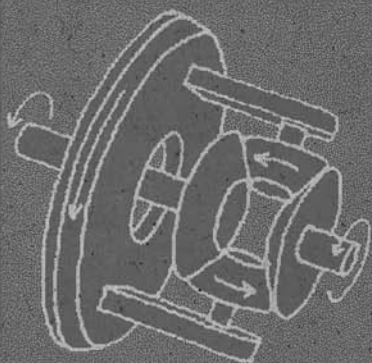


23557495

**RUIMTELIJK
INZICHT
EN
BEELDDENKEN**



Beeldspel



2142180

430

RA

Beeld spel

RUIMTELIJK
INZICHT
EN
BEELDDENKEN

23557495



2355
749
5

Bibliotheek TU Delft



C 2147967



Beeld *spel*

RUIMTELIJK INZICHT EN BEELDDENKEN

*Hints, noten,
referenties,
bronverwijzingen*

*Gerda Smets
Pieter Jan Stappers
Kees Overbeeke
Onno van Nierop
Fons Blankendaal*



Delftse Universitaire Pers, 1994

Uitgegeven door:

Delftse Universitaire Pers

Stevinweg 1

2628 CN Delft

telefoon: (015) 783254

fax: (015) 781661

Illustraties: Katrien Overmeire

Omslagontwerp en vormgeving:

Corrie van der Lelie

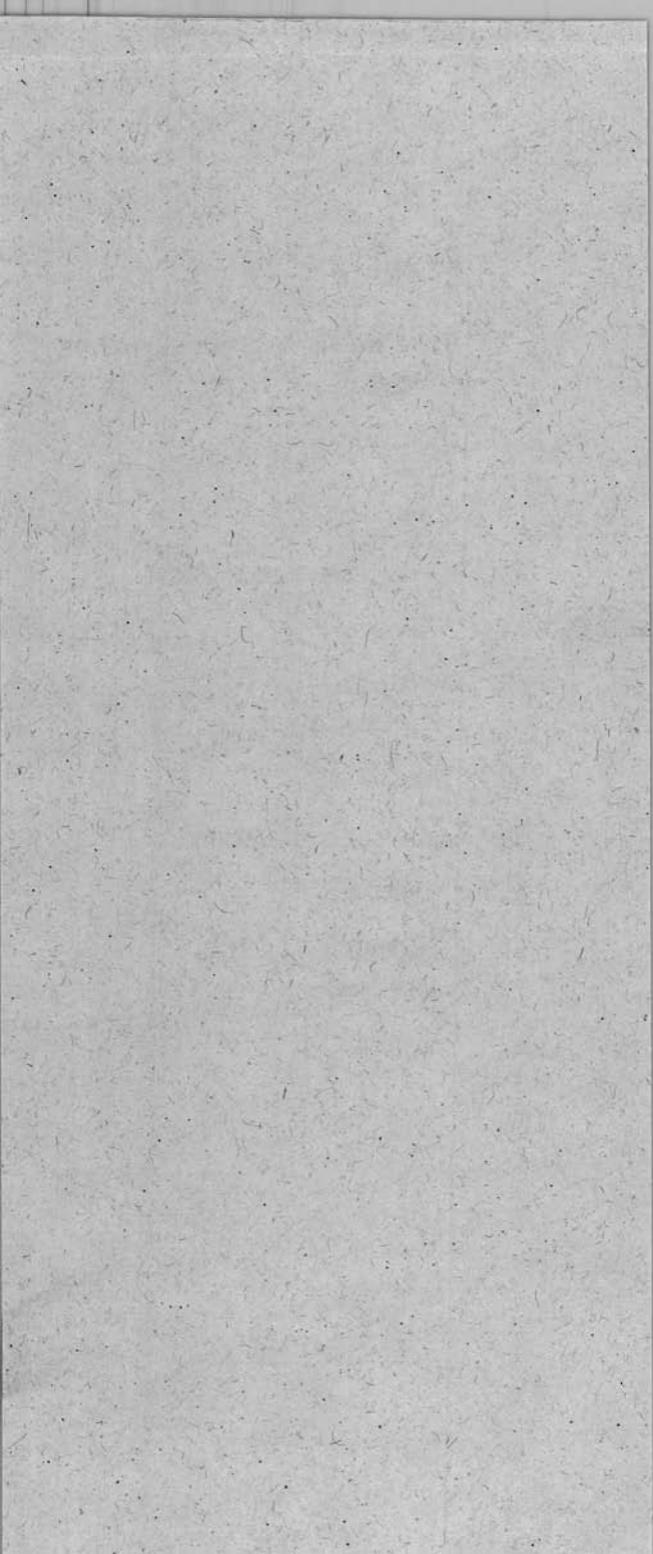
**Copyright © 1994 by Laboratorium voor
Vormtheorie**

