

Van automaat tot artefact

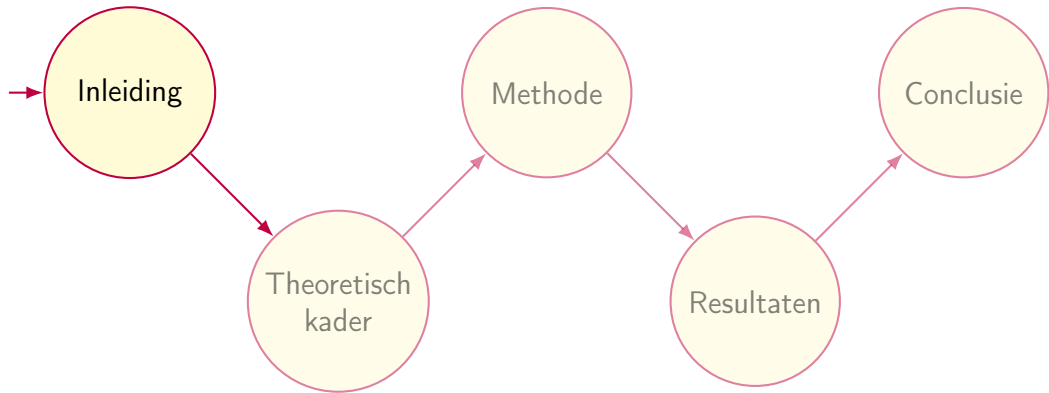
Over de contextuele invulling van grammatica's en eindige automaten in het
informaticaonderwijs

Wouter van den Brink

Educatie in de Bètawetenschappen
Faculteit Behavioural, management and Social Sciences (BMS)
Universiteit Twente

30 juni 2025

Inhoudsopgave



Aanleiding en achtergrond

Anekdote

Tijdens een SLO-evaluatiesessie over het nieuwe examenprogramma voor informatica (2024) riep een docent: „dat ellendige BNF moet eruit; niemand zit daarop te wachten!” De zaal knikte instemmend.

- ▶ Duidelijke wens: BNF moet uit het examenprogramma!
- ▶ BNF is een soort programmeertaal voor grammatica's
- ▶ Grammatica's zijn sinds 2019 onderdeel van het examenprogramma
- ▶ ... maar BNF komt niet voor in het examenprogramma!

Hoe werkt het examenprogramma informatica?

- ▶ 2016: Advies nieuw examenprogramma¹, ingevoerd in 2019.
- ▶ Kernprogramma (domein A–F) — allemaal verplicht voor havo+vwo
- ▶ Keuzethema's (domein G–R) — 2 voor havo, 4 voor vwo
- ▶ Sluit naadloos aan op informatica-vervolgopleidingen
- ▶ Sindsdien eindige automaten en grammatica's in domein B
 - ▶ Opmerkelijk: deze onderwerpen komen *niet* voor op hbo-opleidingen!

¹Barendsen, E., & Tolboom, J. (2016). *Advies Examenprogramma Informatica vwo-havo: inhoud en invoering* (tech. rap.). SLO. Enschede.

Onderzoeksopzet

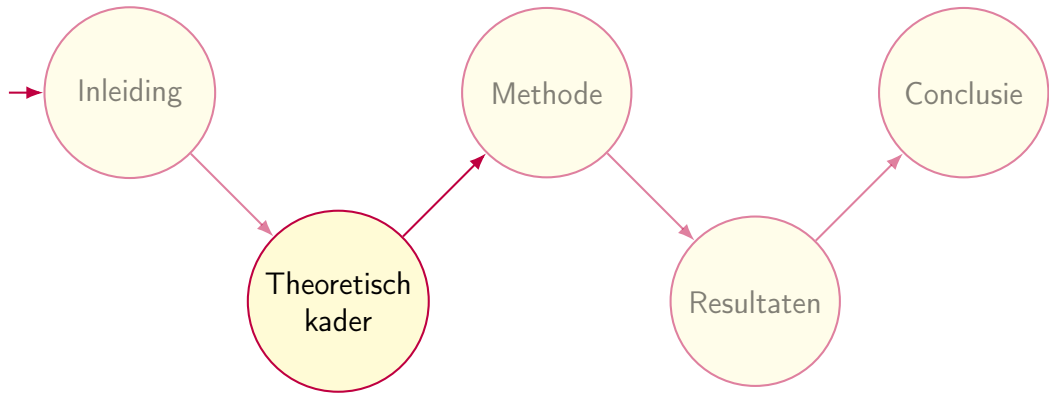
We willen het onderwijs over eindige automaten en grammatica's verbeteren!

