

Risicobeschouwing vervoer gevaarlijke stoffen per spoor door Best

Ontwikkeling bouwplan Stabel, Gemeente Best

projectnr. 197828

revisie 0.1

mei 2009

Auteurs

ing. Elvira van Linden

ing. Kim den Otter

Opdrachtgever

Gemeente Best

Postbus 50

5680 AB Best

datum vrijgave

18 mei 2009

beschrijving revisie 0.1

Eindconcept

goedkeuring

M. de Jonge

vrijgave

J. Eskens

Colofon

© Ingenieursbureau Oranjewoud B.V.
Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verspreid en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins of worden toegepast op situaties waarvoor dit rapport oorspronkelijk niet bedoeld was.

Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit onderzoek waarbij gebruik is gemaakt van rekenprogramma's waarvan het gebruik van overheidswege verplicht is gesteld. Ook voor verschillen in uitkomsten met eerdere en/of toekomstige versies van deze rekenprogramma's kan Ingenieursbureau Oranjewoud B.V. niet verantwoordelijk worden gehouden.

	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	2
2	Externe veiligheid	3
3	Uitgangspunten	5
3.1	Vervoer	5
3.1.1	Trajectgegevens	5
3.1.2	Vervoerscijfers	5
3.2	Bevolking	7
3.2.1	Huidige situatie	7
3.2.2	Toekomstige situatie	8
3.3	Varianten	9
4	Resultaten	10
4.1	Plaatsgebonden risico	10
4.2	Groepsrisico	11
5	Conclusie	13
5.1	Plaatsgebonden risico (PR)	13
5.2	Groepsrisico (GR)	13
5.3	Verantwoordingsplicht	13
6	Referenties	14
Bijlage 1	Bevolking	15
Bijlage 2	RBMII-frequentieberekening Warme BLEVE	18

1 Inleiding

De gemeente Best heeft het voornemen langs het spoor Boxtel - Eindhoven het bouwplan "Stabel" te ontwikkelen. De ontwikkeling omvat in totaal 14 woningen en is geprojecteerd tussen de drie wegen; de Parallelweg, Broekstraat en Ringweg.

Het gebied is in de huidige situatie niet bestemd voor de woningbouw en omvat momenteel alleen landbouwgronden. De gemeente Best wil op dit terrein 14 woningen realiseren om ruimte te maken voor de bewoners die moeten verhuizen vanwege het plan "Dijkstraten". Het plan Dijkstraten omvat de ontwikkeling van een gehele nieuwe wijk ten oosten van het spoor in de driehoek Parallelweg, Oirschotscheweg en de Veldweg.

Figuur 1.1 bevat een weergave van de geprojecteerde ontwikkeling ten opzichte van het spoortraject. Deze ligt in het invloedsgebied van vervoer met gevaarlijke stoffen over het spoor. Als gevolg van dit vervoer bestaan er externe-veiligheidsrisico's voor de omgeving. In deze QRA is berekend wat de risico's zijn voor het beoogde bouwplan.



Figuur 1.1: Bouwplan Stabel (rood), oude locatie woningen (blauwe strepen)

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de relevante externe veiligheidsbegrippen toegelicht. Hoofdstuk 3 gaat in op de gehanteerde uitgangspunten voor de berekening waaronder de vervoerscijfers en de bevolkingsinventarisatie. Hoofdstuk 4 gaat in op de resultaten van de risicoanalyse en tenslotte geven wij in hoofdstuk 5 de conclusies.

