

32/0106(525)
2608

Factoren die de aslasten van zwaar verkeer op plattelandswegen verklaren

J.G.S. de Wilde

BIBLIOTHEEK "DE HAAFF"
Droevendaalsesteeg 3a
6708 PB Wageningen

Rapport 630

DLO-Staring Centrum, Wageningen, 1999

918422

REFERAAT

Wilde, J.G.S. de, 1999. *Factoren die de aslasten van zwaar verkeer op plattelandswegen verklaren*. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 630. 52 blz. 6 fig.; 4 tab.; 13 ref.; 3 aanh.

Aslastpatronen en ontwerpgetallen vormen de basis voor de verkeersbelasting, het onmisbare gegeven voor het bepalen van de afmetingen van de wegverharding van een plattelandsweg. De dynamische aslasten en de jaarlijkse intensiteit van zwaar verkeer vormen hierbij de belangrijkste gegevens. De verschijningsvormen van aslastpatronen (verdeling van het aantal equivalente aantal belastingherhalingen (EAH) over de aslastklassen) van ogenschijnlijk identieke meetpunten kunnen echter duidelijk verschillen. Dit doet zich zowel voor bij een gelijk als bij een verschillend ontwerpgetal (totaal aantal EAH uit het aslastpatroon). Omdat niet bekend is hoe deze vormverschillen in die aslastpatronen ontstaan, is door vergelijking van de aslastresultaten uit het onderzoek, de wegkenmerken en voertuiggegevens gezocht naar factoren die deze verschillen verklaren. Dankzij deze verklarende factoren konden vuistregels worden afgeleid waarmee de verkeersbelasting voor te ontwerpen plattelandswegen berekend kan worden.

Trefwoorden: aslastfrequentieverdeling, aslastpatroon, plattelandswegen, vrachtverkeer, landelijk gebied

ISSN 0927-4499

© 1999 DLO Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied
(SC-DLO),
Postbus 125, NL-6700 AC Wageningen.
Tel.: (0317) 474200; fax: (0317) 424812; e-mail: postkamer@sc.dlo.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO-Staring Centrum.

DLO-Staring Centrum aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Projectnummer 80435

[Rapport 630/IS/02-99]

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding tot het onderzoek	11
1.2 Doel- en vraagstelling	12
1.3 Begrippen voor plattelandswegen	13
1.4 Leeswijzer	15
2 De onderzoeksmethode	17
2.1 Vergelijken van aslastpatronen en ontwerpgetallen met weg- en voertuiggegevens	17
2.2 De meetpunten	22
2.3 De apparatuur	24
2.4 Voertuigherkenning	25
3 Toetsing voor mogelijke verklarende factoren	27
3.1 Algemeen	27
3.2 Ontwerpgetal versus de verkeersintensiteit van het zware verkeer	27
3.3 Gemiddelde aslast versus de wegkenmerken	28
3.3.1 Conditie van de wegverharding	28
3.3.2 Status van de weg	29
3.3.3 Werkelijke verhardingsbreedte	29
3.3.4 Vrije baanbreedte	29
3.3.5 Wegvlakheid	30
3.3.6 Zicht langs de wegas	30
3.3.7 Wegkarakter	30
3.3.8 Wegfunctie	31
3.3.9 Discussie	31
3.4 Gemiddelde aslast versus voertuiggegevens	32
3.4.1 Voertuig-assen	32
3.4.2 Vrachtauto-assen	33
3.4.3 Discussie	36
3.5 Gemiddelde aslast versus het vrachtauto-aandeel	36
4 Aanzet tot vuistregels voor ontwerpgetal en gemiddelde aslast	41
5 Discussie en conclusies	43
Literatuur	45
Aanhangsels	
1 Asafstandslimieten verkeersteller	47
2 Indeling asconfiguraties in voertuigklassen	49
3 Asconfiguratie en bandcode	51

Woord vooraf

Onderzoek naar aslastpatronen voor plattelandswegen was nodig om meer inzicht te krijgen in de belasting van deze wegen en om daar regels uit af te leiden waarmee de afmetingen van asfaltverhardingen kunnen worden bepaald. De uitvoering van dit onderzoek heeft vele jaren in beslag genomen. In het begin was het ontbreken van de juiste mobiele weegapparatuur voor het uitvoeren van reproduceerbare wegingen een factor die veel aandacht vroeg. Later zorgden de grote verscheidenheid in meetpunten voor een complex geheel. Gedurende het onderzoek zijn zeven rapporten en diverse publicaties verschenen over de belasting van de plattelandswegen. Het laatste rapport met vuistregels ligt nu voor u, een rapport dat gereed kwam juist voor mijn vertrek bij SC-DLO. Zelf heb ik met veel plezier gewerkt aan dit onderzoek, waarbij de kwaliteit van het cijfermateriaal steeds voorop heeft gestaan. Soms betekende dit werken onder moeilijke omstandigheden omdat door grensverleggingen de belangstelling op SC-DLO afnam, terwijl DLG daarentegen steeds meer belangstelling toonde.

De directie van DLO-Staring Centrum dank ik voor het in mij gestelde vertrouwen, om het onderzoek te mogen opzetten, uitvoeren en afronden.

Tijdens het uitvoeren van alle metingen werd ik terzijde gestaan door een zeer trouwe medewerker, collega Herman Breunissen. Het was dan ook niet mijn onderzoek maar het onderzoek van ons beiden. Hem dank ik het meest voor zijn altijd opgewekt aanwezig zijn. Ook dank ben ik verschuldigd aan ir. Th. Michels, die het onderzoek inleidde en helaas te vroeg vertrok naar het CROW te Ede. Zijn opvolger, dr.ir. W. de Haas, gelukte het na een inwerkperiode om gedoeerde ondersteuning te geven en veel meer dan dat. Ook de collega's ir. A.H. de Bruin en dr. S. de Vries hebben vaak advies gegeven bij de verwerking van de meetgegevens. Verder heb ik goede herinneringen aan ir. T.H. van Putten, ing. W. Hauptmeijer en de heer A.H. Bouwman alle drie van DLG te Utrecht. Met de laatste twee heren is tijdens de beginfase van het onderzoek veel overleg geweest, terwijl een groot deel van de intensiteitstellingen door hen zijn verzorgd. Ook dank ik dr.ir. C.F. Jaarsma (LUW), die altijd bereid was om als klankbord te fungeren en vele belangrijke tips heeft gegeven. De laatste tijd liepen de contacten bij DLG via ing. A.G. Bode; hij heeft reeds menig conceptrapport kritisch bekeken. De heer R.J.P. Aalpol dank ik voor de nauwgezette redactionele werkzaamheden, dat was wel nodig.

Prettig heb ik samengewerkt met TEC in de Meern en TRUVELO in Duisburg, de leveranciers van respectievelijk de telapparatuur en de weegapparatuur. De laatste firma heeft zelf de weegapparatuur gratis aangepast voor gebruik op plattelandswegen, waar de voertuigsnelheden van zwaar verkeer lager zijn. Altijd koffie en hartelijke woorden kregen we bij de heer H.M. Kwint, bedrijfshoofd in Kerkenveld, terwijl bij het bedrijfshoofd in Lage Zwaluwe, de heer L. Wijnen, de Brabantse koffietafel ons nog lang heugde. Dank aan allen.

Omdat de meetresultaten waarschijnlijk nog verdere informatie herbergen, worden deze overgedragen aan DLG.

J.G.S. de Wilde

Samenvatting

Plattelandswegen, de meeste wegen die in het landelijk gebied voorkomen, worden door veel verschillende gebruikers benut. Naast veel werkverkeer zie je er recreatief verkeer, afhankelijk van het seizoen. Ook de voertuigvorm varieert er sterk. Snel en langzaam verkeer komt er naast elkaar voor, alles op dezelfde, vaak smalle, strook. Door hun afmetingen, vormgeving, bochten, onderhoudstoestand en diepe sloten vormen deze wegeigenschappen een gevarenpotentieel. Een goede onderhoudstoestand kan in vele gevallen dit potentieel verminderen. Onderhoud kost veel geld, vooral onderhoud van wegen waarvan de verharding niet op juiste wijze is bepaald door het ontbreken van voldoende inzicht in de verkeersbelasting tijdens de ontwerpfase.

In Nederland vormen plattelandswegen 46% van het verharde wegennet, een belangrijk deel dus. In het landelijk gebied, het onderzoeksgebied van DLO-Staring Centrum (SC-DLO), loopt dit percentage zelfs op tot ruim 80%. De voornaamste belasting van deze wegen wordt gevormd door vrachtverkeer en dit verkeer is ook de veroorzaker van het belangrijkste deel van de onderhoudskosten voor de plattelandswegen. Over dit zware verkeer was tot voor kort nauwelijks iets bekend.

Omdat kennis over het zware verkeer dringend gewenst was voor het bepalen van de afmetingen van de wegverhardingen, namen de Dienst Landelijk Gebied (DLG) en SC-DLO het initiatief onderzoek te starten. SC-DLO zou dit onderzoek uitvoeren op asfaltwegen, aangezien asfaltwegen het meeste voorkomen als plattelandsweg wordt het onderzoek toegespitst op deze wegverhardingsvorm. Het onderzoek leverde reeds veel informatie op over het verkeer en de belasting van de weg. Naast de verkeersbelasting, uitgedrukt in aslastpatronen en daarvan afgeleide ontwerpgetallen, werd kennis vergaard over de verkeersintensiteit, de verkeerssamenstelling, de voertuigsnelheden, de beladingsgraad, voertuigschadefactoren en globale aslastspectra voor betonwegen. Gedurende 1990-1996 zijn op 22 meetpunten verkeers tellingen en aslastwegingen uitgevoerd. De weging van de rijdende voertuigen (assen) vond plaats met mobiele weegapparatuur, terwijl voor de voertuigherkenning een codesysteem was opgezet. Door middel van een rekenmethode is aangegeven dat dagelijks meten overbodig was.

Gebleken is dat omvang van de verkeersbelasting op de meetpunten sterk verschilde, ook op ogenschijnlijk gelijkwaardige meetpunten. Soms was zelfs de grootte van de verkeersbelasting gelijk (het ontwerpgetal), terwijl de opbouw van het aslastpatroon waaruit dit ontwerpgetal was afgeleid sterk verschilde. Dit bewijst eens te meer dat een bepaling van de afmetingen van een asfaltverharding niet alleen gebaseerd mag zijn op het ontwerpgetal als som van het aantal equivalente aslasttherhalingen (EAH) van het aslastpatroon, maar ook op de vorm van het aslastpatroon. Als omvang van de verkeersbelasting voor het dimensioneren van de wegverharding kan nu het ontwerpgetal dienen, terwijl de gemiddelde aslast staat voor het zwaartepunt van de verschijningsvorm van het aslastpatroon.

Het probleem is nu echter: hoe kunnen de verschillen in verschijningsvorm en ontwerpgetal verklaard worden? Gebleken is reeds dat verschillen in verkeersbelasting niet verklaard kunnen worden door verschillen in LEI-landbouwgebied en wegtype. In dit rapport worden een aantal potentiële verklarende factoren, zoals verkeersintensiteit, wegkenmerken en voertuiggegevens, onder de loep genomen, door deze te toetsen met het ontwerpgetal en gemiddelde aslast.

Bij het toetsen van het ontwerpgetal en de wegkenmerken kon geen verklaring gevonden worden die gold voor alle in het onderzoek betrokken wegen met een asfaltverharding van 3-6 m, de wegtypen 3, 4 en 5. Het toetsen van het ontwerpgetal aan de verkeersintensiteit verliep echter heel positief. Hier werden voor ieder van de wegtypen trendlijnen gevonden door lineaire regressie, waarbij R^2 een redelijk tot hoge waarde had. Een verklaring voor het ontwerpgetal was hiermee gevonden.

Ook het toetsen van de gemiddelde aslast met de voertuiggegevens verliep aanvankelijk met weinig succes. Wel werden voor afzonderlijke wegtypen soms trends gevonden met een hoge R^2 , maar de betreffende voertuiggegevens waren later dan niet eenvoudig genoeg te schatten. Ook het vrachtauto-aandeel van het zware verkeer leek aanvankelijk geen verklaring te zijn voor de gemiddelde aslast. Nadat de resultaten voor de meetpunten nog eens nader zijn bekeken, bleken enkele hoge aslastgemiddelden voor te komen bij meetpunten (Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp) waar duidelijk overbelading van voertuigen was geconstateerd. Een hoog aslastgemiddelde werd ook gevonden bij het meetpunt Zwaluwe, waarvoor een verklaring is gevonden. Door de resultaten voor deze vier punten achterwege te laten kon toch een relatie worden afgeleid voor de wegtypen tezamen waarbij echter een te lage R^2 (0,6176) werd bepaald. Aangezien hierbij ook de overbelading buiten schot gehouden was, is de voorkeur gegeven aan de relatie die daarna gevonden werd tussen het gemiddelde vrachtauto-aandeel per wegtype en het gemiddelde van de gemiddelde aslast per wegtype. Deze laatste toets leverde een lineaire trendlijn op met een $R^2 = 0,9761$. Rekening is daarbij gehouden met de geconstateerde overbelading op een aantal meetpunten, terwijl de hoge waarde voor Zwaluwe door het gemiddelde voor het wegtype werd afgevlakt. Hiermee is ook de gemiddelde aslast van het aslastpatroon te verklaren aan de hand van een eenvoudig te schatten factor, het verwachte vrachtauto-aandeel.

Met het vinden van relaties tussen het ontwerpgetal en de verkeersintensiteit van zwaar verkeer en tussen de gemiddelde aslast en het vrachtauto-aandeel is het mogelijk geworden om de aslasten op plattelandswegen te verklaren. Door het bekend worden van deze bovengenoemde relaties is het mogelijk om een aanzet tot vuistregels te geven voor het bepalen van ontwerpgetal en gemiddelde aslast, waarmee de afmetingen van te ontwerpen asfaltverhardingen voor plattelandswegen kunnen worden berekend. Hiervoor is het nodig dat de voertuigintensiteit van het zware verkeer en het verwachte vrachtauto-aandeel geschat wordt aan de hand van deze gegevens voor een vergelijkbare weg. Het wegtype kan bepaald worden aan de hand van de door DLG aangelegde indelingscriteria voor de verkeersintensiteit.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding tot het onderzoek

Plattelandswegen, zoals de meeste wegen in het landelijke gebied genoemd worden, kennen een grote diversiteit aan gebruikers. Het zijn niet alleen de hoofden van agrarische bedrijven die er gebruik van maken, maar ook bevoorradingsdrijven en producttransporteurs, mensen op weg tussen huis en werkplek, evenals de recreant op de fiets, op de motor, in de auto of in de bus. Soms zie je er een huifkar. Moeders rijden er om kinderen te halen of te brengen. Sommige voertuigen rijden er met grote snelheid als zij de wegen gebruiken als sluipteg.