**No part of this book may be reproduced in
any form by print, photoprint, microfilm or
any other means without written permission
from the publisher, Delft University Press,
Delft, The Netherlands**

Inhoud

*Hints, noten, referenties,
bronverwijzingen bij;*

- 3 Over dit boekje
- 4 opgaven
- 10 Inleiding: het ontwerpproces
- 14 opgaven
- 19 Beelddenken en
probleemoplossen
- 20 opgaven
- 38 Onderzoek over beelddenken
- 45 opgaven
- 51 Beelddenken in kunst en
wetenschappen
- 60 opgaven

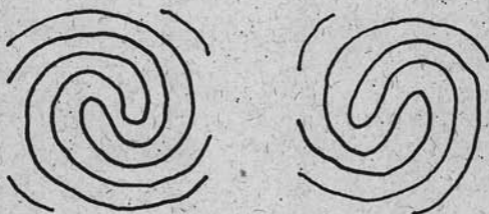


opgaven

Hint Probeer de beide figuren eens in te kleuren.

Bron Minsky, M. & Papert, S. (1988) *Perceptrons; an introduction to computational geometry*. Cambridge, MA: MIT Press.

Noot De uitsnedes hierbij tonen telkens het middelste deel van de spiralen. Deze uitsnedes zijn duidelijk wél spiegelbeeldig. Kennelijk wordt de gevraagde fundamentele eigenschap niet bepaald door 'n onderdeel van de figuur, maar is zij afhankelijk van de figuur als geheel.



opgaven

opgaven

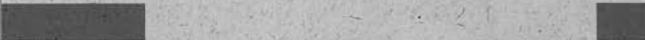
Bron Schut, W. (1981) *Oefeningen bij de instrumentmakerscursus voor fysica-studenten*.
Faculteit Wiskunde en
Natuurwetenschappen,
Katholieke Universiteit Nij-
megen.

Noot Kun je de tekening zó veran-
deren dat de opgave niet
moeilijk meer is?

opgaven

opgaven

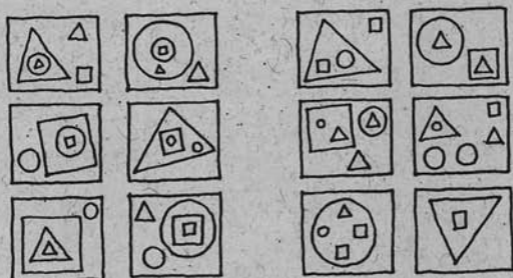
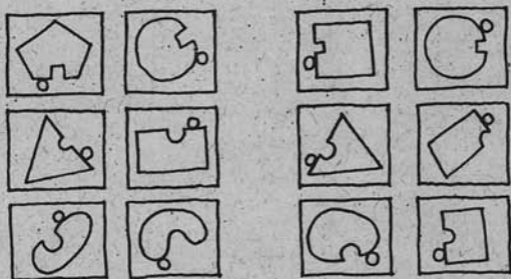
Bron Rucker, R. (1986) *The fourth dimension. And how to get there.* Harmondsworth, England: Penguin.