2 Externe veiligheid

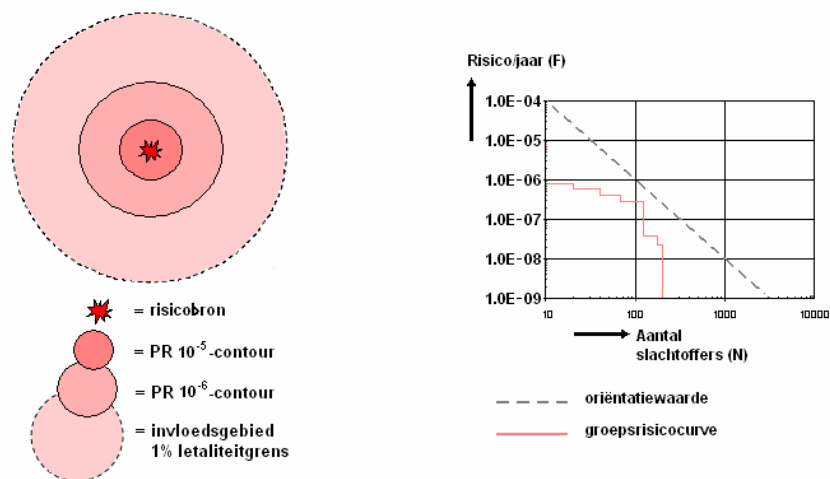
Externe veiligheid beschrijft de risico's die ontstaan als gevolg van opslag of handelingen met gevaarlijke stoffen. Dit kan betrekking hebben op inrichtingen (bedrijven) of transportroutes. Op beide categorieën is verschillende wet- en regelgeving van toepassing. Het huidige beleid voor transportmodaliteiten staat beschreven in de circulaire 'Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen' (cRVgs), die op termijn vervangen zal worden door het 'Besluit transportroutes externe veiligheid' (Btev). Binnen het beleidskader voor externe veiligheid staan twee kernbegrippen centraal: het plaatsgebonden risico en het groepsrisico. Hoewel beide begrippen onderlinge samenhang vertonen zijn er belangrijke verschillen. Hieronder worden beide begrippen verder uitgewerkt.

Plaatsgebonden Risico (PR)

Het plaatsgebonden risico (PR) geeft de kans, op een bepaalde plaats, om te overlijden ten gevolge van een ongeval bij een risicovolle activiteit. De kans heeft betrekking op een fictief persoon die de hele tijd op die plaats aanwezig is. Het PR kan op de kaart van het gebied worden weergegeven met zogeheten risicocontouren: lijnen die punten verbinden met eenzelfde PR. Binnen de 10^{-6} /jaar contour (welke als wettelijk harde norm fungeert) mogen geen nieuwe kwetsbare objecten geprojecteerd worden. Voor beperkt kwetsbare objecten geldt de 10^{-6} /jaar contour niet als grenswaarde, maar als een richtwaarde.

Groeprisico (GR)

Het groepsrisico (GR) is een maat voor de kans dat bij een ongeval een groep slachtoffers valt met een bepaalde omvang. Het GR is daarmee een maat voor de maatschappelijke ontwrichting bij een calamiteit. Het GR wordt bepaald binnen het invloedsgebied van een risicovolle activiteit. Dit invloedsgebied wordt begrensd door de 1%-letaliteitsgrens (tenzij anders bepaald): de afstand waarop nog 1% van de blootgestelde mensen in de omgeving komt te overlijden bij een calamiteit met gevaarlijke stoffen. Het GR kan niet 'op de kaart' worden weergegeven, maar wordt weergegeven in een grafiek waar de kans (f) afgezet wordt tegen het aantal slachtoffers (N): de fN-curve.



Figuur 2.1: Weergave plaatsgebondenrisicocontouren, invloedsgebied en groepsrisicografiek met oriëntatiewaarde voor transport

Basisnet voor het vervoer van gevaarlijke stoffen

Vervoer van gevaarlijke stoffen vindt sinds jaar en dag plaats via het spoor, over de weg en het water. Knelpunt hierbij is dat er geen plafond bestaat voor de omvang en samenstelling van dit vervoer. Theoretisch kan het vervoer ongelimiteerd toenemen, met dan eveneens ongelimiteerde gevolgen voor de ruimtelijke ordening. De overheid is voornemens een zogeheten Basisnet vast te stellen met routes die worden aangewezen voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Het beleid achter het landelijke Basisnet is dat een plafond vastgesteld wordt voor dit vervoer van gevaarlijke stoffen. Ook worden randvoorwaarden aan de ruimtelijke ordening gesteld. Omdat het ontwikkelen van instrumenten voor dit beleid bijzonder complex is, en de gevolgen voor vervoerders en de ruimtelijke ordening ingrijpend kunnen zijn, vindt nog veel discussie plaats en loopt de vaststelling van het Basisnet achter op schema. Binnen het onderhavige project is voor zover mogelijk geanticipeerd op de komst van het Basisnet. Dat gebeurt met name met betrekking tot de te hanteren vervoerscijfers over de weg/het spoor.

3 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten betreffende de externe veiligheidsberekening ten gevolge van het vervoer van gevaarlijke stoffen gegeven. Deze bestaan uit de bepaling van het onderzochte vervoerstraject, de kenmerken van het onderzochte traject, de inventarisatie van de vervoerscijfers, de reikwijdte van het onderzoeksgebied en de inventarisatie van de personendichtheden.