Naar lengte beslaan de plattelandswegen circa 44.000 km. Dit is 46% van het verharde wegennet, terwijl dit percentage in het landelijk gebied zelfs oploopt tot ruim 82% (4,5% rijkswegen en 13% provinciale wegen) (Van Putten, 1988). Plattelandswegen vormen in Nederland dus een belangrijk deel van het wegennet. Plattelandswegen kenmerken zich in het algemeen door een aantal voor wegen minder gunstige eigenschappen. Zo hebben ze: een smal wegdek, kwetsbare verhardingsranden, smalle bermen, diepe sloten, bomen direct langs de wegverharding en veel bochten. In gebieden met hoge grondwaterstanden zijn de bermen meestal slecht te berijden.

Beheer, onderhoud, aanleg en reconstructie van plattelandswegen vragen ieder jaar een grote som geld. Deze kosten worden grotendeels bepaald door de mate waarin de wegen belast worden door zwaar verkeer. Betrouwbare informatie over dit zware verkeer op plattelandswegen was nauwelijks voorhanden. Dit is op zijn minst verwonderlijk, gezien het grote effect dat de infrastructuur heeft op allerlei ontwikkelingen in het landelijk gebied.

Het zware verkeer vormt het belangrijkste deel van de verkeersbelasting. Zonder dit laatste gegeven is het niet mogelijk de afmetingen van de wegverhardingen te bepalen (dimensioneren). Naast de verkeersbelasting dienen de verkeersintensiteit en de samenstelling van het zware verkeer bekend te zijn. Om informatie te verschaffen over de zojuist genoemde zaken werd door de Dienst Landelijk gebied (DLG) en DLO-Staring Centrum in 1998 het initiatief genomen om een onderzoek te starten, hetgeen zijn beslag vond in het onderzoeksproject "Aslastpatronen plattelandswegen".

In dit rapport, het laatste rapport van het onderzoek, worden verklaringen gegeven waarom de verkeersbelasting, in de vorm van aslastpatronen en ontwerpgetal, een bepaalde omvang hebben. De resultaten zijn gebaseerd op wegingen onder rijdende voertuigen (dynamische aslasten) en verkeerstellingen die gedurende 1990-1995 zijn uitgevoerd op 22 meetpunten. In eerdere rapporten zijn de verkeersintensiteit, de snelheden, de methodiek van het onderzoek, de aslastpatronen en ontwerpgetallen behandeld (De Wilde, 1997a, 1997b, 1998a en 1998b).

1.2 Doel- en vraagstelling

De doelstelling van dit onderzoek was, inzicht te geven in de verkeersbelasting door het zware verkeer van de diverse plattelandswegen. Deze belasting kan worden weergegeven in een aslastpatroon of worden uitgedrukt in een ontwerpgetal. Deze beide sleutelbegrippen worden hieronder nader toegelicht. De verschijningsvorm van de aslastpatronen van ogenschijnlijk gelijkwaardige meetpunten is verschillend, soms zijn de ontwerpgetallen van die meetpunten wel gelijk. Wat is nu de oorzaak van deze vormverschillen in het patroon van de aslasten. Dit is eigenlijk de vraag waarop dit rapport antwoord geeft, nogmaals:

- Waarom kunnen aslastpatronen van ogenschijnlijk gelijkwaardige meetpunten een verschillende verschijningsvorm hebben, soms zijn hun ontwerpgetallen zelfs gelijk.

Het opgeven van de verkeersbelasting in de vorm van een aslastpatroon of ontwerpgetal geldt uitsluitend voor het bepalen van de verharding van asfaltwegen. Voor het dimensioneren van betonwegen wordt een andere methode gevolgd, namelijk de Venconmethode (VNC, 1992), waarbij de verkeersbelasting in een andere vorm dient te worden opgegeven (zie hiervoor de verklaringen bij "ontwerpgetal" of "wegen").

Aslastpatroon (in EAH)

Door de verkeersbelasting uit te drukken in een verdeling die weergeeft hoeveel aslasten jaarlijks in een bepaalde aslastklasse voorkomen, wordt inzicht gegeven in de opbouw van de belasting. Een dergelijke verdeling, genaamd frequentieverdeling (fv) van aslasten, vormt dus het aslastpatroon voor die weg. Bij asfaltverhardingen (voor betonverhardingen zie onder "ontwerpgetal" of "wegen") is het echter gebruikelijk om niet het aantal aslasten maar het daarmee overeenkomende of equivalente aantal belastingherhalingen (EAH) van een *standaardaslast* op te geven. Voor plattelandswegen wordt daarvoor een standaardaslast van 8 t gehanteerd, terwijl Rijkswaterstaat voor de overige wegen 10 t gebruikt. Voor plattelandswegen gaat dit omrekenen van de aslastfrequenties in de aslastklassen naar het aantal EAH als volgt:

$$n_2 = n_1 \cdot (p / 8)^4 \quad \text{EAH} \quad (1)$$

waarin: n_1 = het aantal aslasten of aslastfrequentie in de aslastklasse
 n_2 = het aantal equivalente aslastherhalingen in de aslastklasse bij een standaardaslast van 8 t (80 kN) in EAH
 p = het midden van de klasse in t
(voorbeeld: in klasse 4 is het midden 4,5 t)

Deze omrekening naar EAH is bedoeld om direct het schadegevolg (exponentieel verloop) van de aslasten in beeld te brengen. Het uiteindelijke aslastpatroon wordt nu gevormd door de jaarlijkse frequentieverdeling van equivalente aslast- of belastingherhalingen (EAH) van 8 t over de aslastklassen. Bij het ontwerpen van plattelandswegen is het noodzakelijk dat de DLG dergelijke patronen, frequentieverdelingen van aslastherhalingen, voorhanden heeft van identieke wegen naar grootte (wegtype), liefst naar wegfunctie en naar gebied. De totale verkeersbelasting, het

ontwerpgetal, wordt nu eenvoudig verkregen door de frequenties uit het aslastpatroon bij elkaar te tellen.

Ontwerpgetal (in aantal EAH per jaar)

Voor het dimensioneren van een wegverharding wordt algemeen gebruik gemaakt van de jaarlijks verwachte verkeersbelasting voor die weg. DLG maakt in dit verband voor het dimensioneren van plattelandswegen van asfalt gebruik van het ontwerpgetal in aantal EAH per jaar, dat gelijk is aan de totaal jaarlijks verwachte verkeersbelasting. (Een schatting van dit ontwerpgetal wordt gedaan aan de hand van de reële meetresultaten van een bestaande en identieke weg.) Het ontwerpgetal wordt verkregen door de som te nemen van alle jaarlijks op die weg verwachte aslasten, nadat deze zijn omgerekend met verg. 1 naar het equivalent aantal belastingherhalingen van een standaardaslast van 8 t. Dus door de frequenties uit het aslastpatroon bij elkaar te tellen. In dit rapport zullen ontwerpgetallen berekend worden. Naast dit ontwerpgetal zijn de variabelen groei (groeifactor) van het verkeer en de geschatte levensduur van de verharding, waarvoor door DLG meestal 20 jaar wordt aangehouden, nodig om de verhardingsdimensies te bepalen. (De beide laatste variabelen bepaalt DLG zelf uit door haar uitgevoerd onderzoek.)

Het belastingskarakter van een weg vastleggen in één getal, het verwachte jaartotaal aan equivalente aslastherhalingen, is een te grove schatting. Het getal zelf geeft geen enkel inzicht om welke aslasten het gaat; het kan zowel uit vele kleine aslasten als uit enkele zeer hoge aslasten of een mengsel daarvan bestaan. Met name het aantal hoge aslasten is sterk bepalend voor de te schatten levensduur van een wegverharding. Aslasten van kleinere voertuigen spelen nauwelijks een rol. Om deze reden hebben wij ons in dit onderzoek beperkt tot zwaar verkeer, de voertuigklassen 4 t/m 13, waarin deze hoge aslasten voorkomen. Beter is het daarom om voor het bepalen van de verkeersbelasting op asfaltwegen te kijken naar de verdeling van de aslasten over de diverse aslastklassen, het aslastpatroon.

Voor betonwegen wordt de verkeersbelasting op een andere manier bepaald. Het dimensioneren van betonwegen gaat met een computerprogramma Vencon (VNC, 1992). Hiervoor zijn gegevens nodig over de maximale aslasten, de procentuele verdeling van de aslasten over de vijf hoogste aslastgroepen, van het zware verkeer en in welke mate het verkeer voorkomt. Bij het onderzoek hebben we ons in eerste instantie gericht op asfaltwegen, maar ook voor betonwegen kunnen uit het onderzoek cijfers worden afgeleid.

1.3 Begrippen voor plattelandswegen

Hier worden in het kort begrippen en definities gegeven van de termen die in het rapport veel worden gebruikt.

Aslasten

Een *aslast* is de druk die alle banden van een voertuig samen op het wegdek uitoefenen.

Een *dynamische aslast* is de momentane druk die alle banden van een voertuig van een rijdend voertuig samen op het wegdek (c.q. de weegmat) uitoefenen.

Een *aslastpatroon* is de jaarlijkse frequentieverdeling van het aantal equivalente aslastherhalingen (EAH) van een standaardaslast (het gaat daarbij om dynamische aslasten) over de aslastklassen voor een weg. Het aslastpatroon wordt gedacht uniek te zijn voor het onderhavige wegtype in het omschreven gebied.

De *schadefactor*, ook genoemd equivalentiefactor, is de verhouding tussen de invloed (schade aangericht door) die een waargenomen dynamische aslast heeft op de weg en de invloed (schade) die een standaardaslast op die weg heeft.

Een *standaardaslast* is de aslast waarnaar de omrekening plaatsvindt (zie verkeersbelasting). Deze omrekening is nodig om de invloed van iedere aslast (het schade-effect van een aslast op de weg verloopt exponentieel) op de weg onder gelijke noemer te brengen, waarna deze bij elkaar opgeteld kunnen worden.

De *verkeersbelasting* is de belasting die een weg te dragen krijgt gedurende de geplande levensduur van de weg, waarbij rekening is gehouden met de groei van het verkeer (groefactor). De verkeersbelasting voor asfaltverhardingen wordt uitgedrukt in het equivalent aantal belastingherhalingen (EAH) van een standaardaslast, waarvoor in Nederland een aslast (massa) van 8 t (80 kN) of 10 t (100 kN) wordt genomen (Brouwers, 1983). Dit resulteert dan in de aanduiding EAH₈ resp. EAH₁₀.

Wegen

Plattelandswegen beslaan alle wegen buiten de bebouwde kom voor zover deze niet behoren tot rijkswegen of provinciale wegen. (Dit geldt sinds het van kracht worden van de Wet Herziening Wegenbeheer, maart 1993.) In dit rapport staan de met een asfaltverharding uitgeruste wegtypen 3, 4 en 5 centraal, omdat deze het grootste deel van het plattelandswegennet uitmaken. Onder de wegtypen 3, 4 en 5 worden wegen verstaan met een verhardingsbreedte van respectievelijk 3,00 m t/m 3,99 m, 4,00 m t/m 4,99 m en 5,00 m t/m 5,99 m. Wegtypen 3 en 4 hebben één rijstrook en hebben als functie ontsluiting. Wegtype 5 heeft twee rijstroken en een doorstromingsfunctie. Wegtype 2 (wegbreedte t/m 2,99 m, één rijstrook en erf-/perceelontsluitingsfunctie) is niet meegenomen in dit onderzoek. Dit type komt weinig voor: er wordt zoals door de wegfunctie is aangegeven zeer langzaam gereden en bovendien is de voertuigintensiteit erg laag.

De wegingen hebben plaatsgevonden op plattelandswegen met asfaltverharding. Voor deze wegen is de bestaande dimensioneringsmethode die voor rijkswegen geldt niet geschikt. Betonwegen kunnen berekend worden met het computerprogramma Vencon (VNC, 1992). De cijfers die daarvoor benodigd zijn kunnen uit het onderzoek worden afgeleid.

Verkeer

Onder *gemotoriseerd verkeer* wordt verstaan, verkeer van voertuigen die door eigen motor worden voortbewogen dan wel getrokken, met uitzondering van bromfietsen, snorfietsen en motoren.

Onder *vrachtverkeer* verstaan wij het verkeer door vrachtauto's (geen landbouwvoertuigen) en bussen. Onder vrachtauto wordt verstaan een motorvoertuig, niet ingericht voor het vervoer van personen, waarvan het ledig gewicht vermeerderd met het laadvermogen meer bedraagt dan 3500 kg.

Onder *zwaar verkeer* of rijdende *zware voertuigen* wordt verstaan, het vracht- en landbouwverkeer vanaf voertuigklasse(indeling) 4 en hoger (TEC, 1989 en De Wilde, 1990) (zie fig. 2) en speciale voertuigen, zoals kranen (dieplepels op wielen), frontladers en maaidorsers. De door het CROW (1987) gegeven definitie voor de vrachtauto, als: het voertuig met meer dan één as, waarvan tenminste één as is voorzien van dubbellucht of super singles, valt binnen onze normering.

Het *vrachtauto-aandeel* van het zwaar verkeer is het percentage dat het aantal vrachtauto's bedraagt van het totaal uit de voertuigklassen 4 t/m 13.

De *asconfiguratie-code* is een code waarmee de onderlinge stand van de assen, het aantal wielen en de soort banden van een voertuig kan worden aangegeven (De Wilde, 1990). De code is een verdere uitbreiding van de TRRL-code (Consultants, 1986). Zie hiervoor aanhangsel 3, de asconfiguratie.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd. In de inleiding worden de aanleiding van het onderzoek, de doel- en vraagstelling, het aslastpatroon en ontwerpgetal verklaard en definities gegeven van de vele andere gebruikte begrippen. In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksmethode, die voornamelijk op toetsingen berust, nader uiteengezet. Hier wordt ook de ligging van de meetpunten, de gebruikte apparatuur en de herkenning van de voertuigen gegeven. Hoofdstuk 3 beschouwt de verklarende factoren, die de resultaten vormen van de toetsingen met wegkenmerken en voertuiggegevens. Hoofdstuk 4 geeft vuistregels voor het bepalen van de verkeersbelasting. De conclusies van dit rapport staan in hoofdstuk 5.