Onderzoeksvragen

1. Welke contextuele invulling geven docenten in het voortgezet onderwijs aan de informaticalessen over eindige automaten en grammatica's?
2. Welke aanbevelingen kunnen worden gedaan aan docenten en onderwijsondersteunende partijen om het voortgezet informatica-onderwijs over eindige automaten en grammatica's te verbeteren?

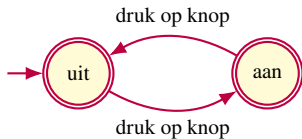
Beantwoording met literatuuronderzoek, vragenlijsten en interviews.

Inhoudsopgave



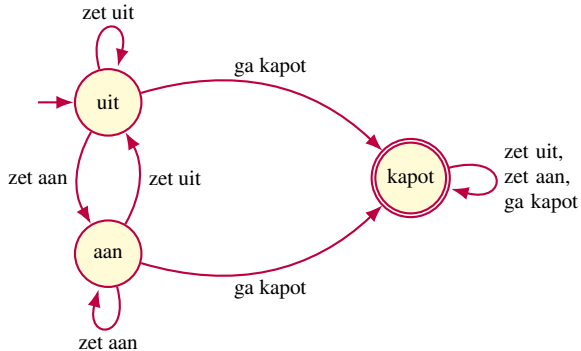
Eindige automaat: Lichtknop

Eindige automaat: schematische weergave van een bepaald systeem



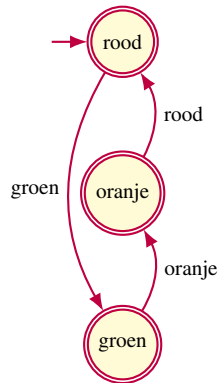
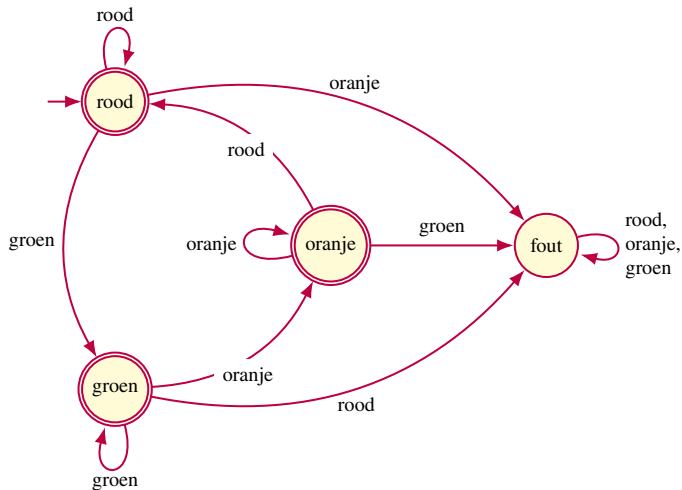
- ▶ Toestanden met labels
- ▶ Overgangen met labels
- ▶ Begin- en eindtoestanden

Eindige automaat: Lichtknop (realistischer)