De berekeningen zijn uitgevoerd met het RBMII-rekenpakket, versie 1.3.0 Build 247. Het RBMII-rekenpakket voldoet aan het gestelde in PGS 3 [1]. Het RBM-programma is ontwikkeld voor de evaluatie van de externe veiligheid ten gevolge van het transport van gevaarlijke stoffen.

Voor dit onderzoek is het eerdere RBMII model gehanteerd van de ontwikkeling aan de Spoorweglaan ("Externe veiligheid spoorvervoer Ontwikkeling Spoorweglaan, gemeente Best, projectnr. 196995revisie 02 februari 2009).

3.1 Vervoer

Ten aanzien van het vervoer van gevaarlijke stoffen wordt eerst ingegaan op de specifieke gegevens van het onderzochte vervoerstraject, vervolgens wordt ingegaan op de vervoerscijfers.

3.1.1 Trajectgegevens

De ligging van het onderzochte traject is zo gedefinieerd dat het plangebied in het midden van het traject ligt. De onderzochte trajectlengte bestaat uit de lengte van het plangebied, vermeerderd met 500 meter aan weerszijden van het plangebied. Dit resulteert in een onderzochte trajectlengte van ongeveer 1200 meter.

Het gedefinieerde traject bevat wissels. Op het traject bevinden zich geen gelijkvloerse spoorwegovergangen en geldt een baanvaksnelheid > 40 km/uur.

Tabel 3.1.1: Overzicht trajectgegevens

Naam	Omschrijving	Type spoortraject	Breedte	Frequentie ¹⁾ jr ⁻¹	x-coördinaat	y-coördinaat
771	Boxtel-Eindhoven	Hoge snelheid	15 meter	6,072E ⁻⁰⁸	154613,52	391993,72

- ad 1) De faalfrequentie is opgebouwd uit de volgende onderdelen [2]:
- basisfaalfrequentie van $2,2 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer;
 - hoge baanvaksnelheid factor van 1,26 of lage baanvaksnelheid factor van 0,62;
 - wisseltoeslag van $3,3 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer voor de aanwezigheid van wissels;
 - overwegtoeslag van $0,8 \cdot 10^{-8}$ per wagenkilometer per overweg.

3.1.2 Vervoerscijfers

Ten aanzien het vervoer van gevaarlijke stoffen over het spoor zijn de toekomstige vervoersaantallen af te leiden uit de 'Beleidsvrije marktverwachting vervoer gevaarlijke

stoffen per spoor voor de middellange termijn', actualisatie prognose 2003, ProRail (25 juli 2007). Deze cijfers geven een prognose voor het vervoer in de verdere toekomst zonder daaraan een jaartal te koppelen. In tabel 3.1.2 is een overzicht gegeven van de vervoerscijfers.

Tabel 3.1.2: Overzicht vervoerscijfers

Stofcategorie		Transporten per jaar (Prognosecijfers 2007)	
		Blok	Bont
A	Brandbaar gas	0	13410
B2	Toxisch gas	3250	5710
B3	Zeer toxisch gas*	50	0
C3	Zeer brandbare vloeistof	7500	4310
D3	Toxische vloeistof	0	4550
D4	Zeer toxische vloeistof	0	450

* de reservering in de prognosecijfers van 2007 voor 50 chloorwagens betreft een theoretisch mogelijkheid tot het vervoer van chloor. Deze reserveringsruimte is vanwege het theoretische karakter niet meegenomen in de berekeningen.

Warme BLEVE

Het scenario warme BLEVE is van toepassing vanwege de combinatie brandbaar/toxisch gas (A en B2) en brandbare vloeistoffen (C3¹) in bonte treinen. In het rekenprogramma RBM II moet een verhouding voor het aantal C3-wagens worden ingevuld ten behoeve van dit scenario². De berekening voor deze verhouding is uitgevoerd conform het rekenprotocol [3] en bedraagt 1,2 voor A en B2. Een belangrijke parameter voor deze factor is het aantal bonte treinen (zie ook bijlage 2).

Overige uitgangspunten:

- transport vervoer verhouding dag/nacht 33% dag, 67% nacht (defaultwaarde);
- transport vervoer verhouding werkweek/weekend 71,4% resp. 28,6% (defaultwaarde).
- De meteorologische gegevens van Eindhoven zijn gebruikt.

-
1. Conform het rekenprotocol moeten ook de wagens met stofcategorie D3 nog worden meegeteld, zij het in beperkte mate.
 2. De frequentieberekening voor de warme BLEVE staat beschreven in het rekenprotocol [3]. Dit rekenprotocol is vastgesteld in het DOEV (Directeuren Overleg Externe Veiligheid) op alle punten, behalve voor de modellering warme BLEVE vrijbaanvervoer.