2 De onderzoeksmethode

2.1 Vergelijken van aslastpatronen en ontwerpgetallen met weg- en voertuiggegevens

Aan de beschrijving van de rekenmethode voor het jaarlijkse aslastpatroon en ontwerpgetal (De Wilde, 1998a) en voor de weergave van aslastpatronen en ontwerpgetallen (De Wilde, 1998b) zijn rapporten gewijd. Op de hierboven gegeven onderwerpen die in deze beide rapporten worden behandeld, wordt nu niet nader ingegaan.

Om antwoord te kunnen geven op de eigenlijke vraag van dit rapport, het waarom van de verschijningsvormen van een aslastpatroon, zoeken we naar verklarende factoren. Om deze verklarende factoren te vinden gaan we de aslastpatronen toetsen aan de diverse kenmerken van de weg, variabelen zoals de werkelijke verhardingsbreedte en andere. Het is daarbij van belang dat we de grillige vorm van het aslastpatroon kunnen vastleggen in een voor die vorm unieke formule. In het vorige rapport over de verkeersbelasting op plattelandswegen op basis van aslastpatronen en ontwerpgetallen (De Wilde, 1998b) is hiervoor een suggestie gedaan. Een derdegraads polynomial kwam daarbij als meest waarschijnlijke vorm naar voren. Bij nader inzien blijkt de derdegraads kromme niet alleen te ingewikkeld te zijn, maar neemt deze ook in sommige gevallen een dusdanige vorm aan dat bij een toenemende aslastklasse de kromme een progressieve stijging van het aantal EAH aangeeft, waarbij de kromme en de aslastklasse-as elkaar niet snijden. Dit laatste zou echter wel moeten optreden. De polynomial-gedachte is daarom verlaten.

De te verklaren variabelen

Het aslastpatroon wordt gevormd door de frequentieverdeling van het aantal equivalente aslasten over de aslastklassen. De frequenties per aslastklasse vormen hierbij de y-waarden (verticale as) van de grafiek en de opeenvolgende aslastklassen de x-waarden (horizontale as). Een eenvoudige en reële mogelijkheid om iets te vertellen over de vorm van het aslastpatroon wordt gevonden door:

- De omvang van het aslastpatroon weer te geven door het totaal aantal EAH in de aslastklassen, het ontwerpgetal.
- De ligging van het zwaartepunt van het aslastpatroon op de horizontale as (de x-as) weer te geven door de gemiddelde aslast. Deze gemiddelde aslast is de verhouding tussen de som van de producten van EAH per aslastklasse met de aslastklasse in t en het totaal aan EAH in het aslastpatroon.

Om de vorm van het aslastpatroon vast te leggen, stellen we voor het ontwerpgetal en de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon te gebruiken als de te verklaren variabelen.

De verklarende variabelen

We vermoeden dat het ontwerpgetal, als som van alle equivalente aslasten van het aslastpatroon dat als zodanig de omvang van het aslastpatroon weergeeft, een functie is van de jaarlijkse verkeersintensiteit van het zware verkeer (voertuigklassen 4 t/m 13) en

hierdoor verklaard kan worden. Dit gaan we na, aangezien een dergelijke functie best wel eens als ingang zou kunnen dienen bij het later geven van vuistregels voor het bepalen van de dimensie van verhardingen van te ontwerpen plattelandswegen.

Omdat we een verklaring denken te vinden in de ligging van het zwaartepunt van het aslastpatroon bij de wegkenmerken, toetsen we de gemiddelde aslast van het aslastpatroon met de wegkenmerken. Er is reeds vastgesteld (De Wilde, 1998b) dat de kenmerken wegtype en LEI-landbouwgebied, ieder afzonderlijk, geen verklaring zijn voor de verschillen in aslastpatroon en ontwerpgetal. Beide kenmerken zullen daarom niet meer afzonderlijk en in deze vorm in de beschouwing worden betrokken. De nog overblijvende in aanmerking komende wegkenmerken, die door DLG zijn neergelegd en worden bijgewerkt in het Informatiesysteem Wegen Landinrichting (IWL) (DLG, 1993), inclusief hun begripsomschrijving zijn:

- *Jaarlijkse verkeersintensiteit* is het aantal voertuigen zwaar verkeer dat hier jaarlijks passeert in beide richtingen, volgens de gedurende de onderzoeksperiode uitgevoerde verkeerstellingen.
- *Conditie van de wegverharding* is bepaald als gemiddelde uit de waarden die in het IWL gegeven zijn voor de textuur, de vlakheid, de samenhang, de kantstrook en de afwatering van de verharding. Hoe lager de waarde hoe beter de conditie van de wegverharding.
- *Wegstatus*, hiemee wordt door een cijfer aangegeven wat de positie of omvang van de weg is. Zo is voor een primaire verkeersweg het cijfer 1 gehanteerd, voor een plattelandsweg een 5 en voor een ruiterspad een 8.
- *Werkelijke verhardingsbreedte*. Dit kenmerk spreekt voor zichzelf, het geeft de breedte van de verharding aan in cm ten tijde van het onderzoek.
- *Vrije baanbreedte* is de kruinbreedte of, indien zich in of naast de berm obstakels bevinden, de beschikbare breedte tussen de zijdelingse obstakels. De variabele wordt uitgedrukt in dm.
- *Wegvlakheid* is te definiëren als de maat voor de grootte en de aard van de afwijkingen van het wegdek ten opzichte van een plat vlak (Michels en Van der Heijden, 1978). Hoe lager het cijfer hoe beter.
- *Zicht langs de weg* is de lengte van de as van de wegverharding die de bestuurder van achter het stuur kan overzien. Is het zicht <150 m is 1, tussen 150-250 m is 2 en >250 m is 3. Hoe hoger het cijfer hoe beter dus.
- *Wegkarakter* zegt iets over de ligging van de weg en de soort verkeer dat van de weg gebruik maakt. Dit kenmerk komt niet in het IWL voor maar is bepaald aan de hand van indrukken tijdens de metingen. Onderscheid wordt gemaakt tussen wegen met als ene uiterste, een ruraal karakter (waardering 6) voor wegen die in het landelijk gebied liggen en geen verkeer herbergen uit het verstedelijkt gebied of verkeerscentra (aansluiting geeft of als zodanig gebruikt wordt) tot, met als ander uiterste, wegen met een urbaan karakter (waardering 1) die in het landelijk gebied liggen en waarover grotendeels verkeer gaat uit verstedelijkt gebied.
- *Wegfunctie* zegt iets over het doel waarvoor de weg gebruikt wordt. We maken daarbij onderscheid tussen de wegfuncties: ontsluiting (1), gemengd (2) en verbinding (3).

In tabel 1 worden de wegkenmerken, aslastpatronen en jaarintensiteit van het zware verkeer gegeven voor de 22 meetpunten uit het onderzoek.

Indien bij het toetsen van wegkenmerken en gemiddelde aslast geen verklaring kan worden gevonden voor de grootte van de gemiddelde aslast, dan richten we ons op een aantal voertuiggegevens, die de zwaardere aslasten veroorzaken. Dit zijn de voertuig-assen (van landbouwvoertuigen en vrachtauto's) in de voertuigklassen 5-10, de vrachtauto-assen in de voertuigklassen 5-10 en de vrachtauto-assen van 8 t en hoger.

Een laatste mogelijkheid om een verklaring te vinden voor de ligging van het zwaartepunt van het aslastpatroon op de x-as, de gemiddelde aslast van het aslastpatroon, zou het vrachtauto-aandeel van het zware verkeer op dat meetpunt kunnen zijn. Immers, in een eerderé fase van het onderzoek is aangetoond (De Wilde en Breunissen, 1994) dat de gemiddelde voertuigschadefactor van vrachtauto's gemiddeld een factor 8 van die voor landbouwvoertuigen bedraagt. Dit houdt in dat de hoge aslasten die in een aslastpatroon van een meetpunt waar zowel vrachtauto's als landbouwvoertuigen voorkomen, worden veroorzaakt door vrachtauto's. Het vrachtauto-aandeel is het deel van het zware verkeer (landbouwvoertuigen en vrachtauto's) dat bestaat uit vrachtauto's. Het is een eenvoudig te schatten variabele. Het toetsen van de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon met het vrachtauto-aandeel moet dus als reëel worden gezien in een onderzoek naar verklarende factoren voor de patroonsvorm. Een aanvullende stap die gemaakt kan worden is door na te gaan welk deel van de vrachtauto's beladen is. Met het behulp van de beladingsgraad kan het beladen vrachtauto-aandeel berekend worden. Als laatste toets zal het beladen vrachtauto-aandeel vergeleken worden met de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon.

Daar de meetpunten zijn geselecteerd, par. 2.2, uit de reeks telpunten waarop DLG verkeerstellingen uitvoert, zijn de data voor deze wegkenmerken reeds voorhanden. Aangezien ons onderzoek liep van 1990-1995 lijkt het aanhouden van de kenmerkdata zoals die in 1993 bekend waren, een goed gemiddelde.

Tabel 1 Meetpunten, astaspaarvormen en wegkenmerken

Meetpunten	Patroonvorm		Jaarintensiteit zwaar verkeer (vtg/jr)	Conditie wegver- harding	Wegsta- tus	Werkelijke verhardings- breedte (cm)	Vrije baan- breedte (dm)	Wegvlak- heid	Zicht langs de wegas	Wegka- rakter	Weg- functie
	ontwerp- getal (EAH)	gem. as- last (t)									
Wegtype 3											
02 Vlagtwedde	517	7,1	1267	2,2	5	330	63	2	2	6	3
04 Hefshuizen	451	5,4	2334	1,6	5	350	95	2	2	6	1
06 Franekeradeel	1031	7,4	1756	1,6	5	360	106	2	1	5	1
08 Dongeradeel	331	6,5	798	2,2	5	380	100	2	3	6	1
12 Odoorn-Valthe	1766	7,3	2570	1,8	5	330	110	2	3	6	2
13 Dalen	2503	7,4	1526	2,0	5	300	90	2	3	6	2
32 Lisse	3289	6,5	4919	2,4	5	370	48	2	3	3	2
40 Marierkerke	582	5,8	2338	2,2	5	300	80	2	2	5	2
41 Kapelle	267	5,5	4521	2,0	5	360	96	2	2	5	2
43 Zwaltuwe	2834	8,3	3977	2,0	5	370	107	2	3	5	2
44 Halsteren	5572	7,0	10146	2,6	5	320	60	2	2	4	2
Gemiddeld	1740	6,7	3288	2,1	5	343	87	2	2,4	5,2	1,8
Wegtype 4											
01 Leek	6407	7,9	4564	1,4	5	440	64	1	3	3	2
05 Het Bildt	14064	9,0	10497	2,0	5	480	120	2	3	5	2
09 Westerbork	3791	7,2	8122	2,2	5	450	95	2	3	4	3
11 Zuidwolde	10238	7,8	14102	2,0	5	460	81	2	3	4	2
30 Hoofddorp	45754	9,0	29923	2,4*	5	450	80*	2*	3	3	2
34 Middelharnis	998	7,2	1327	2,2	5	400	70	3	3	5	2
37 Moerkapelle	7076	8,0	10111	2,0	5	480	60	2	1	2	1
39 Valkenisse	1491	5,3	4567	2,0	5	400	90	2	3	6	2
Gemiddeld	11227	7,7	10403	2,0	5	445	83	2,0	2,8	4,0	2,0
Wegtype 5											
03 Oude Pekela	9121	8,0	6268	2,2	5	520	83	2	3	4	2
07 Heerenveen	2149	7,2	4705	1,4	5	500	100	2	3	5	2
10 Odoorn-Exloo	28150	10,0	18107	2,3	5	500	130	1,5	3	3	3
Gemiddeld	13140	8,4	9693	2,0	5	507	104	1,8	3,0	4,0	2,3

*/ gemiddelde waarden

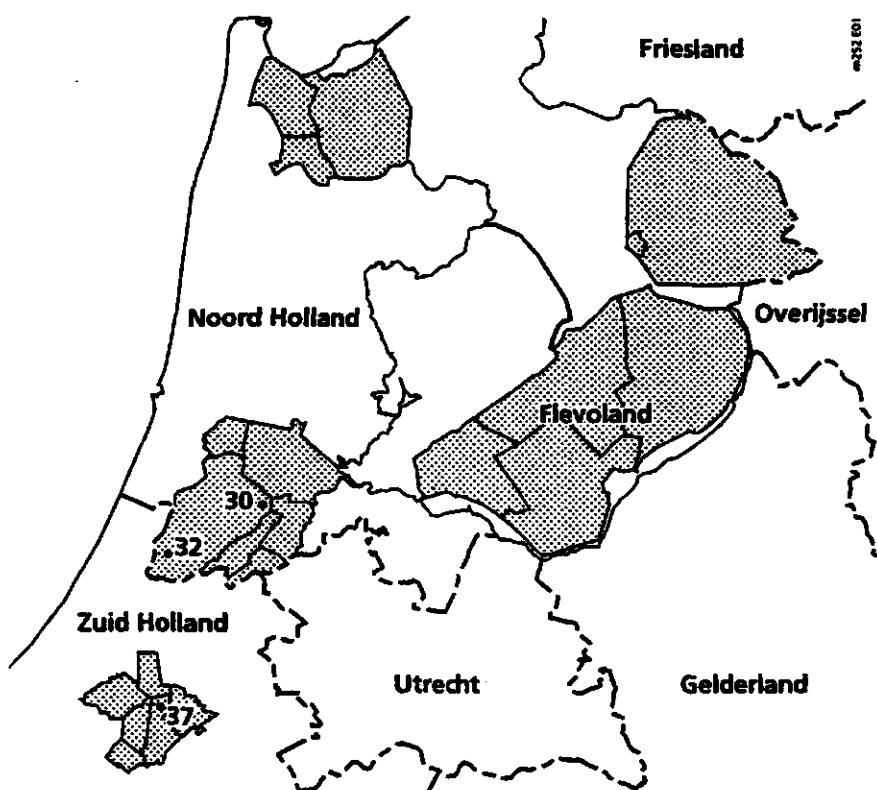


Fig. 1a Hollandse- en IJsselmeerpolders (LEI-gebied 1.2, met genummerde punten)