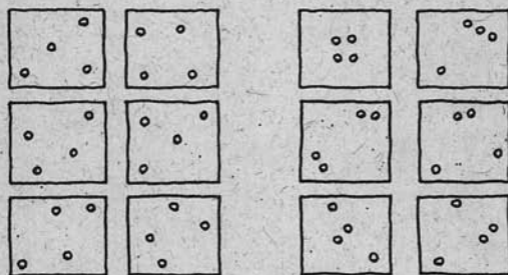
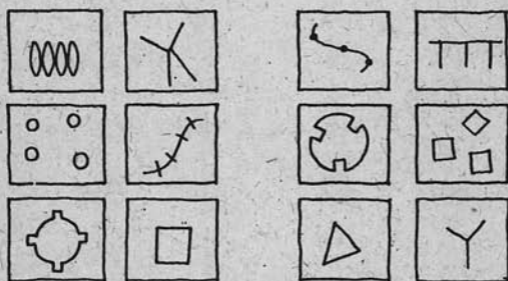
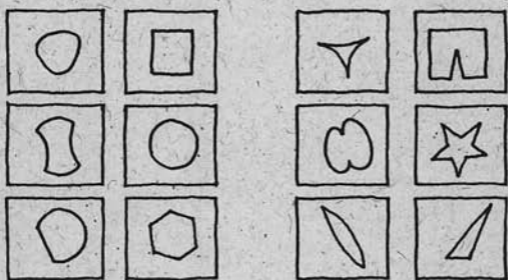


opgaven

Noot In de 'Bongard-problemen' krijg je telkens twee groepen van zes tekeningen te zien. De vraag erbij is: "Volgens welk criterium horen de ene zes tekeningen in de ene groep, en de andere zes in de andere groep". De figuren tonen er een paar.

Bron Bongard, M. (1970)
Pattern Recognition. Rochelle Park, NJ: Hayden.





Macauley, D., with Ardley, N.
 (1992) *Over de werking van de
 kurketrekker en andere machi-
 nes*. Houten: van Holkema &
 Warendorf.

Bron De figuren Bonbons geven resultaten uit een vormgevingsoefening van D. Jacobs, N.H.I.B.S.; Antwerpen

Da Vinci, L., *Ornithopterpiloot*, 1505. Sul volo degli Vecelli, fol.6 (5) recto. Koninklijke Bibliotheek Turijn
(Besturingsmechanisme van pag. 10)

Da Vinci, L., *Ornithopter*, ca 1487
In: Codice Atlantico Ambrosiano, fol.313, recto a. Bibliotheek Milaan

opgaven

Bron Dewdney, A.K. (1990) A compendium of math abuse from around the world. *Scientific American*, november, 92-95.

opgaven

Hint De moeilijkheid van het probleem ligt in een 'verborgen aanname,' en wel eentje waar een wiskundige vaker last van heeft dan een electricien.

Bron klassiek

Noot Het oplossen van dit soort puzzels met een misleidende vraagstelling en verzwegen aannames lijkt soms nogal op 'proberen vals te spelen', omdat het onmogelijk is om alle impliciete aannames expliciet te maken. Of een opgave begrepen wordt, en of een oplossing geaccepteerd wordt, hangt af van een consensus, een gemeenschappelijk referentiekader, van vraagsteller en oplosser. Bij ontwerpproblemen ligt de situatie vaak duidelijker dan bij wiskundig abstracte problemen: als een brug niet instort, zal de constructie wel 'goed' zijn.

opgaven


Bron Dewdney, A.K. (1989) A matter fabricator provides food for thought. *Scientific American*, april, 86-89.

opgaven


Bron Hughes, P. & Brecht, G. (1978)
Vicious circles and infinity.
An anthology of paradoxes.
Harmondsworth, England:
Penguin.


opgaven


Bron Wells, D. (1986) *The Penguin dictionary of curious and interesting numbers*. Harmondsworth, England: Penguin.

-  Laithwaite, E. (1989) *To Gaze in Wonder*. BBC Horizon documentaire.

In deze documentaire geeft Laithwaite tal van voorbeelden van ontwerp oplossingen die eerst door mensen met veel moeite zijn bedacht en uitgewerkt, en waarvan pas naderhand werd herkend hoe de gevonden oplossing al lang in de natuur voor het grijpen had gelegen. Een recent voorbeeld van 'afkijken bij de natuur' is bijvoorbeeld: Stix, G. (1993) Shell Shocked. Nuts may inspire materials designers. *Scientific American* 268(2), 83.

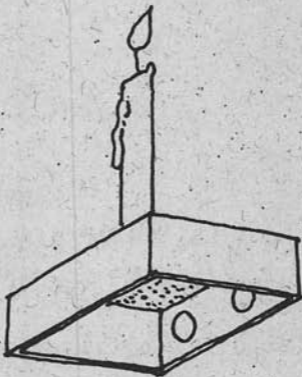
-  Mednick, S.A. (1962) The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69, 220-232.

