

Analysis of macroscopic traffic flow models: a hydrodynamic perspective

Mark Zuidgeest

Graduation Date:
5 August 1997

Graduation committee:
Prof.dr.ir., Martin van
Maarseveen
Prof.dr.ir.C.B. Vreugdenhil
Mevr. Ir. H.M.J. Rorink-Heerink

Organisation:
UT

Files op de snelwegen zijn een alledaags verschijnsel. Golven van toe- en afnemende snelheid en dichtheid zijn duidelijk waar te nemen in files. Voor onderzoek op het gebied van dynamisch verkeersmanagement, denk aan toeritdosering en matrixborden, is het nuttig om over verkeersstroommodellen te beschikken die o.a. deze golfachtige verschijnselen kunnen beschrijven. Deze modellen hebben een analogie in de vloeistofdynamica. In dit afstudeeronderzoek zijn zulke modellen geanalyseerd op hun toepasbaarheid voor het beschrijven van verkeersstromen.

De vraagstukken

Dit onderzoek heeft zich gericht op de volgende vraagstukken:

- Welke continuüm modellen zijn er in de literatuur te vinden?
- Wat zijn de kenmerkende karakteristieken van "echte" verkeersstromen?
- In hoeverre zijn continuüm modellen in staat "echte" verkeersstromen te beschrijven?

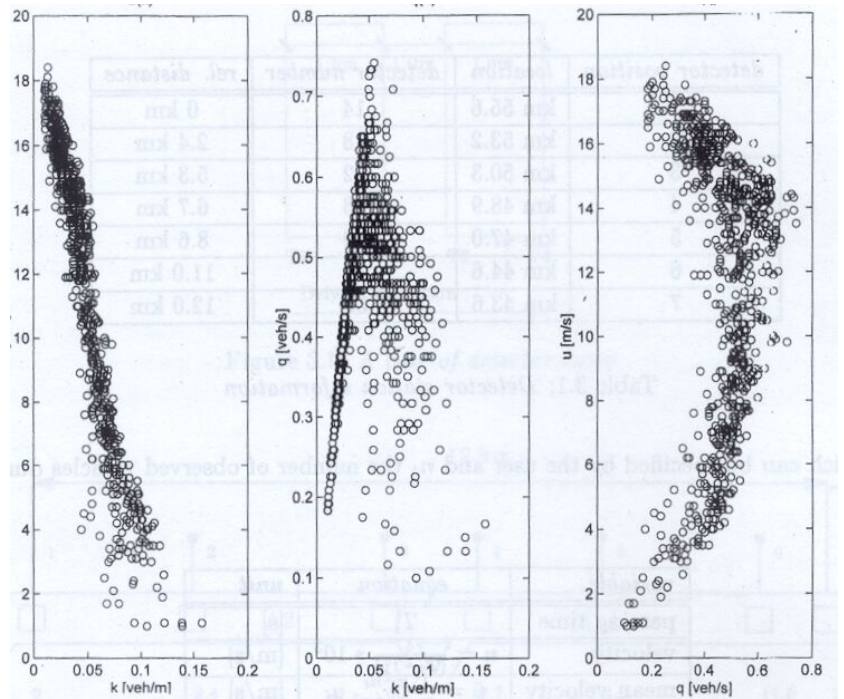
Samenvatting

Van bovenaf gezien is het goed mogelijk een rij van voertuigen op een autosnelweg als een vloeistofstroom te zien. Het zou daarom mogelijk moeten zijn om verkeer naar analogie met een stromend medium te beschrijven in termen van intensiteit, dichtheid en snelheid. In de 'vloeistof' analogie wordt de verkeersstroom als een één-dimensionale compressibele vloeistofstroom gezien.

In het afstudeerrapport wordt verslag gegeven van een onderzoek naar deze, zo genoemde, continuüm modellen. Het doel van dit onderzoek was het analyseren van diverse continuüm modellen uit de literatuur op hun toepasbaarheid voor het beschrijven van verkeersstromen. In dit onderzoek is dat gedaan door eerst de kenmerkende karakteristieken van "echte" verkeersstromen te bepalen.