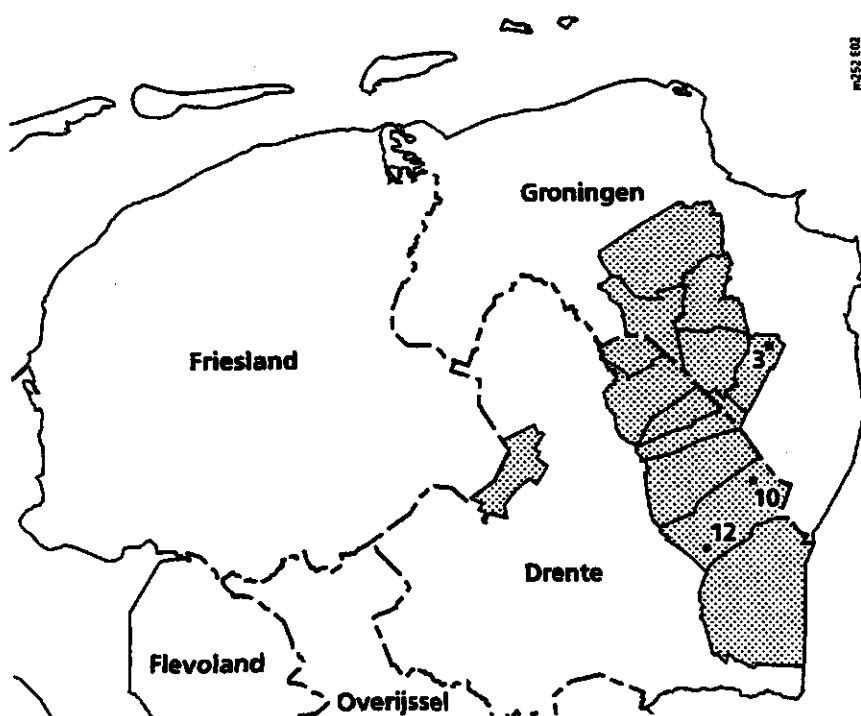


Fig. 1b Veenkoloniën (LEI-gebied 5.1, met genummerde punten)

2.2 De meetpunten

De meetpunten voor het meten van aslasten zijn gekozen in LEI-landbouwgebieden waar een hoge specifieke wegbelasting (kg.m^{-1}) (De Wilde, 1989) werd verwacht door het vervoer van aardappelen, suikerbieten en granen, hetgeen aangeeft dat het overwegend akkerbouwgebieden zijn. Vijf LEI-landbouwgebieden (fig. 1) kwamen hiervoor in aanmerking, het zijn:

- het Noordelijk zeekleigebied, LEI-gebied 1.1, akkerbouw, grasland (aa, su, ui, gr)¹,
- de Hollandse en IJsselmeerpolders, LEI-gebied 1.2, akkerbouw, glastuinbouw (aa, su, gr, ma en bl),
- het Zuidwestelijk zeekleigebied, LEI-gebied 1.3, akkerbouw, grasland (aa, su, gr, wr, ma, pe),
- het Noordelijk zandgebied, LEI-gebied 4.1, akkerbouw, grasland (gr, aa, su, ma),
- de Veenkoloniën, LEI-gebied 5.1, akkerbouw, grasland (aa, su, gr, ma).

In 1989 zijn in deze vijf gebieden door DLG (toentertijd Landinrichtingsdienst, LD) en SC-DLO 22 meetpunten geselecteerd uit de groep van telpunten waar reeds enkele jaren door de DLG verkeerstellingen werden gedaan (LD, jaarlijks). Bij de selectie is gelet op afwezigheid van onregelmatigheden voor en na het meetpunt, de afstand tot bochten en een zo gering mogelijke dwarshelling. De meetpunten komen steeds voor op rechte weggedeelten.

De meetpunten en de gebieden worden gegeven in de figuur 1. De weegapparatuur op de weg viel weinig op en gaf de bestuurder van het naderende voertuig geen aanwijzing waarvoor de meetopstelling werd gebruikt. De datalogger (zie par. 2.3) en de andere apparatuur was droog opgesteld op enige afstand van de weegapparatuur in de berm van de weg. Door de aanwezigheid van bomen en bosjes viel, bij de meeste meetpunten, de aanwezigheid van de meetwagen niet op. De wegfunctie was in de meeste gevallen gemengd; de wegen hadden deels een stroom- en deels een ontsluitingsfunctie.

De voertuigen werden zowel mechanisch als visueel waargenomen. Het wegen en dus ook het meten van de snelheid vond plaats op één rijstrook van de weg. De bij het onderzoek betrokken wegtypen (zie par. 1.3) 3, 4 en 5 zijn alle éénbaanswegen met één (typen 3 en 4) of twee (wegtype 5) rijstroken. Dit houdt dus in dat op de wegtypen 3 en 4 het verkeer in beide richtingen werd gemeten.

¹ Grondgebruik en producten. aa = aardappelen, bl = bloemen, gr = granen, ma = snijmaïs, pe = peulen, su = suikerbieten, ui = uien, wr = winterwortelen, za = graszaad

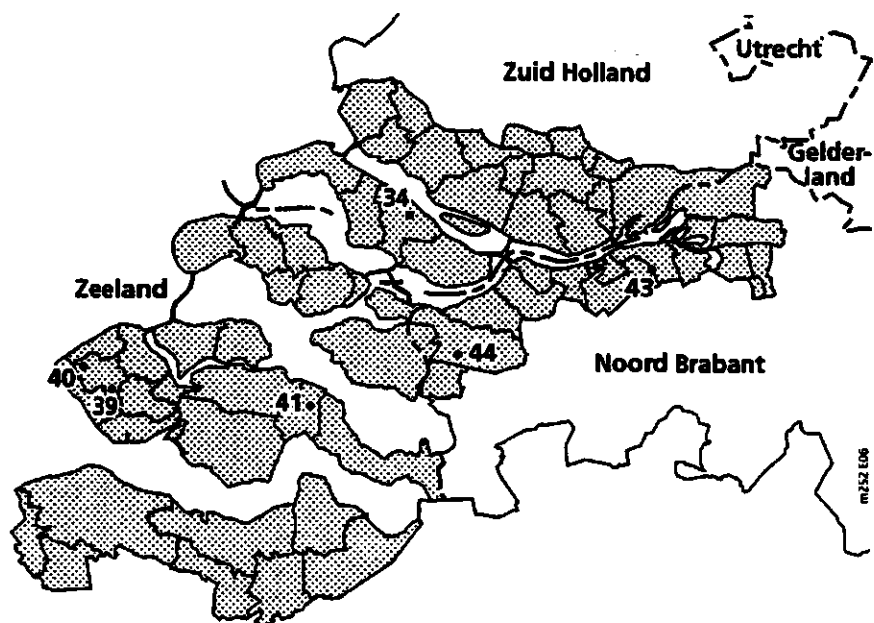


Fig. 1c Zuidwestelijk zeeleigebied (LEI-gebied 1.3, met genummerde meetpunten)

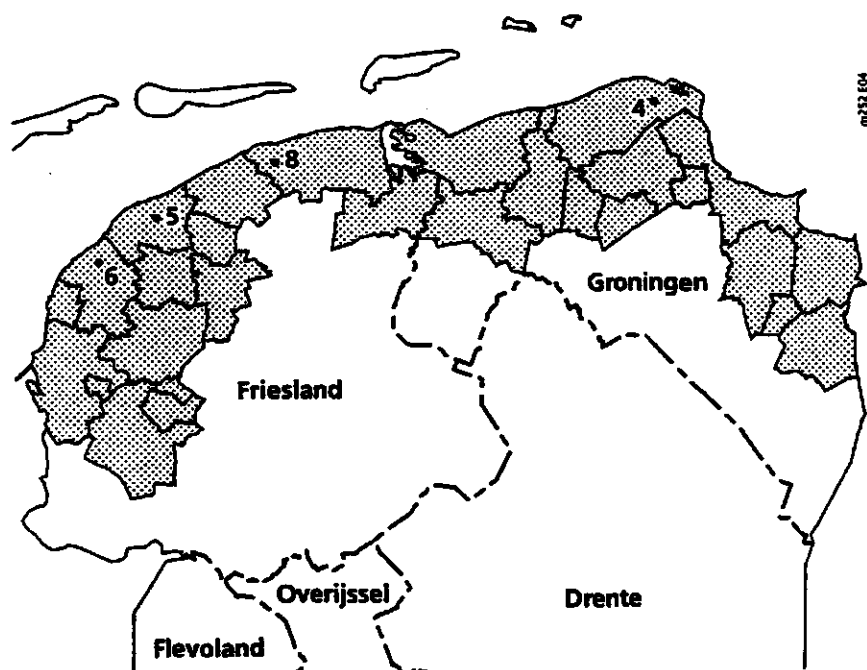


Fig. 1d Noordelijk zeeleigebied (LEI-gebied 1.1, met genummerde meetpunten)

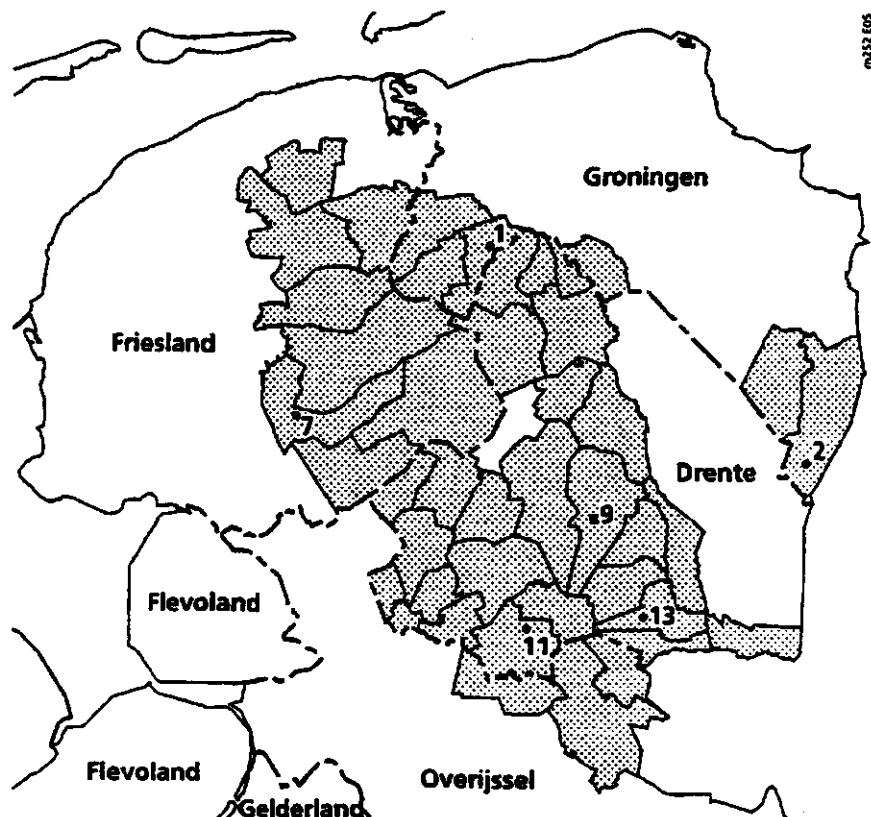


Fig. 1e Noordelijk zandgebied (LEI-gebied 4.1, met genummerde meetpunten)

2.3 De apparatuur

Het weegsysteem bestond uit een datalogger, printer en sensoren, en staat bekend als Truvelo Traffic Data Logger (TDL 500 serie 1046). De meetresultaten kunnen via de datalogger direct op een printer en later op een pc worden uitgelezen als datafile.

De sensoren bestonden uit twee op het wegdek aangebrachte platte inductielussen ter weerszijden van een gelaagde mat met een dikte van 7 mm. De mat was zowel aan de wegdekzijde als aan de bovenzijde voorzien van een speciale staalplaat die het indringen van grof wegmetaal en stenen moest verhinderen. De meting werd gestart nadat een voertuig gedetecteerd werd door de inductielussen. Met het systeem werden ook snelheden gemeten en uitgelezen. Het weegsysteem gebruikte deze snelheden zelf om een snelheidsafhankelijke weging te waarborgen. De datalogger en printer werden op enige afstand in een meetwagen ondergebracht.

Uit eigen waarnemingen en uit diverse gesprekken met bestuurders die de sensoren passeerden, bleek dat de sensoren niet of in een zeer laat stadium werden opgemerkt. Aanpassing van de snelheid was in dat laatste geval dan niet meer mogelijk; dit bleek ook uit het slechts sporadisch afremmen vóór de meetsensoren. Controle van de snelheden van het weegsysteem vond plaats met behulp van de tijdens de weegmetingen opgestelde pneumatisch/elektronisch werkende verkeerssteller GK6000.

De sensoren van deze teller zijn twee iets aangespannen luchtslangen die dwars over de weg op het wegdek liggen.

Sporadisch werd, ter controle van de met de inductielussen bepaalde snelheden, een eveneens voorhanden zijnde Mesta 204D radarmeter ingezet.

2.4 Voertuigherkenning

Als indeling van de waargenomen voertuigen werd de voertuigklassenindeling gebruikt van de verkeersteller GK6000, die bij het aslastpatronenonderzoek werd ingezet om de verkeersintensiteit per voertuigklasse te bepalen. De voertuigklassen-indeling van de voertuigen die bij het aslastpatronenonderzoek werden onderscheiden (klasse 4 en hoger) worden gegeven in figuur 2. In klasse 1 worden motorfietsen, bromfietsen en fietsen, in klasse 2 worden personenauto's en alleen rijdende landbouwtrekkers en in klasse 3 worden bestelauto's en lichte vrachtauto's ingedeeld. De klassenindeling vindt namelijk plaats op basis van de afstanden tussen de assen. De afstandslimieten die de verkeersteller GK6000 daarbij gebruikt om de getelde voertuigen in voertuigklassen in te delen (TEC, 1989) worden gegeven in aanhangsel 1. Ieder voertuig krijgt naar zijn asindeling, het aantal wielen per as en de soort banden een asconfiguratie-code. Door aan deze code nog een lettercombinatie voor de voertuigsoort toe te voegen blijft ieder voertuig herkenbaar (De Wilde, 1990). Binnen een voertuigklasse worden meerdere voertuigsoorten (verschillende codes) waargenomen. Dit is voor zwaar verkeer te zien in aanhangsel 2 en figuur 2.