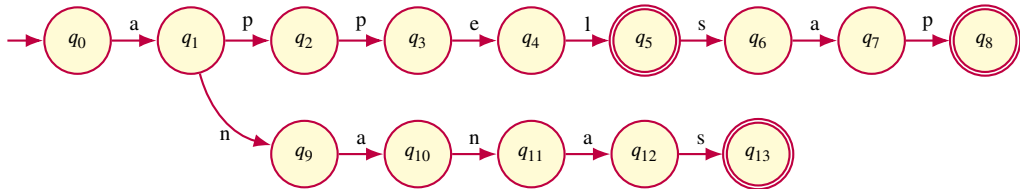


- ▶ Toestanden met labels
- ▶ Overgangen met labels
- ▶ Begin- en eindtoestanden

(Niet-)deterministische eindige automaat: verkeerslicht



Eindige automaten en taalstudie



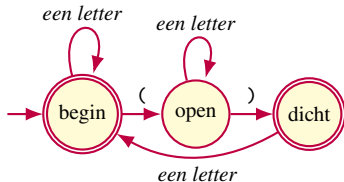
Taal van een eindige automaat:

Elke verzameling symbolen die je verzamelt bij overgangen tot een eindtoestand

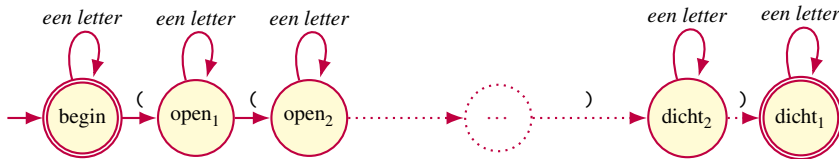
- ▶ appel
- ▶ appelsap
- ▶ ananas

Limieten van eindige automaten: haakjes

Hoe maken we een eindige automaat voor zinnen met haakjes?



En hoe zorgen we ervoor dat het altijd (ook met dubbele (zulke)) werkt?



Grammatica's

$S \rightarrow \text{een letter } S$

$S \rightarrow (S) S$

$S \rightarrow \epsilon$

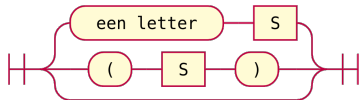
$\Updownarrow$

$S \rightarrow \text{een letter } S$

| $(S) S$

| ϵ

$\Updownarrow$



Grammatica: een manier om een taal te omschrijven.

De grammatica links **genereert** een woord:

1. S
2. $a S$ (regel 1)
3. $a (S) S$ (regel 2)
4. $a (S) \epsilon$ (regel 3)
5. $a (b S) \epsilon$ (regel 1)
6. $a (b \epsilon) \epsilon$ (regel 3)
7. $a (b)$ (ϵ weghalen)

Andersom is moeilijker: *kon* S $a(b)(c(d))$ genereren?

Waarom zitten ze eigenlijk in het examenprogramma?

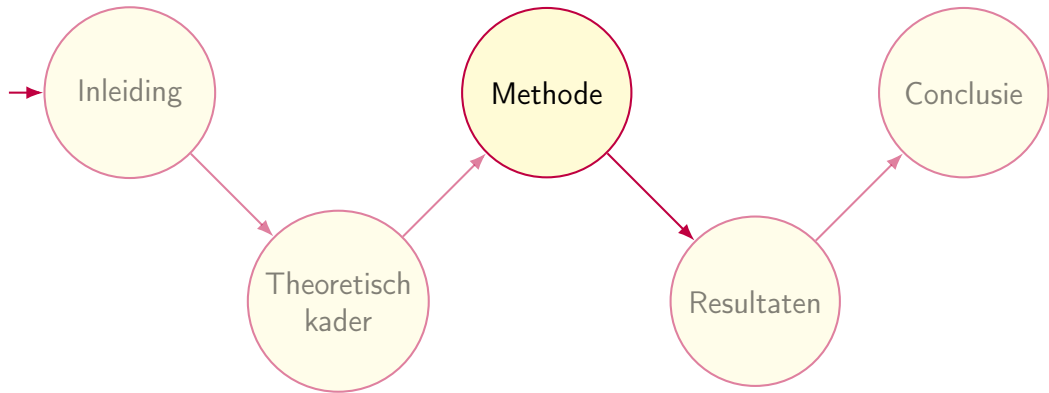
In dit domein worden digitale artefacten op een abstracte manier bekeken, dat wil zeggen onafhankelijk van een concrete implementatie. Een groot voordeel van werken met algoritmen, bijvoorbeeld, is dat we kunnen redeneren over de efficiëntie van een oplossing nog vóór er een programma in een concrete programmeertaal is geschreven. Ook het redeneren over een bestaand programma wordt gemakkelijker als we abstraheren van de implementatiedetails en kijken naar het achterliggende algoritme.