-  Martindale, C. (1981) *Cognition and consciousness*. Illinois: Dorsey Press.

-  Duncker, K. (1945) On problem solving. *Psychological Monographs*, 58.

Noot de Bono geeft een heleboel voorbeelden waardoor je dit denken in gelijkenissen en, daardoor je creativiteit, kunt trainen, o.a. in de Bono, E. (1977) *Lateral thinking; a textbook of creativity*. Harmondsworth: Penguin.

**oplossing
kaarslicht**



Kruijskamp, C., ed. (1976) *van Dale Groot Woordenboek der Nederlandse Taal*. 10e druk. 's Gravenhage: Martinus Nijhoff.


Noot Het verhaal over het klassieke ruimtebegrip is gebaseerd op


Dijksterhuis, E.J. (1950) *De Mechanisering van het Wereldbeeld*. Amsterdam: Meulenhof.


Sambursky, S. (1987) *The physical world of late antiquity*. London: Routledge & Kegan Paul (hoofdstuk I: space and time).


Rupert Hall, A. (1981) *From Galileo to Newton*. New York: Dover.

Noot · Voor een uitgebreidere behandeling van de hier weergegeven waarnemingstheorie, zie Smets, G.J.F. (1986) *Vormleer. De paradox van de vorm*. Amsterdam: Bert Bakker.

 Gibson, J.J. (1979) *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.

-  Smets, G.J.F. (1992) Designing for telepresence. Proceedings of the fifth IFAC/IFIR/IFORS/IEA symposium on analysis, design, and evaluation of man-machine systems. *IFAC Proceedings Series*, The Hague, 9-11 june, 3.1.3.

 Warren, W. H. (1984) Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683-703.

 Marr, D. (1982) *Vision*. San Francisco, CA: Freeman.

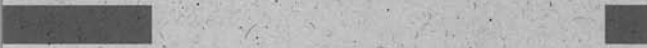
opgaven

Bron Laithwaite, E. (1980) *Engineer through the looking glass*. London: BBC books.

Noot Voor een overzicht van de (bewogen) geschiedenis van de technologie van het maken van spiegels, zie Goldberg, B. (1989) *The mirror and man*. Charlottesville, VA: University Press of Virginia.

opgaven

Bron Laithwaite, E. (1980) *Engineer through the looking glass*. London: BBC books.



opgaven

Bron Rucker, R. (1986) *The fourth dimension. And how to get there.* Harmondsworth, England: Penguin.

Adair, K. (1988) A flaw in the universal mirror. *Scientific American*, 258, 2, 30-36.

opgaven

Hint Ook hier suggereren de twee
aanzichten misschien een
foutieve aanname. Welke?

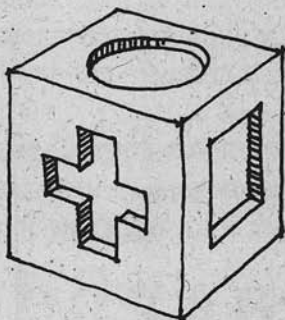
Bron Schut, W. (1981) *Oefeningen
bij de instrumentmakerscur-
sus voor fysica-studenten.*
Faculteit Wiskunde en
Natuurwetenschappen,
Katholieke Universiteit Nij-
megen.

opgaven

Bron Schut, W. (1981) *Oefeningen bij de instrumentmakerscursus voor fysica-studenten*. Faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Schuh, F. (1943). *Wonderlijke problemen; leerzaam tijdverdrijf door puzzle en spel*. Zutphen: Thieme.

Noot Je kunt je ruimtelijk inzicht misschien helpen door de drie gaten op de zijkant van een doosje te tekenen, zoals hieronder gebeurd is voor de eerste vorm. Is deze manier van weergave voor elk van de plankjes equivalent aan de vorige?



opgaven

Bron Schut, W. (1981) *Oefeningen bij de instrumentmakerscursus voor fysica-studenten*.
Faculteit Wiskunde en
Natuurwetenschappen,
Katholieke Universiteit Nijmegen.

opgaven

Hint Er zijn in principe oneindig veel oplossingen voor dit probleem. Hoe hindert de oplossing van 'persen en vullen' je bij het vinden van de oplossing voor het schaduwprobleem?