De klasse 1 is door de lage massa van de voertuigen en berijder buiten beschouwing gelaten bij het onderzoek. De voertuigklassen 2 en 3 konden niet meegeteld worden, aangezien de meeste aslasten die bij de voertuigen in die voertuigklassen horen te laag zijn. Daardoor kunnen deze meestal niet door de aslastweegapparatuur gemeten worden. Het meetellen van de wel gewogen assen in deze klassen zou daarom een zeer onbetrouwbaar beeld geven hebben. Bij de berekening van het ontwerpgetal uit het totaal aantal EAH per jaar in de voertuigklassen uit het aslastpatroon wordt het achterwege laten van de aslasten van de klassen 2 en 3 gecompenseerd met een factor 1,03 (De Wilde, 1998a).

VOERTUIGCLASSIFICATIE GK6000 ^{1/}	Klasse		Klasse
Bussen	4	5 assen / tandemassen	9
			
			
Vrachtauto's met 2 assen, evt. met aanhanger	5		
			
Vrachtauto's met 3 assen, evt. met aanhanger en 3-assige trekvercombinatie	6		
		6 assen / tandemassen	10
Vrachtauto's met 4 assen en 4-assige trekvercombinatie	7		
			
Truck met oplegger 3 en 4 assen	8		
		Vrachtauto met 5 assen	11
		Vrachtauto met aanhanger 6 assen	12
		Alle voertuigen met meer dan 7 assen	13
		^{1/} Bron: TEC (1989) m.b.v. de voertuigen 1.7- 1 en 1.7- 11	

Fig. 2 Voertuigklassenindeling van zwaar verkeer (vrachtauto's, bussen en landbouwvoertuigen) bij de verkeersteller GK 6000 (voor asconfiguratie en bandcode, zie aanhangsel 3)

3 Toetsing voor mogelijke verklarende factoren

3.1 Algemeen

We geven hier nog even in het kort weer hetgeen we gaan toetsen. We gaan als eerste na of de omvang van het aslastpatroon, het ontwerpgetal, verklaard kan worden uit de intensiteit van het zware verkeer (voertuigklassen 4 t/m 13) door het ontwerpgetal en deze intensiteit te toetsen. Vervolgens toetsen we de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon met de wegkenmerken, om een verklaring te vinden voor de ligging van het zwaartepunt van het aslastpatroon. Deze wegkenmerken zijn weergegeven in par. 2.1. Indien het toetsen van gemiddelde aslast en wegkenmerken geen relatie oplevert waarmee de ligging van het zwaartepunt van het aslastpatroon voldoende verklaard wordt zoeken we verder. We kijken dan naar bepaalde gegevens van de voertuigen die over de plattelandswegen rijden. We richten ons daarbij op die voertuigklassen (klasse 5-10) waar de hogere aslasten voorkomen. We toetsen dan de gemiddelde aslast met de voertuig-assen (van landbouwvoertuigen en vrachtauto's), met de vrachtauto-assen en met de vrachtauto-assen met aslasten van 8 t en hoger. Als laatste voeren we toetsen uit tussen de gemiddelde aslast met het vrachtauto-aandeel en het beladen vrachtauto-aandeel.

3.2 Ontwerpgetal versus de verkeersintensiteit van het zware verkeer

De eerste toets die wordt uitgevoerd bestaat uit het vergelijken van de ontwerpgetallen met de jaarlijkse verkeersintensiteit voor het zware verkeer. Aangezien we verwachten dat de lineaire regressielijnen voor de drie wegtypen (3, 4 en 5) onderling verschillen hebben we voor ieder van de drie wegtypen de toets uitgevoerd. De door lineaire regressie verkregen trendlijn met formule en punten voor wegtype 3 wordt afgebeeld in figuur 3. In deze figuur is te zien dat de onderlinge samenhang tussen de punten niet te groot is, hetgeen ook wordt aangetoond door $R^2 = 0,6549$. We gaan toch gebruik maken van dit gegeven, temeer daar de samenhang van de punten bij de wegtypen 4 en 5, zoals zal blijken, veel groter is. De volgende lineaire regressielijnen hebben we gevonden voor de wegtypen:

$$\text{Wegtype 3} \quad y = 0,5129 x + 54,546 \quad R^2 = 0,6549 \quad (2)$$

$$\text{Wegtype 4} \quad y = 1,5740 x - 5144,9 \quad R^2 = 0,9115 \quad (3)$$

$$\text{Wegtype 5} \quad y = 1,8144 x - 4448 \quad R^2 = 0,9761 \quad (4)$$

De hier bepaalde trendlijnen verg. 2, 3 en 4 voor respectievelijk de wegtypen 3, 4 en 5 kunnen gebruikt worden voor het bepalen van het ontwerpgetal (EAH) voor het dimensioneren van de asfaltwegverharding van plattelandswegen. Dit ontwerpgetal wordt uitgedrukt als het aantal equivalente aslastherhalingen (EAH) van een standaardaslast van 8 t. De keuze van het wegtype wordt door DLG gedaan aan de

hand van een geschatte intensiteit voor de te ontwerpen plattelandsweg. Hiervoor heeft DLG voor ieder wegtype intensiteitsgrenzen vastgesteld. De schatting is mogelijk door vergelijking van de nieuw te ontwerpen weg met identieke reeds bestaande wegen waar door DLG intensiteitstellingen worden uitgevoerd.

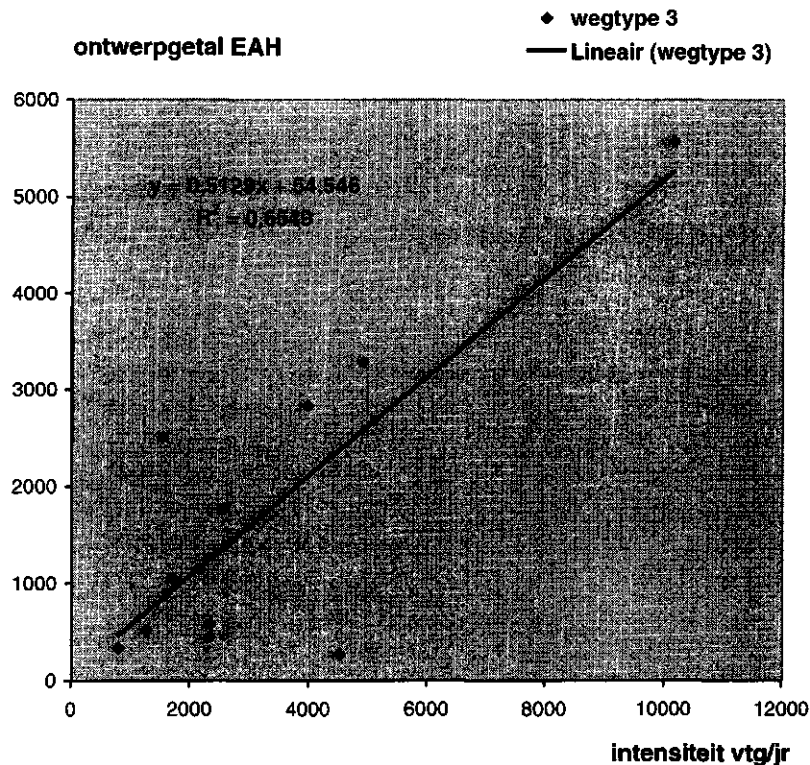


Fig. 3 Trendlijn door lineaire regressie voor ontwerpgetal (EAH) en intensiteit (vtg/jr) van zwaar verkeer voor wegtype 3

3.3 Gemiddelde aslast versus de wegkenmerken

De volgende toetsen die worden uitgevoerd, dienen om de gemiddelde aslast van het aslastpatroon, het zogenaamde zwaartepunt van het patroon op de x-as, te kunnen bepalen. Als toetsingselementen dienen hiervoor de gemiddelde aslast en de wegkenmerken die in par. 3.1 zijn aangegeven.

3.3.1 Conditie van de wegverharding

De eerste toetsing die plaatsvindt, is die tussen de gemiddelde aslast en de conditie van de wegverharding. Voor wegtype 3 en 4 is de samenhang tussen de punten zo laag dat door middel van lineaire regressie geen relatie valt aan te tonen. Voor wegtype 5 wordt een lineaire trendlijn gevonden, waarbij enige samenhang tussen de punten aantoonbaar is, $R^2 = 0,6196$. De regressielijn voor wegtype 5 ziet er als volgt uit:

$$y = 2,3014 x + 3,874 \quad R^2 = 0,6196 \quad (5)$$

De lijn laat zien dat de gemiddelde aslast een hogere waarde heeft naarmate de conditie van de weg slechter is. Aangezien de conditie van de wegverharding (textuur, vlakheid, samenhang, kantstrook en afwatering) voor alle drie wegtypen gelijke waarden kan hebben, is ook een lineaire regressie uitgevoerd voor de drie wegtypen samen. Hierbij blijkt eveneens een slechte samenhang te zijn, waarbij een $R^2 = 0,0161$ wordt gevonden. Een relatie tussen de gemiddelde aslast en de conditie van de wegverharding voor alle drie wegtypen lijkt daarmee uitgesloten.

3.3.2 Status van de weg

Aangezien de wegstatus voor alle plattelandswegen dezelfde cijferwaarde (5) blijkt te hebben is op dit punt niet getoetst. De trendlijn voor een dergelijke situatie zou een lijn evenwijdig aan de y-as opgeleverd hebben.

3.3.3 Werkelijke verhardingsbreedte

De verhardingsbreedte is afhankelijk van het wegtype; daarom zijn hier voor ieder wegtype toetsen uitgevoerd. De toets voor de gemiddelde aslast versus de werkelijke verhardingsbreedte voor wegtype 3 leverde een regressielijn op die horizontaal liep met de x-as, waarop de verhardingsbreedte was uitgezet. Ook was de samenhang tussen de punten zo laag, $R^2 = 4^{E-05}$, dat niet gesproken kan worden van een relatie. Bij wegtype 4 blijkt er sprake van een povere relatie tussen gemiddelde aslast en de werkelijke verhardingsbreedte, waarbij een lineaire regressielijn van:

$$y = 0,0281 x - 4,8243 \quad R^2 = 0,5488 \quad (6)$$

kon worden berekend. Dit zou inhouden dat de gemiddelde aslast een lichte stijging zou vertonen naarmate de verhardingsbreedte toeneemt. Bij wegtype 5 is het omgekeerde als bij wegtype 4 het geval en neemt de gemiddelde aslast licht af naarmate de verhardingsbreedte toeneemt. De bij deze regressielijn gevonden $R^2 = 0,0577$ geeft wederom een te lage samenhang aan.

3.3.4 Vrije baanbreedte

Door lineaire regressie kon geen relatie worden aangetoond tussen de gemiddelde aslast en de vrije baanbreedte voor de wegtypen 3 en 4. Voor wegtype 5 kon een lineaire regressielijn van:

$$y = 0,0484 x + 3,3522 \quad R^2 = 0,6373 \quad (7)$$

worden berekend, hetgeen een lichte stijging van de gemiddelde aslast van het aslastpatroon inhoudt naarmate de vrije baanbreedte in dm stijgt. Indien we alle punten voor de drie wegtypen bijeen doen, dan vertoont de daarbij verkregen

regressielijn wel een kleine stijging van de gemiddelde aslast bij toenemende vrije baanbreedte, doch de samenhang is te laag, $R^2 = 0,0803$.

3.3.5 Wegvlakheid

De toets tussen gemiddelde aslast en de wegvlakheid hebben we wel opgenomen indertijd, maar bij nader inzien blijkt dat niet zo gelukkig te zijn. Immers, bij nieuw aan te leggen wegen is deze vlakheid gelijk. Ook onze wegvlakheidcijfers (tabel 1), laten zien dat de vlakheid een constante waarde vormt, waardoor, indien we de gevolgde methode uit de voorgaande paragrafen volgen, een lijn evenwijdig aan de y-as verkregen zal worden. Net zoals bij paragraaf 3.4 voor gemiddelde aslast en wegstatus is gevonden.

3.3.6 Zicht langs de wegas

De toets gemiddelde aslast versus het zicht langs de wegas levert regressielijnen op voor wegtype 3 en 4 met een dusdanig lage samenhang, respectievelijk $R^2 = 0,0707$ en $R^2 = 0,0123$, dat niet kan worden gesproken over een relatie voor deze beide wegtypen. Bij wegtype 5 blijkt het zicht langs de wegas constant te zijn voor de drie punten, hetgeen overeenkomt met een lijn evenwijdig de y-as.

3.3.7 Wegkarakter

De lineaire trendlijn voor wegtype 3 loopt horizontaal met de x-as, die het wegkarakter weergeeft. De onderlinge samenhang van de punten voor deze lijn is zeer laag $R^2 = 0,0006$. De lineaire regressielijn voor de gemiddelde aslast tegen het wegkarakter voor wegtype 4 is:

$$y = -0,5083 x + 9,7083 \quad R^2 = 0,3172 \quad (8)$$

en voor wegtype 5:

$$y = -1,4 x + 14 \quad R^2 = 0,9423 \quad (9)$$

De trendlijn voor de wegtypen 4 en 5 laten een daling zien van de gemiddelde aslast naarmate het cijfer voor het wegkarakter groter is, dat wil zeggen naarmate het karakter van de weg ruraler is. De daling van de gemiddelde aslast bij de trendlijn voor wegtype 5 daalt het sterkst. Bij de trendlijn voor wegtype 4 is de samenhang overigens vrij laag. De punten van de trendlijn voor wegtype 5 vertonen een redelijke samenhang, doch er zijn maar 3 punten. Dat de trendlijnen voor de wegtypen 4 en 5 dalen naarmate het wegkarakter ruraler wordt lag wel in de lijn der verwachtingen, ook dat er geen daling waarneembaar is voor de lijn voor wegtype 3. Immers de plattelandswegen wegtype 3 liggen bijna zonder uitzondering in het landelijk gebied en hebben het meest ruraler karakter, vandaar het verloop van de lijn evenwijdig aan de x-as.

3.3.8 Wegfunctie

De toets voor gemiddelde aslast tegen de functie van de weg, levert geen relatie op voor de wegtypen 3 en 4. De samenhang van de punten is voor beide wegtypen zeer laag bij lineaire regressie. Voor wegtype 5 wordt door lineaire regressie wel een relatie gevonden, namelijk:

$$y = 2,4 x + 2,8 \quad R^2 = 0,9231 \quad (10)$$

Voor wegtype 5 houdt deze relatie in dat er een toename is van de gemiddelde aslast naarmate de wegfuntie meer die van een verbindingsweg gaat naderen.

