

Logica voor informatica

Logica voor informatica

Derde editie

J.F.A.K. van Benthem

H.P. van Ditmarsch

J.S. Lodder

J. Ketting

W.P.M. Meyer-Viol



Een imprint van Pearson Education



ISBN: 90-430-0722-6

NUR: 123; 993

Trefw.: theoretische informatica; logica

Omslag: VisualSpace, Haarlem

Dit boek is gedrukt op een papiersoort die niet met chloorhoudende chemicaliën is gebleekt. Hierdoor is de productie van dit boek minder belastend voor het milieu.

© Copyright 2003 Pearson Education Benelux

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912^j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht. Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatie- of andere werken (artikel 16 Auteurswet 1912), in welke vorm dan ook, dient men zich tot de uitgever te wenden.

Ondanks alle aan de samenstelling van dit boek bestede zorg kan noch de redactie, noch de auteur, noch de uitgever aansprakelijkheid aanvaarden voor schade die het gevolg is van enige fout in deze uitgave.

Inhoudsopgave

Blok I	Inleiding	1
1	Inleiding	3
Blok II	Propositielogica	9
2	Propositielogica: syntaxis en semantiek	11
3	Propositielogica: geldig gevolg	33
4	Propositielogica: afleidingen	47
5	Propositielogica: metatheorie	69
Blok III	Predikaatlogica	85
6	Predikaatlogica: taal	87
7	Predikaatlogica: semantiek	103
8	Predikaatlogica: eenvoudige theorie	121
9	Predikaatlogica: semantische tableaux	131
10	Predikaatlogica: afleidingen	145
11	Predikaatlogica: metatheorie	155
Blok IV	Voorbij de predikaatlogica	169
12	Voorbij de predikaatlogica	171
13	Modale logica	197
Blok V	Logica en programmeren	215
14	Logica en berekenbaarheid	217
15	Logica en imperatief programmeren	227
16	Logisch programmeren	243
17	Logica en computationele complexiteit	267
Blok VI	Logica en kunstmatige intelligentie	281
18	Kennisrepresentatie met tijdslogica	283
19	Multi-agentsystemen	297
20	Verwerking van natuurlijke taal	315
Blok VII	Tot besluit	329
21	Vooruitblik	331

Appendices 345

1	Algemene begrippen	347
2	Historisch overzicht	351
3	Literatuurlijst	353

Register	357
----------	-----

Woord vooraf

Dit boek is totstandgekomen als onderdeel van een samenwerkingsproject tussen de Universiteit van Amsterdam en de Open universiteit. Het boek wordt bij de Open universiteit gebruikt als cursusboek bij de cursus *Logica*. Het project voor het samen ontwikkelen van een cursus logica is gestart door Evert van de Vrie van de Open universiteit. De ontwikkeling daarvan is later overgenomen door Hans van Ditmarsch. De voornaamste auteur van *Logica voor informatici* is Johan van Benthem. Het boek is gebaseerd op dictaten die hij bij colleges aan de Universiteit van Amsterdam gebruikt heeft.

Informatie over de auteurs

Johan van Benthem is hoogleraar Logica aan de Faculteit Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam.

Hans van Ditmarsch is cursusteamleider bij het leerstofgebied Technische Wetenschappen aan de Open universiteit te Heerlen.

Jan Ketting is freelance auteur voor de Open universiteit.

Wilfried Meyer-Viol is onderzoeker aan het Centrum voor Wiskunde en Informatica te Amsterdam.

Woord van dank

Wij willen graag de volgende personen bedanken voor hun bijdrage aan het voltooiën van dit boek: Henk Baetsen, Inge Bethke, Sander Bosman, Hayco de Jong, Josje Lodder, Maarten de Rijke, Dirk Roorda, Victor Sánchez, Marleen Sint, Marco Swaen, Harry Vankan, Rineke Verbrugge, Evert van de Vrie, Henny Welte, Frank Wester en Bert Zwaneveld.

april 1991

Johan van Benthem
Hans van Ditmarsch
Jan Ketting
Wilfried Meyer-Viol

Bij de tweede editie

Op grond van de ervaringen van vele docenten en studenten met het boek, was het mogelijk in deze tweede druk errata te corrigeren en onduidelijkheden te verwijderen. Ook is nog veel geleerd van het werk

aan een tweede logicacursus aan de Open universiteit, de cursus *Logica en informatica*, waarbij dit boek eveneens wordt gebruikt.

Naast verscheidenen die reeds in het vorige woord van dank genoemd zijn, willen wij graag de volgende personen bedanken voor hun bijdrage: Jan–Peter Ackermans, Peter Braspenning, Alof Canrinus, Henk Hagedoorn, Wiebe van der Hoek, Dick de Jongh, Catholijn Jonker, Wilbert Körver, Eric Krabbe, Rob Nederpelt, Gerard Renardel, Martijn Spaan, Jeroen Spek, Yao-Hua Tan, Heinrich Wansing, Robin Wevers.

maart 1993

Mede namens de overige auteurs,
Johan van Benthem
Hans van Ditmarsch

Bij de derde editie

Na een tiental jaren was een revisie op zijn plaats. In de derde editie is de naam van het boek veranderd van *Logica voor informatici* in *Logica voor informatica*. In de eerste helft van het boek zijn voornamelijk enige errata gecorrigeerd. De tweede helft van het boek, waarin de nadruk ligt op logische toepassingen in de informatica, is uitvoerig herzien en aangepast aan actuele ontwikkelingen. Nieuwe hoofdstukken *Logica en computationele complexiteit* en *Multi-agentsystemen* zijn eraan toegevoegd. Voor collegepresentaties, extra en uitgewerkte opgaven, en ander aanvullend materiaal, verwijzen we naar de *Logica voor informatica* website <http://www.cs.otago.ac.nz/staffpriv/hans/lvi/>.

Josje Lodder is al vele jaren betrokken bij het boek en bij de hierop gebaseerde Open-universiteitscursussen, en heeft een belangrijke bijdrage aan de revisie geleverd. Zij wordt nu dan ook als coauteur genoemd. Ton van Gijsel heeft opnieuw met raad en daad bijgestaan. Rineke Verbrugge heeft uitvoerig commentaar geleverd op de gereviseerde en nieuwe hoofdstukken. Verder willen wij voor hun commentaar bedanken: Raymond Boute, Piter Dykstra, Theo Janssen, Barteld Kooi, Ida Sprinkhuizen-Kuyper en Marcel van de Vel, en meerdere studenten die de afgelopen jaren errata hebben aangeleverd.

november 2002

Johan van Benthem
Hans van Ditmarsch
Josje Lodder