

# Onderzoeksverslag

Wat is het effect van de afstand tussen auto's op de doorstroming van de weg?

**Auteur:** Bart de Vries

**Studentennummer:** 1758786

## **inhoudsopgave**

• Onderzoeksvraag / hypothese	P 3
• Model	P 3
• Toolkeuze	P 4
• Design van het experiment	P 5
• Resultaten	P 6
• Conclusie	P 7
• Discussie	P 7

## Onderzoeksvraag

Er zijn altijd veel files op de snelweg, dat komt door de slechte doorstroming van auto's. daarom gaan we kijken in dit onderzoek *wat is het effect van de afstand tussen auto's op de doorstroming van de weg?* om files beperkt te houden op de snelweg.

Hypothese: een langere afstand tussen auto's zorgt voor een slechtere doorstroming.

## Model

Voor dit onderzoek gaan we het Nagel-Schreckenberg model gebruiken. Dit model is ideaal voor het simuleren van de doorstroming van auto's op de weg. bij het model word er een weg gemaakt van cellen, iedere auto heeft een eigen cel. De auto's krijgen een snelheid van 1 t/m 5 cellen, een snelheid van 3 houdt in dat een auto's 3 cellen vooruit gaat. Als een auto's een voorganger ziet binnen de 3 volgende cellen past de auto zijn snelheid aan de hoeveelheid cellen tussen de voorganger. Iedere tick van de simulatie is er ook de kans dat een auto een menselijke fout maakt en -1 slomer gaat rijden. Dit maakt de simulatie zo dat de auto's niet in een vast patroon gaan rijden.

Het voordeel met dit model is dat dezelfde auto's steeds rondjes blijven rijden waardoor er geen nieuwe auto's gemaakt moeten worden als de simulatie continue moet draaien. Dit maakt het zo dat er een specifieke auto gevolgd kan worden. Ook gaan we alle auto's laten starten op een eigen random cel met een random snelheid. Zo start iedere simulatie anders en is de data willekeurig van begin tot eind.

Er zullen steeds opstoppingen op de weg ontstaan waarna de auto's een voor een doorrijden, als een soort file. Verder krijgen de auto's ook een afstand die ze tussen elkaar aanhouden. verschillende afstanden worden dan getest om te kijken wat voor verschillen er tussen de simulaties optreden.

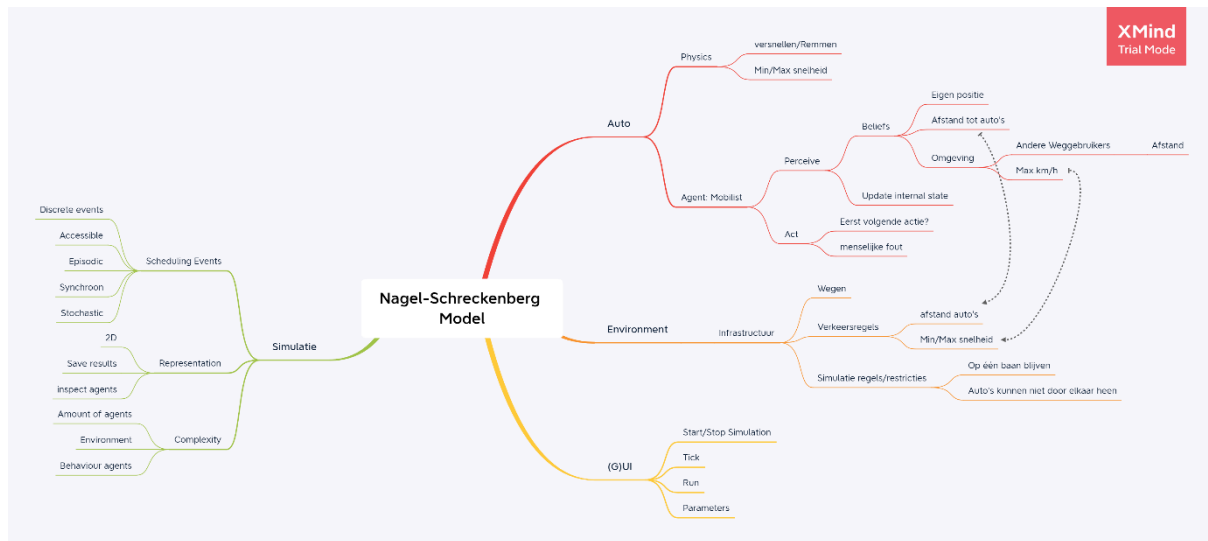
De meeste onderdelen van dit model zijn overgenomen van

Wikipedia link ( [https://en.wikipedia.org/wiki/Nagel%E2%80%93Schreckenberg\\_model](https://en.wikipedia.org/wiki/Nagel%E2%80%93Schreckenberg_model) ).

Verder bij de experimenten van het onderzoek worden parameters bepaald of verandert.