3.3.9 Discussie

Een berekening van het ontwerpgetal kan plaatsvinden aan de hand van de gevonden relaties verg. 1, 2 en 3 voor respectievelijk de wegtypen 3, 4 en 5 voor ontwerpgetal en verkeersintensiteit van zwaar verkeer. Voor de relaties tussen gemiddelde aslast uit het aslastpatroon en de wegkenmerken zijn niet voor alle drie wegtypen overtuigende relaties aan te voeren. Wel zijn er voor afzonderlijke wegtypen relaties gevonden. Een overzicht van de wegkenmerken waarvoor een relatie wordt gevonden met de gemiddelde aslast wordt gegeven in tabel 2. Voor wegtype 3 blijkt voor geen van de wegkenmerken een relatie te zijn gevonden, voor wegtype 4 zijn twee relaties bepaald, met een lage samenhang overigens, terwijl voor wegtype 5 vier relaties zijn afgeleid, waarvan er twee zijn waarvan de punten een redelijke samenhang vertonen. Deze positieve bijdrage voor wegtype 5 wordt echter ten dele teniet gedaan doordat er bij wegtype 5 maar drie meetpunten zijn en daardoor de gevonden relaties eniszens dubieus worden.

Het niet vinden van duidelijke relaties voor de gemiddelde aslast in het aslastpatroon en de wegkenmerken, wil niet zeggen dat de gemiddelde aslast niet verklaarbaar zou zijn. Misschien zijn er andere factoren die een verklaring geven voor de grootte van de gemiddelde aslast. Nu het dus niet de wegkenmerken zijn die de grootte van de gemiddelde aslast verklaren moeten we ons richten op de voertuigen die over de plattelandswegen rijden. Hier is wel iets over te vertellen en dat wordt gedaan in de volgende paragraaf.

Tabel 2 Overzicht van wegtypen waarvoor relaties (een lineaire trend-lijn) zijn gevonden (X) tussen gemiddelde aslast en wegkenmerk

Wegkenmerk	Wegtype		
	3	4	5
Conditie wegverharing	-	-	X
Wegstatus	-	-	-
Werkelijke verhardingsbreedte	-	X	-
Vrije baanbreedte	-	-	X
Wegvlakheid	-	-	-
Zicht langs de wegas	-	-	-
Wegkarakter	-	X	X
Wegfunctie	-	-	X

3.4 Gemiddelde aslast versus voertuiggegevens

Als laatste zal een toetsing worden uitgevoerd tussen de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon en gegevens die te maken hebben met de voertuigen die gewogen zijn. Dat kan zijn het aantal voertuigassen, het aantal vrachtauto-assen en het vrachtauto-aandeel.

Hieraan voorafgaand willen we nog een verklaring geven ten aanzien van de gebruikte voertuigaantallen. Zoals we weten geeft de jaarintensiteit van voertuigen zwaar verkeer (De Wilde, 1997a) alle voertuigen weer in voertuigklassen 4 t/m 13. Deze jaarintensiteit is gebaseerd op verkeerstellingen. De aslastpatronen, we praten toch immers over de gemiddelde aslast in het aslastpatroon, zijn gebaseerd op wegingen. De basis van het aslastpatroon wordt gevormd door het aantal voertuigassen dat tijdens de de weegdagen, genaamd dagwaarden, is gewogen. Om deze dagwaarden op te hogen naar jaarwaarden is gebruik gemaakt van ophoogfactoren, die weer berekend zijn met behulp van de jaarintensiteit van voertuigen en het aantal voertuigen uit de dagwaarden. De methode waarop dit berust wordt elders (De Wilde, 1998a) uitvoerig beschreven. De jaarintensiteit van voertuigen zwaar verkeer geeft voor bijna ieder meetpunt in iedere voertuigklasse voertuigen aan (ze zijn geteld). Niet in alle voertuigklassen zijn op ieder meetpunt echter voertuigen gewogen. Indien op het meetpunt geen voertuigen in een klasse gewogen zijn, valt er ook niets naar jaarwaarden op te hogen. Het zijn dus niet de voertuigen die bij de jaarintensiteit zwaar verkeer voorkomen die meetellen voor de aslasten in de aslastpatronen, maar de aslastfrequenties van de voertuigen die gewogen zijn en die opgehoogd zijn naar jaartotaal opgehoogde aslasten per voertuigklasse. Dit houdt in dat een toetsing van gemiddelde aslast met de intensiteit van het zwaar verkeer in een bepaalde voertuigklasse niet reëel is, willen we iets over de ligging van de gemiddelde aslast in het patroon verklaren. Wel is reëel dat we de gemiddelde aslast toetsen aan de naar jaartotaal opgehoogde aantallen aslasten (assen) per voertuigklasse. Dit gaan we nu onder andere uitvoeren. Daarbij is gebruik gemaakt van het jaartotaal aan opgehoogde aslasten per voertuigklasse (De Wilde, 1998b). In tabel 3 zijn de diverse gegevens die we gaan gebruiken in de volgende paragrafen samen met jaarintensiteit en ontwerpgetal weergegeven.

3.4.1 Voertuig-assen

De eerste toets die is uitgevoerd is de gemiddelde aslast tegen het aantal voertuigassen (dit is het aantal aslasten van zowel landbouwvoertuigen als vrachtauto's) in de voertuigklassen 5 t/m 10. In de voertuigklassen 5 t/m 10 komen bij bijna alle meetpunten, vooral meetpunten met wegtype 4 en 5, aslasten voor. In de andere voertuigklassen, voertuigklasse 4, 11 en 12, komen te weinig voertuigassen voor en in voertuigklasse 13 zijn zelfs voor geen van de meetpunten voertuigen gewogen.

De lineaire trendlijnen, die voor het aantal assen in de afzonderlijke voertuigklassen 5 t/m 10 (De Wilde, 1998b) en de gemiddelde aslast zijn bepaald, vertonen voor ieder voertuigklasse een lichte stijging van de gemiddelde aslast naarmate het aantal

voertuigassen toeneemt. De samenhang R^2 van de punten waaruit de trendlijnen zijn bepaald is echter niet groot. Zo bedroeg R^2 voor de trendlijnen van de voertuigklassen 5, 6, 7, 8, 9 en 10 respectievelijk 0,4690; 0,5328; 0,1101; 0,3312; 0,4273 en 0,3655.

Omdat de samenhang voor de punten van deze afzonderlijke trendlijnen zo laag is, is ook gekeken naar de trendlijn voor de gemiddelde aslast en som van de voertuigassen van de voertuigklassen 5-10. Ook hier wordt natuurlijk een lichte stijging waargenomen van de gemiddelde aslast naarmate het aantal voertuigassen in voertuigklasse 5-10 toeneemt. De onderlinge samenhang van de punten van deze trendlijn is echter bedroevend laag, $R^2 = 0,1870$. We zoeken daarom verder en spitsen de toetsing toe op vrachtauto's.

3.4.2 Vrachtauto-assen

Zoals reeds eerder in het onderzoek werd vastgesteld (De Wilde en Breunissen, 1994) blijken de assen van vrachtauto's grotere aslasten te veroorzaken dan die van landbouwvoertuigen. Indertijd is namelijk nagegaan welke voertuigen de meeste schade toebrengen aan de plattelandsweg. Dit werd bepaald door zowel voor vrachtauto's als voor landbouwvoertuigen de voertuigschadefactor te berekenen. Gebleken is daarbij dat de voertuigschadefactor voor vrachtauto's een factor 8 maal die voor landbouwvoertuigen bedroeg. Dit houdt dus in dat de hoge aslasten die in een aslastpatroon zorgen voor een hoge gemiddelde aslast normaliter veroorzaakt wordt door vrachtauto's, tenzij er op een weg uitsluitend landbouwvoertuigen voorkomen. Het nu dus belangrijk om na te gaan welk deel van de voertuigassen, vrachtauto-assen zijn. Het vrachtauto-aandeel is berekend door het aantal vrachtauto's op het meetpunt uit eerdere publikatie (De Wilde, 1997b) te vergelijken met de som van het aantal gewogen voertuigen in de voertuigklassen (De Wilde 1998b). Het berekende vrachtauto-aandeel per meetpunt wordt gegeven in tabel 3.

Tabel 3 Meetpunten, aslastpararen en voertuiggegevens

Meetpunten	Patroonvorm		Jaarintensiteit zwaar verkeer (vtg/jr)	Voertuigassen in voertuigklassen 5 - 10	Vrachtauto- aandeel (%)	Vrachtauto- assen in vtg. klassen 5-10	Vrachtauto-assen 8 t aslastklasse en hoger	Beladen vracht- auto-aandeel (%)
	ontwerp- getal	gem. as- last (t)						
Wegtype 3								
02 Vlagtweede	517	7,1	1267	3294	91	2998	130	47
04 Hefshuizen	451	5,4	2334	5466	43	2350	0	22
06 Franekeradeel	1031	7,4	1756	4523	56	2533	194	28
08 Dongeradeel	331	6,5	798	1674	41	686	44	21
12 Odoorn-Valthe	1766	7,3	2570	7605	81	6160	592	42
13 Dalen	2503	7,4	1526	5879	77	4527	923	38
32 Lisse	3289	6,5	4919	12164	69	8393	363	36
40 Marierkerke	582	5,8	2338	6420	8	514	120	4
41 Kapelle	267	5,5	4521	11190	52	5819	54	26
43 Zwaluwe	2834	8,3	3977	12358	30	3707	1321	15
44 Halsteren	5572	7,0	10146	29385	51	14986	1225	26
Gemiddeld	1740	6,7	3288	9087	54	4788	451	28
Wegtype 4								
01 Leek	6407	7,9	4564	14410	76	10952	1817	39
05 Het Bildt	14064	9,0	10497	31912	73	23296	3913	37
09 Westerbork	3791	7,2	8122	21308	72	15342	1058	37
11 Zuidwolde	10238	7,8	14102	40590	89	36125	2753	45
30 Hoofddorp	45754	9,0	29923	94530	88	83186	11931	45
34 Middelharnis	998	7,2	1327	4167	100	4167	100	49
37 Moerkapelle	7076	8,0	10111	14388	100	14388	1968	51
39 Valkenisse	1491	5,3	4567	15717	34	5344	95	17
Gemiddeld	11227	7,7	10403	29628	79	24100	2954	40
Wegtype 5								
03 Oude Pekela	9121	8,0	6268	20668	94	18864	3225	48
07 Heerenveen	2149	7,2	4705	11364	82	9318	414	41
10 Odoorn-Exloo	28150	10,0	18107	53130	88	46754	5454	44
Gemiddeld	13140	8,4	9693	28187	88	24979	3031	44

Met behulp van het vrachtauto-aandeel kunnen we het aantal vrachtauto-assen grof berekenen. Met grof bedoelen we hier het berekende aantal vrachtauto-assen, aangezien bekend is dat gemiddeld het aantal assen onder een landbouwvoertuig lager is dan dat van een vrachtauto (De Wilde en Breunissen, 1994) en daar hier bij de berekening geen rekening mee is gehouden. Doch aangezien de asverhoudingen voor vrachtauto's en landbouwvoertuigen bij de meetpunten sterke verschillen vertonen hebben we met dit gegeven niet verder gewerkt. Het berekende aantal vrachtauto-assen wordt gegeven in tabel 3.

De toets die nu is uitgevoerd betreft het vergelijken van de gemiddelde aslast met het aantal vrachtauto-assen. We hebben ons hier moeten beperken tot het aantal assen als som van de voertuigklassen 5 t/m 10, aangezien de cijfers voor de afzonderlijke voertuigklassen moeilijk te berekenen zijn. Wel hebben we gekeken of de trendlijnen voor de afzonderlijke wegtypen verschilden. Deze verschillen zijn inderdaad aangetroffen. De lineaire regressielijnen voor de drie wegtypen vertonen alle drie een stijging van de gemiddelde aslast naarmate het aantal vrachtauto-assen in de voertuigklassen toeneemt. De samenhang tussen de punten voor de wegtype 3 en 4 is gering, respectievelijk $R^2 = 0,0222$ en $R^2 = 0,3700$. De samenhang tussen de punten voor wegtype 5 is ongekend hoog, $R^2 = 0,9989$. Bij de laatste zijn helaas maar 3 meetpunten. We hebben ook nagegaan of de trendlijn voor de vrachtauto-assen voor de voertuigklassen 5 t/m 10 samen tegen de gemiddelde aslast voor de wegtypen tezamen nog aanknopingspunten vertoonde. Deze lineaire regressielijn vertoont een zeer lichte stijging, dat wil zeggen de gemiddelde aslast neemt toe naarmate het aantal vrachtauto-assen toeneemt. De samenhang van de punten is echter aan de lage kant, $R^2 = 0,4232$.

Indien we de aslastpatronen van de meetpunten nog eens nader bekijken, dan blijkt dat de grootte van de gemiddelde aslast in een aslastpatroon voornamelijk te maken heeft met hoge aslasten in de aslastklassen 8 t en hoger. Een aslast van 8 t en hoger treffen we bijna bij uitzondering aan bij vrachtauto-assen. Indien we de aslasten tellen van 8 t en hoger per meetpunt, dan hebben we met vrachtauto-assen te doen en met aslasten die het belangrijkste aandeel hebben in de grootte van de gemiddelde aslast in het aslastpatroon. Hiervoor moeten we per meetpunt kijken naar de frequentieverdeling van tot jaartotaal opgehoogde aslasten (De Wilde, 1998b). Uit deze frequentieverdelingen berekenen we de vrachtauto-assen die voorkomen in de aslastklassen van 8 t en hoger (tabel 3).

Bij het toetsen van de gemiddelde aslast en de vrachtauto-assen van 8 t en hoger bepaalden we voor ieder wegtype een lineaire trendlijn. Deze lijnen vertonen alle een stijging van de gemiddelde aslast naarmate het aantal vrachtauto-assen van 8 t en hoger toeneemt. De samenhang tussen de punten is bij deze toets voor de hele lijn van de drie trendlijnen hoger dan die we tot nu toe bereikten. De samenhang bedraagt voor de wegtypen 3, 4 en 5 respectievelijk $R^2 = 0,5180$, $R^2 = 0,4606$ en $R^2 = 0,9074$. Hier ligt dus een enigszins vage verklaring opgesloten voor de variatie van de gemiddelde aslast in de aslastpatronen van de meetpunten. De trendlijn voor de drie wegtypen tezamen geeft een $R^2 = 0,4852$. Deze samenhang is weliswaar laag, maar het is de beste die we bij het toetsen van de gemiddelde aslast en voertuigkenmerken bepaald hebben. Het probleem is nu echter hoe willen we van een te ontwerpen

plattelandsweg het aantal vrachtauto-assen schatten dat een aslast heeft die hoger is dan 8 t. Voor een nauwkeurige bepaling moet de schatter eigenlijk beschikken over aslastweegapparatuur en dit gaat duidelijk te ver.