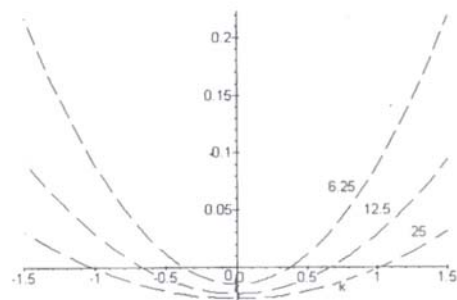
Deze verkeersstromen zijn vervolgens vergeleken met de mathematische continuüm beschrijving van verkeersstromen voor één-dimensionale autosnelwegen, en wel door de macroscopische variabelen intensiteit, dichtheid en snelheid te beschouwen voor zowel veldwaarnemingen als voor de uitvoer van de gesimuleerde modellen. In het bijzonder is gekeken naar situaties op autosnelwegen waarop hoge dichtheid heerst. Plotselinge aanzienlijke veranderingen in dichtheden en snelheden veroorzaken dan schokgolven. De middels een literatuurstudie verkregen modellen (stelsels van een continuïteitsvergelijking aangevuld met een bewegingsvergelijking) zijn o.a. onderzocht op hun mogelijkheid schokgolven, die ook in de "echte" verkeersstroom zijn waargenomen, te beschrijven.



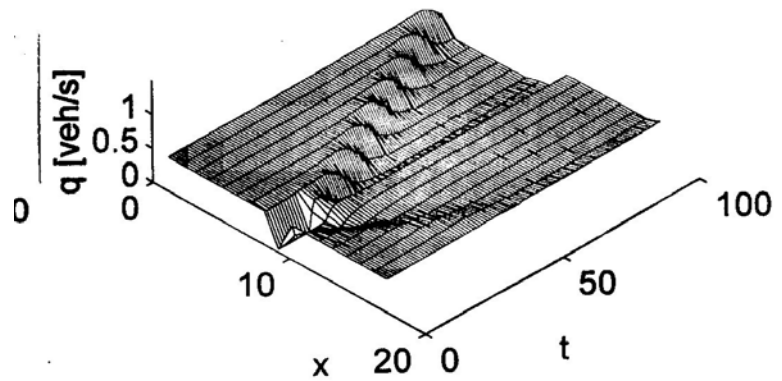
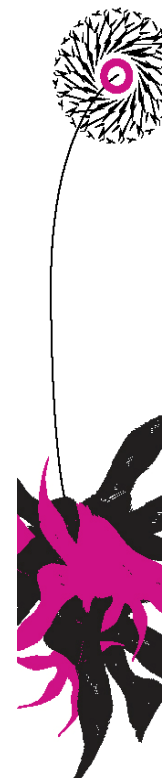
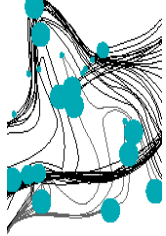


De basisdiagrammen voor een verstoorde verkeersstroom in de ochtendspits (hoge dichtheden) op de A2 Utrecht-Amsterdam.

In een lineaire stabiliteitsanalyse, afkomstig uit de vloeistofdynamica, is het stabiliteitsgedrag van de modellen onderzocht. Deze analyse geeft aan of verstoringen groeien (onstabele verkeersstroom) of vervallen (stabele verkeersstroom). Om de modellen te kunnen simuleren, zijn ze gediscretiseerd en numeriek opgelost.



Voorbeeld van een stabiliteitskromme. Bij een bepaald golfgetal k en golfrequentie ω is de verkeersstroom stabiel of instabiel.



Voorbeeld van de modeluitvoer bij een gediscrètiseerd continuüm model. De verkeersstroom reageert onstabiel op de opgelegde verstoring ($t=0..10$ op $x=10$).

Een vergelijking met het werkelijk waargenomen schokgolf fenomeen levert tenslotte informatie over de toepasbaarheid van continuüm modellen. Op grond van deze vergelijking kon gesteld worden dat het gebruik van de vloeistof analogieën vaak tot onredelijke en onrealistische resultaten leidt.