## Toolkeuze

Om een compleet overzicht te creëren van alle modules die nodig zijn voor deze AMBS is er dit SFA-model gemaakt.



Voor dit onderzoek gaan we Netlogo gebruiken. Dit is bepaald aan de hand van twee punten geschiktheid en haalbaarheid. Eerst kijken of Netlogo geschikt is voor alle modules die ontwikkeld gaan worden.

Netlogo heeft een ingebouwde GUI die makkelijk te gebruiken is, en kan je makkelijk knoppen toevoegen zoals start, stop. Parameters zijn eenvoudig in te stellen en is het ook mogelijk om data te plotten in de GUI. Verder is de schrijftaal van Netlogo (Scripting Turtles) eenvoudig, en is goed te gebruiken voor het maken van een environment omdat het een ingebouwde patches heeft die makkelijk aan te passen zijn, hiermee kan de cellen weg gemaakt worden. om tijd te meten heeft Netlogo een functie genaamd "tick" dit is ook de functie die het recursief maakt. Met de taal kan je de rest van de modules programmeren en levert dat nauwelijks tot geen problemen op.

De efficiëntie van Netlogo zal voor dit model absoluut genoeg moeten zijn omdat het niet een heel complex model word. En kan de snelheid van de ticks aangepast worden in de GUI. Data importeren/exporteren is ook geen probleem omdat Netlogo een CSV extension heeft. Dus is Netlogo super geschikt voor dit model en is het haalbaar omdat Netlogo zoveel ingebouwde modules heeft en een makkelijke taal.

## Design van het experiment

Bij het testen en experimenteren van de simulatie is er besloten dat er met drie verschillende hoeveelheden auto's gesimuleerd gaat worden (15, 20, 25), de baan is 50 cellen lang. Met drie hoeveelheden aan auto's kunnen we zien of het verschil in auto's ook effect heeft met de afstanden. Verder zorgen die drie voor een goeie combinatie tussen het doorrijden van de auto's en de files die ontstaan. Want teveel files zorgen er voor dat veel amplitudes voordoen in de data, waardoor conclusies trekken moeilijk word. En als de auto's teveel ruimte krijgen waardoor er geen of weinig files ontstaan, is de data ook minder bruikbaar. De kans dat er een menselijke fout optreedt bij een agent is 15%. Bij hogere procenten konden er erg grote files ontstaan en moet de simulatie realistisch blijven want, het resultaat moet overdragen naar de werkelijkheid. Lagere procenten kan resulteren in lage onvoorspelbaarheid.

De snelheden die de auto's kunnen rijden gaan liggen tussen de 0.1 en 5 cellen, minimaal 0.1 en maximaal 5. Versnellen is plus 1, remmen is ( afstand tot voorganger – de gewilde afstand = nieuwe snelheid auto ). Als er een menselijke fout optreedt is dat snelheid – 1.

De afstanden tussen de auto's die getest gaan worden zijn (0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.5, 5.0 ) cellen. de zes afstanden lopen exponentieel op. Dit is omdat het verschil tussen 4.5 en 5.0 niet groot zal zijn en verder niet relevant voor het onderzoek is, dus slaan we 4.5 over. De hogere afstanden gaan wel getest worden maar in minder detail dan de kleinere afstanden. Maar is het wel interessant om te kijken wat voor verschil er tussen 0.2 en 0.5 is.

In de tabel hieronder staan alle experimenten die uitgevoerd gaan worden.

Auto's/afstanden	0.2	0.5	1.0	2.0	3.5	5.0
15	15 / 0.2	15 / 0.5	15 / 1.0	15 / 2.0	15 / 3.5	15 / 5.0
20	20 / 0.2	20 / 0.5	20 / 1.0	20 / 2.0	20 / 3.5	20 / 5.0
25	25 / 0.2	25 / 0.5	25 / 1.0	25 / 2.0	25 / 3.5	25 / 5.0

Elke afstand gaat voor 300 ticks simuleren, dat is genoeg om goeie data uit de simulaties te krijgen over hoe de agents zich gedragen met de verschillende afstanden en aantallen. De data die opgeslagen gaat worden is de snelheid van alle auto's voor elke tick. Dit is niet diverse maar, de snelheid van de auto's zegt alles over de doorstroming en kan de data verwerkt worden om de gemiddelde snelheid en hoeveelheid files te bepalen.

## Resultaten

De eerste resultaten die bekeken zijn, zijn de gemiddelde snelheden van alle simulaties.

Auto's/afstanden	0.2	0.5	1.0	2.0	3.5	5.0
15	4.04	3.87	3.35	3.13	2.74	2.48
20	3.26	3.06	2.65	2.29	1.96	1.89
25	3.03	2.61	2.17	1.98	1.63	1.57

Ook is er gekeken naar hoe vaak auto's een snelheid van 1 of lager hebben. Als een auto een snelheid heeft van  $<1$  kan je zeggen dat die in de file staat.