3.4.3 Discussie

De moeilijkheid bij de vergelijking van gemiddelde aslast uit het aslastpatroon en het aantal assen is de machtsverheffing die plaatsvindt bij het maken van het aslastpatroon (De Wilde, 1998b). Immers, bij het bepalen van de frequenties van equivalente aslastherhalingen van een standaardaslast van 8 t (EAH) wordt verg. 1 gehanteerd en deze vergelijking kent een vierde macht. Bij het bepalen van de gemiddelde aslast (par. 3.1), werkt deze vierde macht door. Een vergelijking van deze op een vierde macht gebaseerde gemiddelde aslast en het "normale" aantal assen uit de frequentieverdelingen van opgehoogde aslasten vraagt eigenlijk om moeilijkheden. Verder blijft een schatting van het aantal assen een moeilijke zaak en willen we echter op een veel eenvoudiger manier iets kunnen zeggen over de ligging van de gemiddelde aslast in het aslastpatroon. Want deze ligging in het aslastpatroon is belangrijk voor een te ontwerpen plattelandsweg. We hebben in tabel 3 een dergelijke eenvoudig te bepalen waarde gegeven, het is het vrachtauto-aandeel van het zwaar verkeer. Dit vrachtauto-aandeel toetsen we met de gemiddelde aslast.

3.5 Gemiddelde aslast versus het vrachtauto-aandeel

Een hoge waarde van de gemiddelde aslast van een aslastpatroon wordt bijna uitsluitend veroorzaakt door vrachtauto-assen. Het gaat dan om assen van geladen vrachtauto's. In hoeverre deze vrachtauto's geladen zijn is moeilijk aan de buitenkant te zien. We houden ons echter bij het eenvoudige gegeven, het vrachtauto-aandeel, dat we toetsen met de gemiddelde aslast van het aslastpatroon en de door lineaire regressie verkregen trendlijn ziet er als volgt uit:

$$y = 0,0274 x + 5,4441 \quad R^2 = 0,3312 \quad (11)$$

De lage waarde voor R^2 duidt op een slechte samenhang.

Tabel 4 Gemiddelde beladingsgraad van vrachtauto's naar voertuigklasse op plattelandswegen (De Wilde en Breunissen, 1994)

Voertuigklasse	Beladingsgraad (%)
5	48
6	53
7	50
8	53
9	47
10	70

Om toch iets te kunnen zeggen over het vrachtauto-aandeel en de beladingsgraad van de vrachtauto's, manipuleren we de cijfers uit voorgaand onderzoek. Bij voorgaand onderzoek (De Wilde en Breunissen, 1994) zijn gemiddelden berekend voor de beladingsgraad. De beladingsgraad van vrachtauto's blijkt per voertuigklasse, waar de vrachtauto's naar hun aantal assen zijn ingedeeld, sterk te verschillen. Voor de voertuigklassen 5 t/m 10 ligt de beladingsgraad van vrachtauto's normaliter tussen 47-70%. In tabel 4 wordt de gemiddelde beladingsgraad voor de voertuigklassen 5 t/m 10 gegeven. We kunnen nu de aantallen voertuigen in de klasse verrekenen met de beladingsgraad per voertuigklasse en daarna met het vrachtauto-aandeel tot het beladen vrachtauto-aandeel. Deze laatste cijfers worden in tabel 3 gegeven.

Toetsen we nu de gemiddelde aslast met het beladen vrachtauto-aandeel, dan vinden we:

$$y = 0,0538 x + 5,455 \quad R^2 = 0,3277 \quad (12)$$

Door de manipulatie is de samenhang van de punten voor de lineaire trendlijn voor het beladen vrachtauto-aandeel en de gemiddelde aslast (verg. 12) niet noemenswaardig verbeterd ten opzichte van de trendlijn voor het vrachtauto-aandeel en de gemiddelde aslast (verg. 11). Dat is een tegenvaller. We gaan hier niet verder mee door, ook al omdat het beladen vrachtauto-aandeel op zichzelf nauwelijks te schatten is en als zodanig een minder eenvoudiger gegeven is dan het vrachtauto-aandeel.

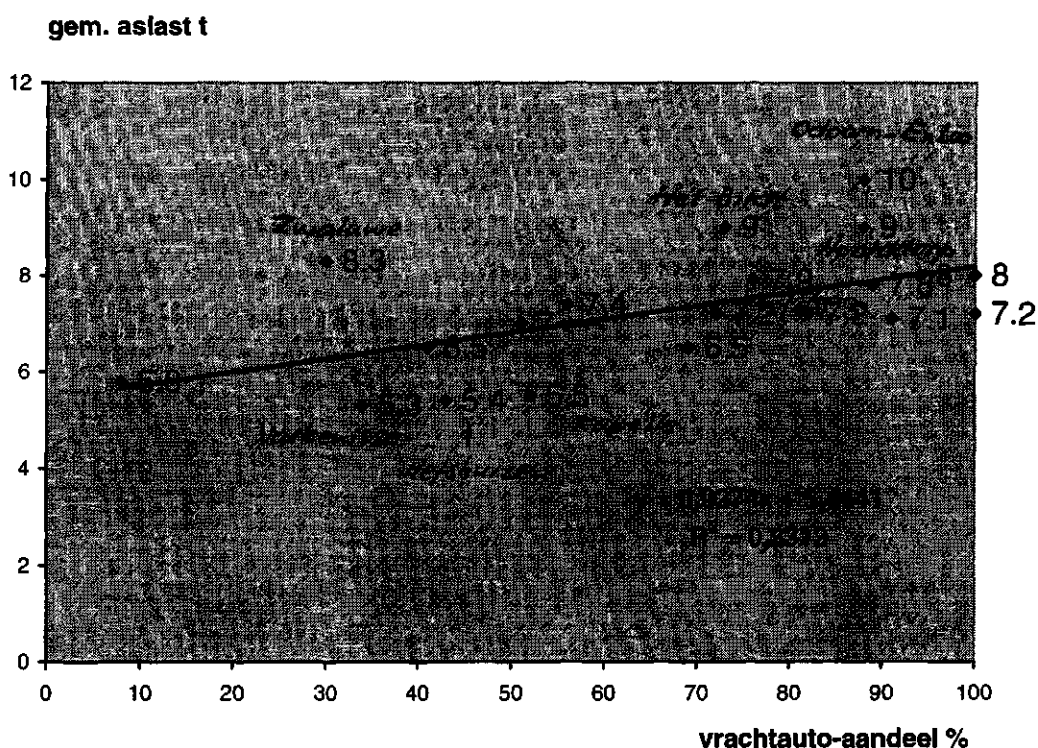


Fig. 4 Trendlijn door lineaire regressie voor de gemiddelde aslast (t) uit het aslastpatroon en het vrachtauto-aandeel (%)

Omdat het verwachte vrachtauto-aandeel een zo eenvoudig te schatten gegeven is, onderwerpen we de hoge en de lage punten van verg. 11 aan een nader onderzoek en daarom hebben we naast de trendlijn van verg. 11 de punten met de waarde voor de gemiddelde aslast in figuur 4 weergegeven. De namen van de punten met hogere en lagere waarden voor de gemiddelde aslast in het aslastpatroon behorende bij een bepaald vrachtauto-aandeel zijn in figuur 4 gegeven. Voor de punten met hogere gemiddelde aslast blijken Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp veel EAH's in de aslastklassen 12 t/m 14 te hebben, terwijl dat voor Zuidwolde (gemiddelde aslast 7,8 t bij een vrachtauto-aandeel van 89 %) in veel mindere mate geldt. Aslasten hoger dan 11 t duiden op overbelading. Overbeladen assen tellen zwaar door in het aslastpatroon (EAH's, vierde macht). De drie eerst genoemde meetpunten hebben daardoor een duidelijk hogere gemiddelde aslast.

Het is vermoedelijk beter om de gegevens voor deze drie meetpunten in eerste instantie weg te laten en in een tweede instantie de gemiddelde aslast voor deze punten opnieuw te berekenen, waarbij dus de overbeladen assen worden weggelaten. De overbelading is trouwens wel in rekening gebracht bij de toets van het ontwerpgetal en de verkeersintensiteit (par. 3.2).

Nu zullen we de gegevens voor Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp schrappen. De trendlijn met achterwege laten van de gegevens voor deze drie meetpunten levert een $R^2 = 0,3407$ op, deze is nauwelijks hoger dan die voor de trendlijn van alle gegevens (zie fig. 4).

Ook het meetpunt Zwaluwe kent een hoge gemiddelde aslast bij een matig vrachtauto-aandeel (33%). Is hier iets aan de hand? Van overbeladen assen is hier geen sprake, maar in Zwaluwe komt wel 84% van het totaal aantal EAH's uit de aslastklassen 8-10 (De Wilde, 1998b). Om precies te zijn komen deze EAH's (84%) van 264 assen uit voertuigklasse 5, 71 assen uit klasse 6, 526 assen uit klasse 7 en 460 assen uit voertuigklasse 8, een totaal voor deze 4 voertuigklassen van 1321 assen.

Het gaat hier met zekerheid om vrachtauto-assen en ook nog om assen die onder auto's zitten met een hoge beladingsgraad. Het totaal aantal assen voor het aslastpatroon van Zwaluwe bedraagt 12568 assen. Dus slechts 10,5 % van het aantal assen veroorzaakt 84% van het aantal EAH's in het aslastpatroon. Eenzelfde situatie zoals zal optreden bij meetpunten waar een klein aantal overbeladen assen zorg draagt voor een groot aantal EAH's (vierde macht) in het aslastpatroon. Het aslastpatroon van Zwaluwe wijkt ook enigszins af van de aslastpatronen van de andere meetpunten, door een minder gelijkmatige verdeling van het aantal EAH's over de aslastklassen. Conclusie, het is beter de gegevens van Zwaluwe zowel in eerste instantie als tweede instantie buiten beschouwing te laten.

Het achterwege laten van de gegevens van de meetpunten waar van overbelading sprake was (Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp) en van het meetpunt Zwaluwe levert een lineaire trendlijn op tussen gemiddelde aslast in het aslastpatroon en het vrachtauto-aandeel met een $R^2 = 0,6176$. Dit is een grote verbetering ten opzichte van de waarde van R^2 zoals die wordt gegeven in figuur 4. De vraag is of we nu nog verder moeten gaan om te kijken naar de lage waarden die behoren bij de meetpunten

Valkenisse, Hefshuizen en Kapelle. Er valt niet zoveel over deze punten te vertellen. Valkenisse en Hefshuizen hebben een laag vrachtauto-aandeel, bij Kapelle is dat middelmatig. Er komen bij deze drie meetpunten een te verwaarlozen aantal assen voor in de aslastklassen 8 en hoger (De Wilde, 1998b). Dit duidt op vrachtauto-assen met een lage beladingsgraad. Daarom valt het gemiddelde aslastpatroon lager uit. Het achterwege laten van de gegevens van Valkenisse, Hefshuizen en Kapelle levert nauwelijks een verbetering op, nu wordt $R^2 = 0,6191$ terwijl deze daarvoor gelijk was aan 0,6176. We laten de gegevens van deze drie meetpunten staan.

De lineaire trendlijn die we nu hanteren met achtere we laten van de gegevens van de meetpunten Het Bildt, Odoorn-Exloo, Hoofddorp en Zwaluwe wordt nu:

$$y = 0,0275 x + 5,0578 \quad R^2 = 0,6176 \quad (13)$$

Het berekenen van een trendlijn voor de gemiddelde waarden voor gemiddelde aslast en vrachtauto-aandeel voor de drie wegtypen (zie tabel 3) levert een lineaire regressie lijn op van:

$$y = 0,0479 x + 4,0749 \quad R^2 = 0,9734 \quad (14)$$

Bij het bepalen van de laatste trendlijn (verg. 14) is rekening gehouden met het verschijnsel overbelading. De gegevens voor Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp zijn evenals de gegevens voor Zwaluwe niet achterwege gelaten. Opvallend is de hoge waarde voor R^2 . Deze trendlijn zien we als een sterke vertegenwoordiging van de relatie tussen gemiddelde aslast en vrachtauto-aandeel.

In tweede instantie willen we nog een trendlijn berekenen voor de relatie voor de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon en het vrachtauto-aandeel, waarbij we de gemiddelde aslast voor Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp opnieuw berekenen, waarbij de overbelading is weg gelaten. Hiervoor laten we het aantal EAH's voor de aslastklassen hoger dan 11 t vervallen. We vinden dan een trendlijn voor deze situatie:

$$y = 0,028 x + 5,0758 \quad R^2 = 0,5969 \quad (15)$$

Deze trendlijn (verg. 15), voor de gemiddelde aslast en het vrachtauto-aandeel, waarbij de gemiddelde aslast opnieuw bepaald is voor de meetpunten Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp door de aslasten boven de 11 t weg te laten, levert geen verbetering op ten opzichte van verg. 13. We blijven daarom voorkeur geven aan de trendlijn verg. 14.

Het toetsen van de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon met het vrachtauto-aandeel heeft ons twee bruikbare relaties opgeleverd: verg. 13 en verg. 14. Verg. 13 kwam tot stand door alle punten voor de drie wegtypen gezamenlijk in rekening te brengen, met dien verstande dat de punten waar overbelading plaats vond en meetpunt Zwaluwe door het afwijkend aslastpatroon achterwege zijn gelaten. De trendlijn verg. 13 kenmerkt zich door een lage waarde voor R^2 . Daarnaast is een trendlijn verkregen waarvoor de gemiddelde waarden per wegtype zijn uitgezet voor gemiddelde aslast

en vrachauto-aandeel. Dit leverde een trendlijn met een hoge waarde voor R^2 . Wij geven de voorkeur aan de trendlijn verg. 14 vanwege de hoge waarde voor R^2 en omdat de overbelading hierin is verdisconteerd.

4 Aanzet tot vuistregels voor ontwerpgetal en gemiddelde aslast

Bij de trendlijnen die zijn berekend voor het ontwerpgetal en de gemiddelde aslast is reeds rekening gehouden met een zekere overbelading. Dit is vermoedelijk niet voldoende, het verdient aanbeveling om het berekende ontwerpgetal (zonodig ook de gemiddelde aslast) een toeslag te geven. Aangezien verschillen in aslastpatroon of ontwerpgetal niet verklaard kunnen worden uit verschillen in LEI-landbouwbied (De Wilde, 1998b) is het gebied niet langer als uitgangspunt genomen bij het bepalen van het ontwerpgetal en de gemiddelde aslast. Kortom, het maakt volgens onze gegevens niets uit in welk gebied de weg ligt.