3.2 Bevolking

3.2.1 Huidige situatie

Voor de berekening van het groepsrisico is inzicht nodig in de personendichtheden binnen het invloedsgebied van de vervoersas. Van de vervoerde gevaarlijke stoffen langs het plangebied kent de stofcategorie D4 het grootste invloedsgebied³ met een afstand van 3000 meter.

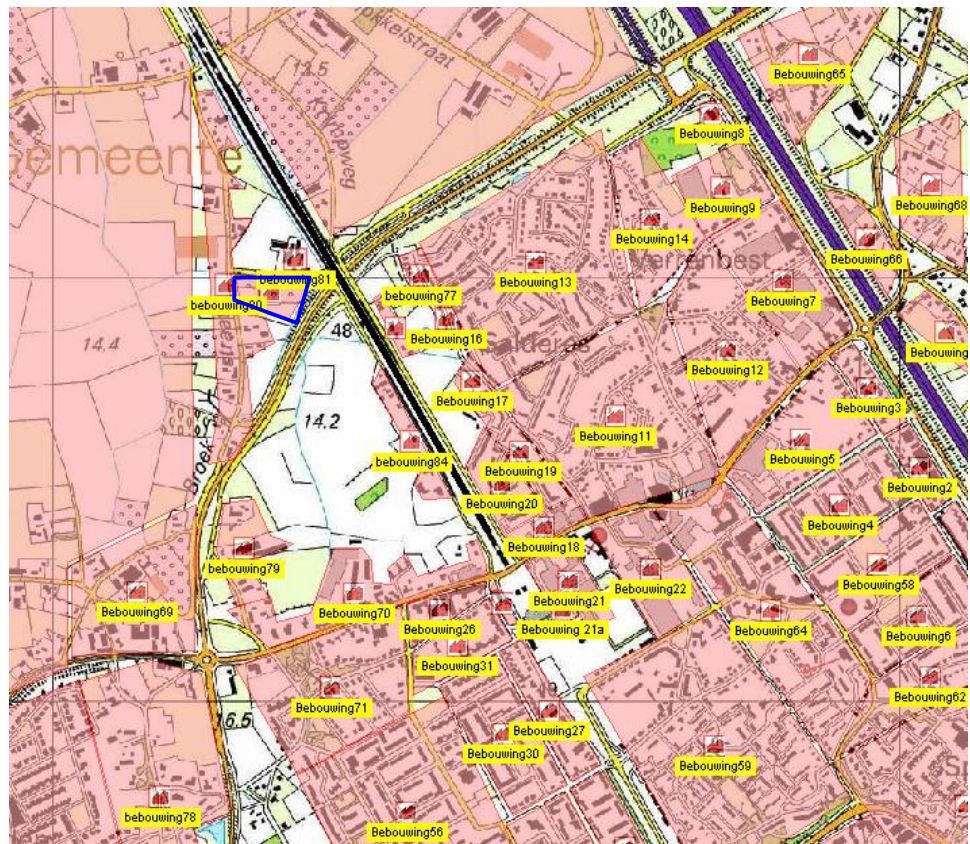
Binnen het invloedsgebied heeft een inventarisatie plaatsgevonden van de personendichtheden van de werkelijke situatie. Hierbij is het uitgangspunt dat de bestemmingsplannen volledig benut zijn. Omdat er geen verborgen bestemmingsplancapaciteit aanwezig is, heeft de inventarisatie plaatsgevonden op bestemmingsplancapaciteit.

Voor de inventarisatie van personendichtheden zijn de volgende aannames gedaan (gebaseerd op de Handreiking verantwoordingsplicht groepsrisico en de PGS 1 deel 6):

- Per woning of appartement is uitgegaan van een gemiddelde van 2,4 personen (met een aanwezigheidspercentage van 100% gedurende de nacht en 50% gedurende de dag).
- Bij de bestemming bedrijven is uitgegaan van 1 werkzaam persoon per 100 m² b.v.o. of 40 pers/ha met een aanwezigheid van 100% gedurende de dag en 21% gedurende de nacht.
- Bij de bestemming kantoren is uitgegaan van 1 werkzaam persoon per 30 m² b.v.o.
- Bij de bestemming school (incl. peuterspeelzalen) is uitgegaan van het aantal leerlingen/ studenten van de instelling dat afkomstig is uit het scholenbestand van de gemeente Best.
- Voor het Theater Bio-Best is uitgegaan van het aantal bioscoopstoelen aanwezig op de locatie en daarbij de aanwezigheidsgegevens voor een bioscoop uit de PGS gehanteerd. De PGS hanteert een aanwezigheid van 51% gedurende de dag en 36 % gedurende de nacht.
- Voor de Mc Donalds is aangenomen dat hier maximaal 125 personen aanwezig zijn. Hierbij is een aanwezigheidspercentage van 100% gedurende de dag en 50% gedurende de nacht gehanteerd.