De tabel hieronder laat het gemiddelde aantal auto's in de file per tick zien. belangrijk is om in je gedachten te houden is dat het aantal auto's hier groot invloed op kan hebben.

Auto's/afstanden	0.2	0.5	1.0	2.0	3.5	5.0
15	0.32	0.91	1.34	1.87	2.56	3.43
20	1.05	1.42	2.08	2.75	3.51	4.14
25	1.57	2.13	2.89	3.73	4.23	5.14

Verder hebben we een paar Z-toetsen gedaan met de resultaten om ze te vergelijken. Dit zijn:

20/0.2 toetst 20/0.5, 20/0.5 toetst 20/1.0 en 20/3.5 toetst 20/5.0 voor de gem snelheid en aantal files

Voor alle snelheid toetsen geldt:

voor alle file toetsen geldt:

$H_0$  = gemiddelde,  $H_1 < \text{gemiddelde}$

$H_0$  = gemiddelde,  $H_1 > \text{gemiddelde}$

Alle toetsen hebben een foutmarge van 5%

	20/0.2 toetst 20/0.5	20/0.5 toetst 20/1.0	20/3.5 toetst 20/5.0
snelheid	0,72%	0,48%	1,21%
files	0,31%	0,27%	0,19%

Dus is  $H_1$  waar over  $H_0$ .

Deze zes testen laten zien dat er een duidelijke patroon is in de data. Verder Z-toetsen uitvoeren zal alleen maar dezelfde uitslag motiveren.

## Conclusie

De resultaten schetsen een duidelijk beeld over wat voor impact de afstand tot je voorganger heeft op de doorstroming van de weg. Hoe groter die afstand is, hoe kleinere de gemiddelde snelheid. Ook heeft het een groot effect op de hoeveelheid file van de weg. Deze twee hebben ook een goeie correlatie want meer file betekend een lagere gemiddelde snelheid.

Verder bleek dat veel auto's met een lange afstand een groot probleem oplevert op de weg. Met veel auto's die allemaal veel ruimte nemen ontstaan er continue files.

Uit de Z-toetsten blijkt het ook geen toeval te zijn dat het verschil in de doorstroming van de weg. Dit was ook duidelijk te zien in een oogopslag als je naar de tabel kijkt.

Dus het antwoord op *wat is het effect van de afstand tussen auto's op de doorstroming van de weg?* Is dat hoe meer afstand auto's van hun voorligger houden, hoe slechter de doorstroming van de weg is. En klopt de hypothese: een langere afstand tussen auto's zorgt voor een slechtere doorstroming.

## Discussie

Uit de conclusie kan je dus stellen dat het belangrijk is dat auto's niet een te grote afstand houden van hun voorligger anders kan dat zorgen voor een slechte doorstroming, zeker als het al druk is op de weg. Dit resultaat is ook niet heel verassend want, met grotere afstanden neemt een auto meer ruimte op van de weg. dus passen er minder auto's en zal er sneller file ontstaan. De grotere afstanden 3.5 en 5.0 verschilden niet zoveel in de simulaties als je zou denken. Ondanks er 1.5 cellen tussen zit. Dit kan komen omdat er in de simulatie niet verder vooruit gekeken word door de agents dan de huidige snelheid, en aangezien de topsnelheid ook tussen 3.5 en 5.0 ligt maakt het verschil in afstand vanaf een bepaalt punt minder uit.

Dit resultaat kan meegenomen worden naar de werkelijkheid in dat als meer bestuurders de afstand tot hun voorganger minimaal houden een betere doorstroming is. natuurlijk is er in de werkelijkheid altijd nog het gevaar voor ongelukken dus, is dit onderzoek niet helemaal geschikt om na te bootsen voor op de snelweg. Daarvoor had de simulatie realistischer moeten zijn door bijvoorbeeld botsingen te toevoegen. Maar met de tijd zullen er steeds meer zelfrijdende auto's op de weg komen die wel een hele korte afstand tot hun voorganger kunnen aanhouden. Omdat die auto's met elkaar ook zouden kunnen communiceren en meteen op elkaar reageren.

Verder had het onderzoek een uitgebreidere simulatie kunnen hebben door meerdere banen te toevoegen en dat auto's van baan kunnen wisselen. Wat ook had gekund is in en uitvoegstroken. Dit had het veel realistischer gemaakt met een echte snelweg. De simulatie had ook een verschil in auto's kunnen hebben met verschillende snelheden/remmen. Bestuurders hadden menselijker kunnen zijn door bijvoorbeeld met verschillend gedrag.

Voor een toekomstig onderzoek is het interessant om de ideale afstand tussen auto's te vinden voor de beste doorstroming. De simulatie zal dan ook botsingen hebben zo kan je ook te dicht op je voorganger rijden. Plus meerdere banen en onderlinge verschillen tussen auto's en agents.