Voor het bepalen van de afmetingen van de asfaltwegverharding van plattelandswegen kan het daarvoor benodigde ontwerpgetal en de gemiddelde aslast uit het aslastpatroon bepaald worden aan de hand van de volgende vuistregels:

1. Schat het aantal voertuigen per jaar van het zware verkeer aan de hand van een vergelijkbare bestaande weg.
2. Schat het verwachte vrachtauto-aandeel. Voer zonodig een aantal tellingen uit op vergelijkbare bestaande wegen. De voertuigen die in de voertuigklassen 4, 5, 8, 9 en 10 geteld worden zijn bijna altijd vrachtauto's. Voertuigen in de voertuigklassen 6 en 7 zijn voor een belangrijk deel landbouwvoertuigen. Voertuigen in de voertuigklassen 11 en 12 zijn bijna uitsluitend landbouwvoertuigen.
3. Kies het wegtype aan de hand van de verkeersintensiteit van het zware verkeer. De indelingscriteria hiervoor zijn bij DLG bekend.
4. Bepaal het ontwerpgetal door gebruik te maken van de in dit rapport afgeleide relatie tussen ontwerpgetal en de verkeersintensiteit voor zwaar verkeer voor het betreffende wegtype. Voor wegtype 3, 4 en 5 respectievelijk de verg. 2, 3 en 4.
5. Bepaal de gemiddelde aslast in t aan de hand van het geschatte vrachtauto-aandeel in het zwaar verkeer met verg. 14.

5 Discussie en conclusies

Een van de belangrijkste conclusies van het gehele onderzoek is dat het ontwerpgetal alleen geen goede basis is om de wegverharding van een plattelandsweg te dimensioneren. De methode die gebruikt wordt bij het ontwerpen van asfaltverhardingen moet daarom worden aangepast. Immers, bij het dimensioneren van asfaltverhardingen moet de vorm van het aslastpatroon, dat het uiteindelijke totaal aan EAH's oplevert (het ontwerpgetal), een rol spelen. Dit kan door de omvang van het aslastpatroon tot uitdrukking te brengen door het ontwerpgetal, terwijl het zwaartepunt van het aslastpatroon gedaante krijgt door de gemiddelde aslast van dat aslastpatroon in de bepaling te betrekken.

Om het ontwerpgetal en de gemiddelde aslast van het aslastpatroon te bepalen zijn een aantal toetsen uitgevoerd tussen enerzijds de uit de metingen berekende ontwerpgetallen en de jaarlijkse verkeersintensiteit voor zwaar verkeer en anderzijds de uit de metingen berekende gemiddelde aslasten en weg- en voertuigkenmerken. Een relatie tussen verkeersintensiteit en ontwerpgetal was spoedig gevonden, waarmee het ontwerpgetal voldoende verklaard wordt. De relatie van de gemiddelde aslast met een van de weg- of voertuigkenmerken gaf echter moeilijkheden. Een algemene relatie tussen gemiddelde aslast en een van de wegkenmerken kon niet worden gevonden. Bij het toetsen van de gemiddelde aslast met de voertuigkenmerken bleek ook algemeen dat de samenhang tussen de punten bij het afleiden van lineaire regressielijnen te gering was. Uiteindelijk konden een tweetal relaties worden afgeleid tussen de gemiddelde aslast en het vrachtauto-aandeel. Bij de eerste werd een te lage samenhang gevonden (verg. 13) tussen 18 punten, waarbij de meetpunten waar overbelading werd geconstateerd buiten schot bleven. Bij de tweede relatie (verg. 14) was de samenhang tussen de punten goed, maar er waren eigenlijk maar 3 punten, namelijk de gemiddelde waarden voor aslast en vrachtauto-aandeel van de drie wegtypen. Aan de laatste relatie is de voorkeur gegeven en hiermee is ook de gemiddelde aslast van het aslastpatroon voldoende verklaard door het eenvoudig te schatten vrachtauto-aandeel.

Vuistregels zijn bepaald voor het vaststellen van het ontwerpgetal en de gemiddelde aslast voor de te ontwerpen plattelandsweg, nadat een aantal eenvoudige tellingen zijn uitgevoerd.

Voor de berekening van het ontwerpgetal kan gebruik gemaakt worden van een door lineaire regressie afgeleide relaties, voor ieder wegtype een. Voordat een relatie wordt gebruikt moet bekend zijn om welk wegtype het gaat. Deze indeling kan gedaan worden aan de hand van de verwachte verkeersintensiteit van het zware verkeer.

Voor de bepaling van de de gemiddelde aslast in het aslastpatroon aan de hand van het vrachtauto-aandeel, kan naar ons idee het best gebruik gemaakt worden van de uit de gemiddelde waarden voor de wegtypen afgeleide relatie. Bij deze relatie is reeds rekening gehouden met een zekere mate van overbelading van de wegverharding. De overbelading die op een aantal punten is geconstateerd is namelijk meegenomen in de gegevens.

Het is moeilijk aan te geven hoe in de toekomst de overbelading gaat toenemen op plattelandswegen. Tijdens ons onderzoek gedurende 1990-1995 werd overbelading slechts op bescheiden schaal geconstateerd, met name op de meetpunten Het Bildt, Odoorn-Exloo en Hoofddorp. Terwijl het op deze drie meetpunten slechts om respectievelijk 2, 5 en 18 assen ging die zijn overbeladen, zijn deze assen wel verantwoordelijk voor respectievelijk 20%, 48% en 26% van het aantal EAH's van het ontwerpgetal. Het is ook goed mogelijk dat de overbeladen vrachtauto's op andere tijden dan de meettijden, dat wil zeggen 's nachts, 's morgens vroeg of 's avonds laat, de meetpunten passeerden. Op het meetpunt Leek zijn we er zeker van dat overbeladen verkeer 's morgens zeer vroeg plaatsvindt. Het verdient daarom aanbeveling om naast de reeds verwerkte overbelading in de cijfers voor het afleiden van de vergelijkingen 2, 3 en 4 voor het ontwerpgetal, in ieder geval een toeslag toe te kennen op het berekende ontwerpgetal voor verwachte overbelading. Nu is het zo dat de drie meetpunten alleen op de wegtypen 4 en 5 slaan en we op wegtype 3 geen overbeladen assen hebben aangetroffen. Doch we moeten wel beseffen dat wegen met wegtype 3 door de zeer lage gereden snelheden van het vrachtverkeer waarschijnlijk behoren tot de zwaarst belaste wegen in Nederland (De Wilde, 1997b). Indien we daarmee rekening houden zou een toeslag voor een mogelijke overbelading ook voor wegtype 3 op zijn plaats zijn. Gezien de hierboven genoemde percentages voor het aandeel van de EAH's door overbelading lijkt ons een toeslag van circa 15% op het berekende aantal EAH's voor de wegtypen 3, 4 en 5 voldoende. Extreme overbelading, waarbij we denken aan aslasten van 14 t of hoger, is hiermee niet gedekt.

Literatuur

Brouwers, J.A.C.T., 1983. *De weg*. In: *Wegen, verkeer en zwa(arde)re voertuigen*. Den Haag, Vereniging 'Het Nederlandse Wegencongres'.

Consultants, J.M.P., 1986. *Results from the M6 (Doxey) axle weight survey (1985)*. Crowthorne, TRRL. Contractor Report 39.

CROW, 1987. *Belastingpatronen op wegen*. Ede, Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek. Publikatie 3.

DLG, 1993. *Informatiesysteem wegen landinrichting*. Utrecht, DLG.

Michels, T. en T.G.C. van der Heijden, 1978. *De invloed van enkele wegkenmerken op de rijdsnelheid op niet-autowegen*. *Verkeerskunde*, 29, 6.

Putten, T.H. van, 1988. *Transport and road planning in Dutch land development projects*. In: *Minor Rural Roads. Planning, design and evaluation*. Proceedings workshop minor rural roads. Pudoc, Wageningen.

TEC, 1989. *Handleiding verkeerstel en klassificatie apparaat GK6000-TC*. De Meern, TEC BV.

VNC, 1992. *Computerprogramma Vencon voor de berekeningen van betonwegen*. 's-Hertogenbosch, Vereniging Nederlandse Cementindustrie.

Wilde, J.G.S. de, 1990. *Aslasten op plattelandswegen. Ervaringen met en eerste resultaten van aslastmetingen onder rijdende voertuigen*. Wageningen, Staring Centrum. Rapport 103.

Wilde, J.G.S. de en H. Breunissen, 1994. *Basis voor de dimensionering van plattelandswegen*. Wageningen, Staring Centrum, Rapport 292.

Wilde, J.G.S. de, 1997a. *Verkeersintensiteit van zwaar verkeer op plattelandswegen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 480.

Wilde, J.G.S. de, 1997b. *Snelheden op plattelandswegen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 488.

Wilde, J.G.S. de, 1998a. *Methode voor het bepalen van aslastpatronen voor plattelandswegen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 518.

Wilde, J.G.S. de, 1998b. *Verkeersbelasting op plattelandswegen op basis van aslastpatronen en ontwerpgetallen*. Wageningen, DLO-Staring Centrum, Rapport 600.

Niet-gepubliceerde bronnen

Wilde, J.G.S. de, 1989. *Onderzoek naar aslasten op plattelandswegen: Een eerste selectie van meetpunten en afweging van mogelijke meetsensoren*. Wageningen, ICW, Nota 1952.

Aanhangsel 1 Asafstandslimieten verkeersteller

Asafstanden voor het indelen in voertuigklassen verkeersteller GK 6000 (TEC, 1989)

Klasse Asafstanden tussen assen in cm

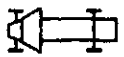
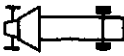
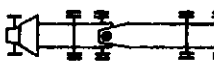
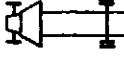
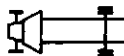
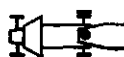
	1e en 2e as		2e en 3e as		3e en 4e as		4e en 5e as		5e en 6e as		6e en 7e as	
	min.	max.	min.	max.	min	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
01	0	1,83										
	0	1,83	0	2,44								
02	1,83	2,99										
	1,83	2,74	2,44	12,19								
	1,83	2,99	1,83	12,19	0	1,07						
	1,83	2,99	1,83	12,19	0	1,07	0	1,07				
03	2,99	3,72										
	2,99	3,72	2,44	5,94								
	2,99	3,72	1,83	12,19	0	1,07						
	2,99	3,72	2,44	6,1	1,83	3,2						
	2,99	3,72	1,83	12,19	0	1,07	0	1,07				
04	5,94	12,19										
	5,94	12,19	0	12,19								
	5,94	12,19	0	12,19	0	12,19						
05	3,72	5,94										
	3,72	5,94	2,44	6,1	1,83	3,2						
06	0	12,19	0	12,19								
	2,99	6,1	0	1,83	2,44	6,1	1,83	3,2				
07	0	12,19	0	12,19	0	12,19						
	1,83	12,19	0	2,44	0	2,44	0	2,44				
	0	12,19	0	2,44	0	2,44	0	2,44	0	2,44		
08	3,72	5,94	2,44	5,94								
	2,74	5,94	5,94	12,19								
	1,83	5,94	6,1	12,29	1,07	3,2						
	1,83	5,94	0	2,44	0	12,19						
09	1,83	12,19	0	2,44	6,1	12,19	1,07	3,2				
	0	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19				
10	0	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19		
	2,44	5,94	0	2,44	2,44	12,19	0	2,44	0	2,44	0	2,44
11	1,83	12,19	2,44	12,19	2,44	12,19	2,44	12,19				
12	2,44	5,94	0	2,44	2,44	12,19	2,44	12,19	2,44	12,19		
	2,44	5,94	2,44	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19		
13	0	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19	0	12,19

Aanhangsel 2 Indeling asconfiguraties in voertuigklassen

Voertuigklasse Asconfiguratie

- Kl04 (bus eq.) 1.2; (bus ne.) 1.2
- Kl05 1.1; 1.2; 1.2+1.1; 1.2+2.2; 1.2+5.5; 1.7 (asafst. ge. 3,72 m); 1.8 dito; 1.7+ dito; 1.8 dito; 2.2; 6.1; 6.6 en 7.7
- Kl06 1.12; 1.12+1.2; 1.12+2.2; 1.22+2.2; 1.22+5.5; 1.55; 1.7-1; 1.7-5; 1.7-7; 1.8-1; 1.12; 1.12+2.2; 5.22; 7.1-1; 2.22; 1.22 en 5.55+2.2
- Kl07 1.7-11; 1.8-11; 1.122; 1.1.71; 55.22; 1.7+1.1; 1.7+2.2; 1.7+2.3; 6.6+6.6; 6.6-11; 1.8+2.2 en 1.7-1-1
- Kl08 1.2-11; 1.2-2; 1.2-22; 1.2-5 en 1.2-55
- Kl09 1.2+1.11; 1.2+2.22; 1.2+5.55; 1.2-222; 1.2-555; 1.21-21; 1.21-22; 5.12-22; 1.8-111; 1.7-7-11; 1.7-11-1 en 1.7+2.22
- Kl10 1.12-222; 1.12-555; 1.21-222; 1.22-222; 1.22-555; 1.7+2.222; 1.7+22.22; 1.7-11+1.1; 1.7-11+2.2
- Kl11 1.1.221; 1.1.1.22; 1.5.555; 5.5.122; 5.5.221; 5.5.555 en 5.5.22
- Kl12 1.7+1.1+1.1; 1.7+1.6+1.6; 1.7+6.6+6.6; 6.6+6.6+6.6
- Kl13 geen asconfiguraties waargenomen

Aanhangsel 3 Asconfiguratie en bandcode

	1.1		1.2-22
	1.2		1.22-22
	1.21		1.2+1.1
	1.22		1.22+2.22
	1.2-2		

Voorbeelden van asconfiguraties en TRRL-codes (De Wilde, 1990)

Band- (of montage-) code voor gebruik in de asconfiguratie

Bandsoort of montage	Code
standaardband	1
dubbellucht standaardbanden	2
drie standaardbanden op een asheft schommel-asstel	3
schommel-asstel	4
super single	5
lagedrukband	6
trekkerband	7
trekkerband in dubbele montage	8
niet-symmetrische montage	9 */

*/ niet-symmetrische montage betreft in de landbouw meestal een wiel per as