Noot Op de omslag van zijn boek *Gödel, Escher, Bach* geeft Hofstadter twee oplossingen voor het schaduwprobleem (die ook werken voor het persprobleem) voor de letters 'G' 'E' en 'B'. Kunt U ze allebei vinden? Zijn er meer?

Hofstadter, D. (1979) *Gödel, Escher, Bach. An eternal golden braid*. New York; Basic Books.


- ✎ Jung, C.G. (1963) *Mysterium coniunctionis: An inquiry into the separation and synthesis of psychic opposites in alchemy*. New York, NY: Bolligen.
- ✎ Werner, H. (1948) *Comparative psychology of mental development*. New York: International Universities Press.
- ✎ Gardner, H. (1983) *Frames of mind*. London: Heinemann.








Gardner, H. (1983) *Frames of mind*. London: Heinemann.



 Gardner, H. (1983) *Frames of mind*. London: Heinemann.

- ✎ Paivio, A. (1978) The relation between verbal and perceptual codes. In: Carterette, E. & Friedman, M. (Eds.) *Handbook of perception, Vol VIII: Perceptual coding*. New York, NY: Academic Press.
- ✎ Pylyshyn, Z.W. (1979) The rate of 'mental rotation' of images: a test of holistic analogue hypothesis. *Memory and Cognition*, 7: 19-28.
- ✎ Dennett, D. (1992) *Consciousness explained*. London: Lane.

-  Hellige, J.B. (ed., 1983) *Cerebral hemisphere asymmetry*. New York: Proeger.

-  Bradshaw, J.L. & N.C. Nettleton (1983) *Human cerebral asymmetry*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

-  Lindauer (1981) Imagery and the Arts. In :Block, N. (ed.) *Imagery*. Cambridge: MIT. (Hfdst. 15; 468-499).
-  Shepard, R.N. & J. Metzler (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171: 701-3
-  Metzler, J. (1973) *Cognitive analogs of the rotation of three-dimensional objects*. PhD thesis, Stanford University.
-  Roitblat, H.L. & L. von Fersen (1992) Comparative cognition: representations and processes in learning and memory. *Annual Review of Psychology*, 43, 671-710.

-  Roitblat, H.L. & L. von Fersen (1992) Comparative cognition: representations and processes in learning and memory. *Annual Review of Psychology*, 43, 671-710.
-  Barlow, H., Blakemore, C. & M. Weston-Smith (1990) *Images and understanding*. Cambridge: University Press.

opgaven

Hint Kun je de tekeningen van de platte draadramen zó aanpassen, dat het eenvoudiger te zien is welke star is en welke niet.

Bron Dewdney, A.K. (1991)
A theory of rigidity, or how to brace yourself against unlikely accidents. *Scientific American*, may, 89-91.

Noot De vermelde bron beschrijft een methode om dit probleem algebraïsch op te lossen, die ook voor 100×100 draadramen werkt.

opgaven

Bron Stewart, I. (1992) *Another fine math you've got me into...* New York, NY: Freeman.

Noot Gezien de eenvoud van de vraagstelling is het opvallend dat de wiskundige theorie over dit soort vraagstukken nog maar weinig is uitgebouwd. In de vermelde bron staat de maximale 'piano' precies afgeleid, en zijn verwijzingen te vinden naar de geschiedenis van het probleem.

opgaven

Bron Schuh, F. (1943). *Wonderlijke problemen; leerzaam tijdverdrijf door puzzle en spel.* Zutphen: Thieme.

opgaven

Hint Het aantal aanzichten van de hoge hoed ligt ergens tussen de 10 en de 30.

opgaven

Bron Thiele, R. (1984) *Mathematische Beweise*. Leipzig: Teubner.

Laithwaite, E. (1980) *Engineer through the looking glass*. London: BBC books.


Hughes, P. & Brecht, G. (1978) *Vicious circles and infinity. An anthology of paradoxes*. Harmondsworth, England: Penguin.


Noot Bij het lijntrekken vond je (hopelijk) dat de Möbiusband in tegenstelling tot de cilinder slechts één zijde en één rand heeft. De Möbiusband is 'niet oriënteerbaar', hij heeft geen binnen- en buitenkant.