[...]

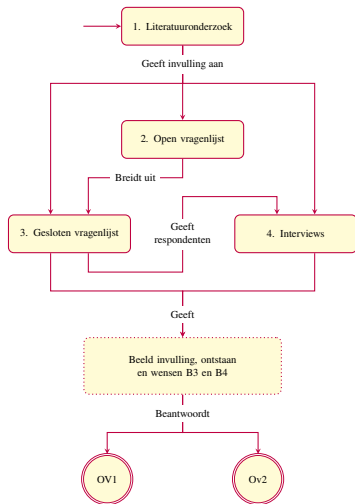
*De achterliggende gedachten voor het opnemen van automaten en grammatica's zijn als volgt. Met automaten (toestandsovergangssystemen) zijn artefacten vaak elegant en simpel te beschrijven of ontwerpen zonder direct in programmacode te vervallen. Verder geven grammatica's structuur (en daarmee eenvoud) in beschrijvingen van (programmeer)talen. **Het is dus de bedoeling om deze twee modellen instrumenteel te gebruiken en niet om er allerlei diepe theorie mee te bedrijven.** Eventueel kan een geïnteresseerde leerling wat dieper gaan via een keuzethema.*

(Barendsen & Tolboom, 2016)

Inhoudsopgave



Procedure



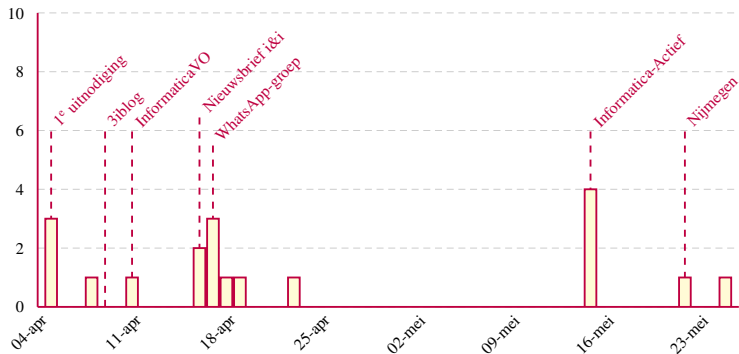
1. Literatuuronderzoek ter voorbereiding
2. Open vragenlijst onder 7 docenten
3. Gesloten vragenlijst onder zo veel mogelijk docenten
4. Interviews met een aantal respondenten
5. Beeld vormen op basis van resultaten
6. Adviezen maken voor verbetering

Open vragenlijst

- ▶ Verkennende open vragenlijst
- ▶ Constructie op basis van literatuuronderzoek en eigen theoretisch kader
- ▶ Voorbereiding op gesloten vragenlijst
- ▶ 6 keer ingevuld (dank!)
- ▶ Resultaten *niet* meegenomen — niet representatief