Vanwege de dubbele lengte van de Möbiusband wordt deze in de techniek nogal eens toegepast. Waarvoor?

opgaven

Bron Hughes, P. & Brecht, G. (1978)
Vicious circles and infinity.
An anthology of paradoxes.
Harmondsworth, England:
Penguin.

 Ferguson, E. (1974) Toward a discipline of the history of technology. *Technology and Culture*, 15, 13-30.


 Pinch, T.J. & W.E. Bijker (1990) The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: Bijker, W.E., Hughes, T.P. & T.J. Pinch (eds.) *The social construction of technological systems*. Cambridge, MA: MIT press. pp. 17-50.


Noot De fenomenen uit de niet-lineaire dynamica, bijvoorbeeld kritische fluctuaties, transities, etc, komen aan bod in:

Gleick, J. (1987) *Chaos, making a new science*. New York: Viking.

Penrose, R. (1989) *The emperor's new mind; concerning computers, minds, and the laws of physics*. Oxford: University press.

Stewart, I. (1992) *Another fine math you've got me into...* New York, NY: Freeman (hoofdstuk 3, 'through the evolvoscope').

 Martindale, C. (1981) *Cognition and consciousness*. Illinois: Dorsey Press.

 Pinch, T.J. & W.E. Bijker (1990) The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: Bijker, W.E., Hughes, T.P. & T.J. Pinch (eds.) *The social construction of technological systems*. Cambridge, MA.: MIT press. pp. 17-50.

Noot Dit verhaal en de bijbehorende afbeeldingen zijn gebaseerd op:

Andric, D., Gavric, B. & W.J. Simons (1990) *Fietsen: van loopfiets tot mountainbike*. Haarlem: Schuyt & co.

Baudet, H. (1986) *Een vertrouwde wereld. 100 Jaar innovatie in Nederland*. Amsterdam: Bert Bakker.

Caunter, C.F. (1955) *The history and development of cycles. Part I: Historical survey*. London and Beccles: Clowes and sons.

Caunter, C.F. (1958) *Handbook of the collection illustrating cycles. Part 2: Catalogue of exhibits with descriptive notes*. London: Her Majesty's stationary office.

Ebeling, H. (1985) *Der Freiherr von Drais. Das tragische Leben des 'verrückten Barons'*. Karlsruhe: Braun.

Hillman, Herbert & Cooper, Ltd. (1885) "Premier" works, Catalogue for 1886 season.

Hogenkamp, G.J.M (1939) *De geschiedenis van Burgers Deventer is de geschiedenis van de fiets*. Deventer: Burgers E.N.R.

McGurn, J. (1987) *On your bicycle; An illustrated history of cycling*. London: Murray.

Minck, G.H. (1986) *Fietsend door de eeuwen*. Deventer: Kluwer.

Nierop, O.A. van (1981) Ontspannen op de spanfiets. *ThD-nieuws*, 13 (13), 11-14.

Palmer, A.J. (1958) *Riding high: The story of the bicycle*. London: Vision.

Pinch, T.J. & W.E. Bijker (1990) The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: Bijker, W.E., Hughes, T.P. & T.J. Pinch (eds.) *The social construction of technological systems*. Cambridge, M.A.: MIT press. pp. 17-50.

Rauck, M.J.B., Vole, G. & F.R. Paturi (1979) *Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte. Das Fahrrad und seine Gesichte*. Stuttgart: AT Verlag Aarau.

Sharp, A. (1896) *Bicycles and tricycles; an elementary treatise on their design and construction*. London, New York, and Bombay: Longmans, Green, and co.

Vélox (1869) *Velocipedes, bicycles and tricycles: how to make and how to use them with a sketch of their history, invention, and progress*. London: Routledge and sons.

Wilson, S.S. (1973) Bicycle technology. *Scientific American*, 228, 3, 81-91.

Woodforde, J. (1970) *The story of the bicycle*. London, Boston and Henley: Routledge & Kegan Paul.

De fenomenen uit de niet-lineaire dynamica, bijvoorbeeld kritische fluctuaties, transities, etc, komen aan bod in

Gleick, J. (1987) *Chaos, making a new science*. New York: Viking.

Stewart, I. (1992) *Another fine math you've got me into...* New York, NY: Freeman (hoofdstuk 3, 'through the evolvoscope').

Penrose, R. (1989) *The emperor's new mind; concerning computers, minds, and the laws of physics*. Oxford: University press.

opgaven

Bron

Gardner, M. (1977)

Mathematical games.

Scientific American, april,
129-131.

opgaven

opgaven

Bron Thiele, R. (1984)
Mathematische Beweise.
Leipzig: Teubner.

opgaven

Hint De volgende methode kan behulpzaam zijn: teken de kaart over op een stukje textiel (een zakdoek, of een oude lap, maar niet papier) en naai de bijpassende zijden met een lange slappe draad aan elkaar, zonder ze echt strak te trekken. Als je alle draden hebt bevestigd span je ze allemaal tegelijkertijd aan, zodat het textiel de gewenste vorm krijgt. Daarna 'kneed' je het om de eenvoudigste vorm te vinden. (Je kunt natuurlijk ook proberen je dit procédé voor te stellen in plaats van het uit te voeren.)

Bron Stewart, I. (1992) *Another fine math you've got me into...* New York, NY: Freeman.

opgaven

Hint Deze puzzel staat ook wel bekend als het probleem van de bruggen van Königsberg. In de stad komen twee rivieren samen, en tussen de rivieren ligt een eilandje. Zeven bruggen verbinden de diverse oevers. Kun je een 'toeristische route' verzinnen die elke brug precies één keer passeert. Zo ja, welke? Zo nee, waarom niet?

Bron Thiele, R. (1984) *Mathematische Beweise*. Leipzig: Teubner.

opgaven

- Bron** Abbott, E.A. (1991; orig. 1884) *Flatland. A romance of many dimensions*. Princeton: University press.
- Rucker, R. (1986) *The fourth dimension. And how to get there*. Harmondsworth, England: Penguin.

opgaven

opgaven

opgaven

Bron Rucker, R. (1986) *The fourth dimension. And how to get there.* Harmondsworth, England: Penguin.

opgaven

Noot De platlander meet intrinsiek, d.w.z. binnen zijn ruimte, met eigenschappen in die ruimte. Als wij van buiten naar die ruimte kijken, zien wij die maatveranderingen natuurlijk wél. Dat is een extrinsieke meting. Hoe kun je met alleen intrinsieke metingen vaststellen of de maten krimpen of niet? Hoe kun je zo'n oorsprong vinden?




De effecten van zo'n ruimtekrimp of -uitzetting kun je goed weergegeven door je platland niet plat maar gekromd voor te stellen. Hoe geeft een gekromd platland aanleiding tot krimp? Hoe tot rek? Teken deze drie soorten platlanden ruimtelijk (krimp, gewoon, en rek).

Je weet dat omtrek R en straal r van een cirkel gerelateerd zijn als $R=2\pi r$. Laat een platlander met een meetlint cirkels om de oorsprong trekken en de omtrek meten. Tot welke waarde voor R komt hij in welk van de drie soorten platlanden?

opgaven

Bron Rucker, R. (1986) *The fourth dimension. And how to get there.* Harmondsworth, England: Penguin.

- ✎ Dijksterhuis, E.J. (1950) *De Mechanisering van het Wereldbeeld*. Amsterdam: Meulenhof.
- ✎ Penrose, R. (1989) *The emperor's new mind; concerning computers, minds; and the laws of physics*. Oxford: University press.
- ✎ Gleick, J. (1987) *Chaos, making a new science*. New York: Viking.

-  Gibson, J.J. (1979) *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
-  Smets, G.J.F. & C.J. Overbeeke. (1994) Industrial design engineering and the theory of direct perception, *Design Issues*, 15, 2, 175 -184.
-  Humphrey, N. (1992) *A history of the mind*. London: Chatto & Windus.