Gesloten vragenlijst

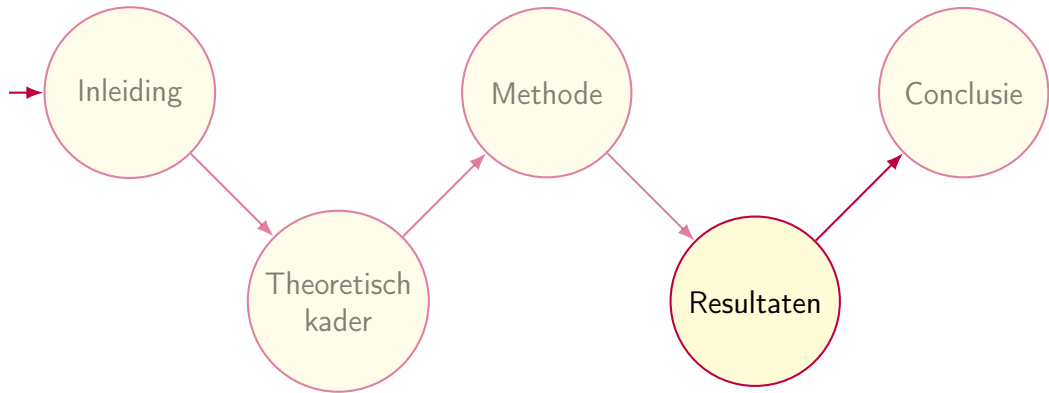
- ▶ Constructie op basis van open vragenlijst en gangbare lesmethoden
- ▶ 19 keer ingevuld (dank!)



Interviews

- ▶ Respondenten konden zich opgeven voor verdiepend interview
- ▶ 7 respondenten deden dat (dank!)
- ▶ 3 uitgenodigd, 2 interviews afgenomen
- ▶ Semi-gestructureerd interview
- ▶ Diepgang, 'waarom', praten over de toekomst

Inhoudsopgave



Gesloten vragenlijst — Eindige automaten

- ▶ Iedereen behandelt eindige automaten, meestal in eerdere leerjaren
- ▶ Uiteenlopende activiteiten: systemen beschrijven, automaten analyseren, algoritmes beschrijven
- ▶ Voornamelijk pen en papier (13) en flowchart-tools (10)
- ▶ Gemiddeld 6 SLU, tevreden
- ▶ Vooral individueel (15), een deel in tweetallen (10)
- ▶ Voornamelijk theoretische leerdoelen

Gesloten vragenlijst — Grammatica's

- ▶ Slechts 13 van de 19 respondenten behandelen dit onderwerp
- ▶ Voornamelijk bestaande programmeertalen analyseren en vergelijken
- ▶ BNF is populair, een aantal keer railroad-diagrammen
- ▶ Pen en papier, flowchart-tools, kantoorsoftware, andere digitale tools
- ▶ Gemiddeld 3 SLU, tevreden, soms te weinig tijd
- ▶ Voornamelijk theoretische leerdoelen

Gesloten vragenlijst — Wensen voor de toekomst

- ▶ Betere tools voor beide onderwerpen, vooral voor automaten
- ▶ Nieuw lesmateriaal met betere werkvormen
- ▶ Schrappen uit het programma
 - ▶ Eindige automaten (2/19 respondenten)
 - ▶ Grammatica's (6/19 respondenten)
- ▶ Meer bij- en nascholing
- ▶ Verantwoordelijkheid bij respondenten, collega's en uitgeverijen

Interviews

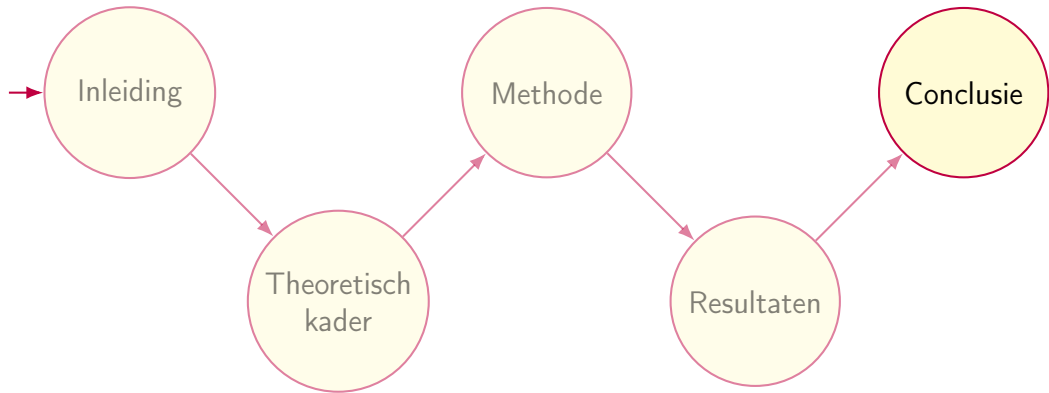
Interview 1

- ▶ Eindige automaten in bredere module, geen grammatica's
- ▶ Eerst *CS Unplugged* 'schateiland'
- ▶ Daarna bestaand apparaat bestuderen: decompositie, eindige automaat, ...
- ▶ Liever als keuzethema, te theoretisch, zeker voor havo

Interview 2

- ▶ Eerst theoretisch, leerlingen haakten af
- ▶ Eindige automaten als middel voor overzicht
- ▶ Koppelen aan andere vakken
- ▶ Leerlingen schrijven grammatica voor 'dingen': auto's, broodjes, computers
- ▶ Uitvoer gaat in generatieve AI
- ▶ Wil minder theorie

Inhoudsopgave



Contextuele invullingen – Inhoudelijk

- ▶ Eindige automaten: combinatie van eigen en bestaand lesmateriaal
- ▶ Grammatica's: voornamelijk bestaande lesmethodes
- ▶ Daarom voornamelijk theoretisch, met weinig praktische toepassing
- ▶ Transfer naar praktische toepassing in artefacten blijft uit

Contextuele invullingen — Docenten

- ▶ Meerdere respondenten hebben beperkte interesse
- ▶ Sommigen willen de onderwerpen zelfs schrappen, vooral voor havo
- ▶ Onderwerpen zijn moeilijk te koppelen aan andere onderwerpen
- ▶ Docenten leunen vooral op educatieve uitgeverijen en SLO, maar die zijn de theoretische weg ingeslagen

Adviezen

1. **Docenten**: zoek elkaar op en ga in gesprek! Wissel lesmateriaal en -ideeën uit, om de lessen minder theoretisch te maken.
2. **Educatieve uitgeverijen**: vernieuw het lesmateriaal! Richt de aandacht op praktische inzetbaarheid van eindige automaten en grammatica's als instrument voor digitale artefacten.
3. **Ministerie van OCW**: kijk kritisch naar de positie in het examenprogramma. Maak er een keuzethema van, en schrap het uit het havo-programma.

Beperkingen en vervolgonderzoek

- ▶ Weinig respondenten, dus niet representatief
- ▶ Vermoedelijk door lange vragenlijst
- ▶ Kleinere vragenlijst kan voor hogere representativiteit zorgen
- ▶ Ook interessant: ontwerponderzoek naar geschikt lesmateriaal
- ▶ Andere onderwerpen in het examenprogramma kunnen ook worden bekeken

Samenvatting

- ▶ Open → gesloten vragenlijst + interviews
- ▶ Indicatief: 6 / 19 / 2 resp.
- ▶ OV1: Welke invulling geven docenten?
 - ▶ Veelal theoretisch, een deel niet eens; eigenlijk niet toegestaan
 - ▶ Vooral op basis van (theoretische) SLO en uitgeverijen
 - ▶ Voornamelijk pen en papier, en generieke tools
 - ▶ Niet volgens de 'geest' van het examenprogramma
- ▶ OV2: Welke aanbevelingen?
 1. Docenten: zoek elkaar op, wissel ervaringen, ideeën en lesmateriaal uit
 2. Educatieve uitgeverijen: maak het materiaal praktischer
 3. Ministerie van OCW: maak het een vwo-keuzethema, schrap uit het kernprogramma
- ▶ Beperkingen: weinig respondenten, niet representatief
- ▶ Vervolgonderzoek: meer verdieping, kleinere vragenlijst, ontwerponderzoek naar geschikt lesmateriaal, andere onderwerpen in het examenprogramma