opgaven

opgaven

opgaven

opgaven

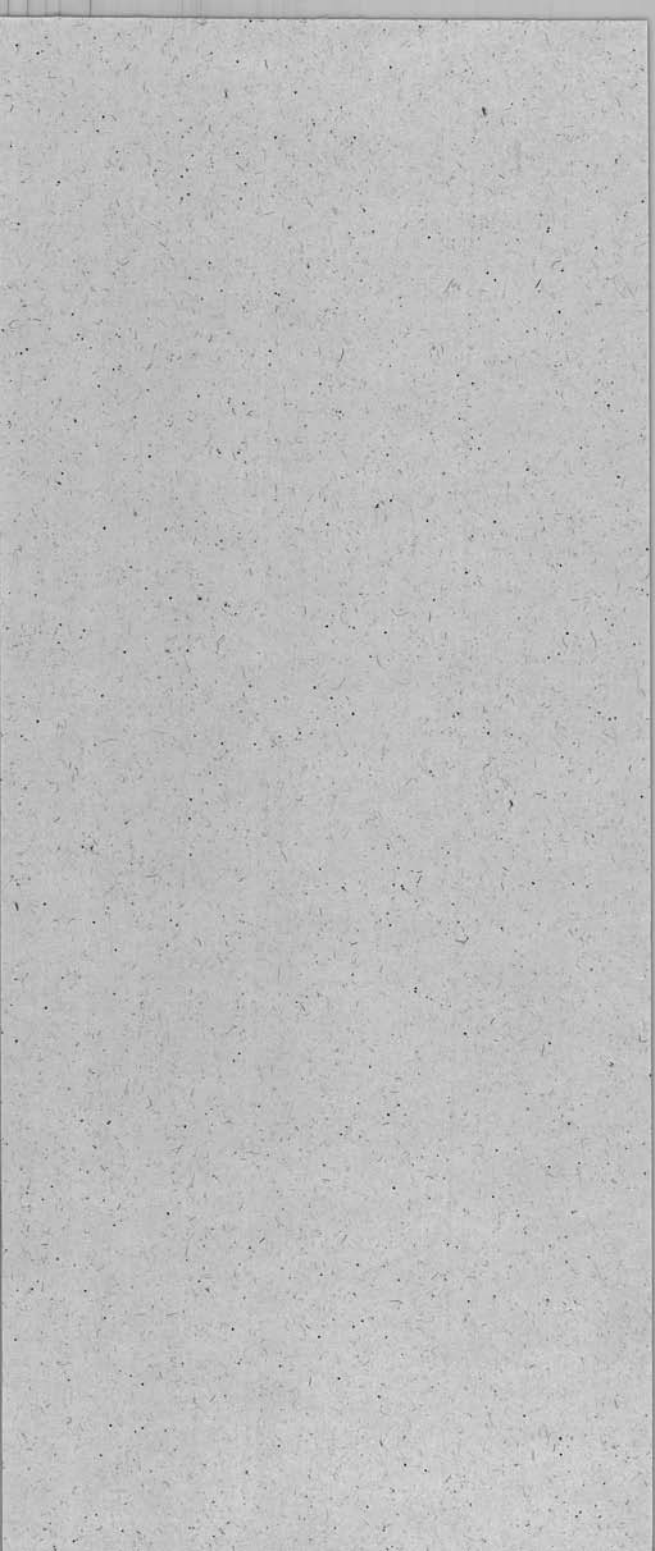
Bron Francis, G.K. (1987).
A topological picturebook.
Berlin: Springer.

opgaven

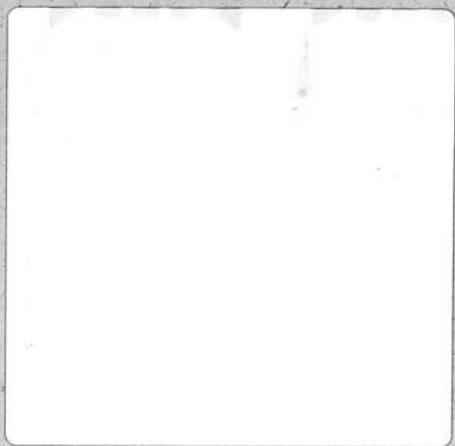
Bron Francis, G.K. (1987).
A topological picturebook.
Berlin: Springer.

De auteurs hebben bij de samenstelling van dit boek getracht alle bronnen te achterhalen. In sommige gevallen is dit echter niet gelukt. Copyrighthouders wordt verzocht alsnog contact op te nemen met de Delftse Universitaire Pers





2167967



Beeld *spel*

RUIMTELIJK
INZICHT
EN
BEELDDENKEN

Hints, noten, referenties en bronverwijzingen behoren bij de tekst en opgaven in het andere deel van Beeldspel



Delftse Universitaire Pers.