In bijlage 1 zijn de verschillende ingevoerde bevolkingsvlakken opgenomen.

3. Gebaseerd op RBM1.3.1-afstanden. RBM is het door het IPO (Interprovinciaal Overleg) geaccordeerde rekenmodel van QRA voor vervoer van gevaarlijke stoffen.



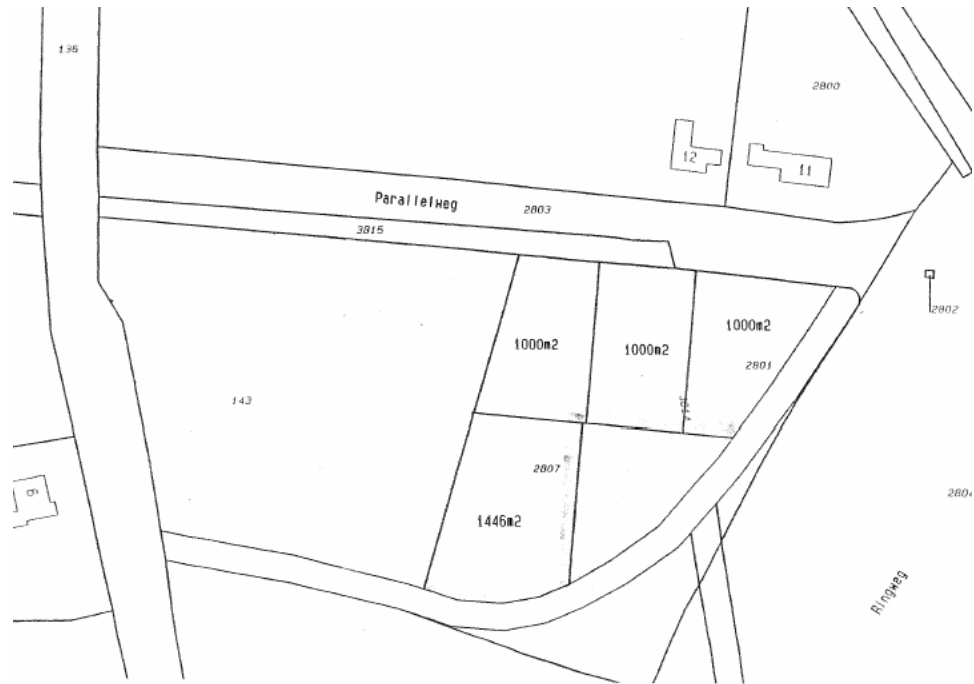
Figuur 3.2.1: Kaartje ligging bevolkingsvlakken

Figuur 3.2.1 laat de bevolkingsvlakken in de nabijheid van het bouwplan zien, op deze figuur is het bouwplan "Stabel" blauw omlijnt. In paragraaf 3.2.2 wordt de geplande ontwikkeling beschreven.

3.2.2 Toekomstige situatie

Zoals beschreven zijn de 14 woningen geprojecteerd net ten zuiden van de Parallelweg. Deze woningen worden gebouwd ter vervanging van 14 woningen die in het plan "Dijkstraten" gesloopt worden. In de QRA is voor de berekening van de toekomstige situatie uitgegaan van zowel de nog te slopen woningen als de nieuw te bouwen woningen. Dit in verband met de gefaseerde overgang van de huidige woningen naar de toekomstige woningen.

De invulling van het plangebied wordt schematisch weergegeven in figuur 3.2.2



Figuur 3.2.2: Ligging bouwplan Stabel

In de risicoberekening is een bevolkingsvlak opgenomen dat representatief is voor de 14 woningen van het bouwplan "Stabel". Het bevolkingsvlak dekt het gebied zoals in figuur 3.2.2 te zien is. In figuur 3.2.1 is het blauw omlijnde gebied het bevolkingsvlak van het bouwplan Stabel.

3.3 Varianten

In de onderliggende QRA zijn twee varianten doorberekend waarmee een goed beeld verkregen wordt van de invloed van het bouwplan Stabel op het groeprisico vanwege het spoortraject. De varianten die zijn berekend zijn:

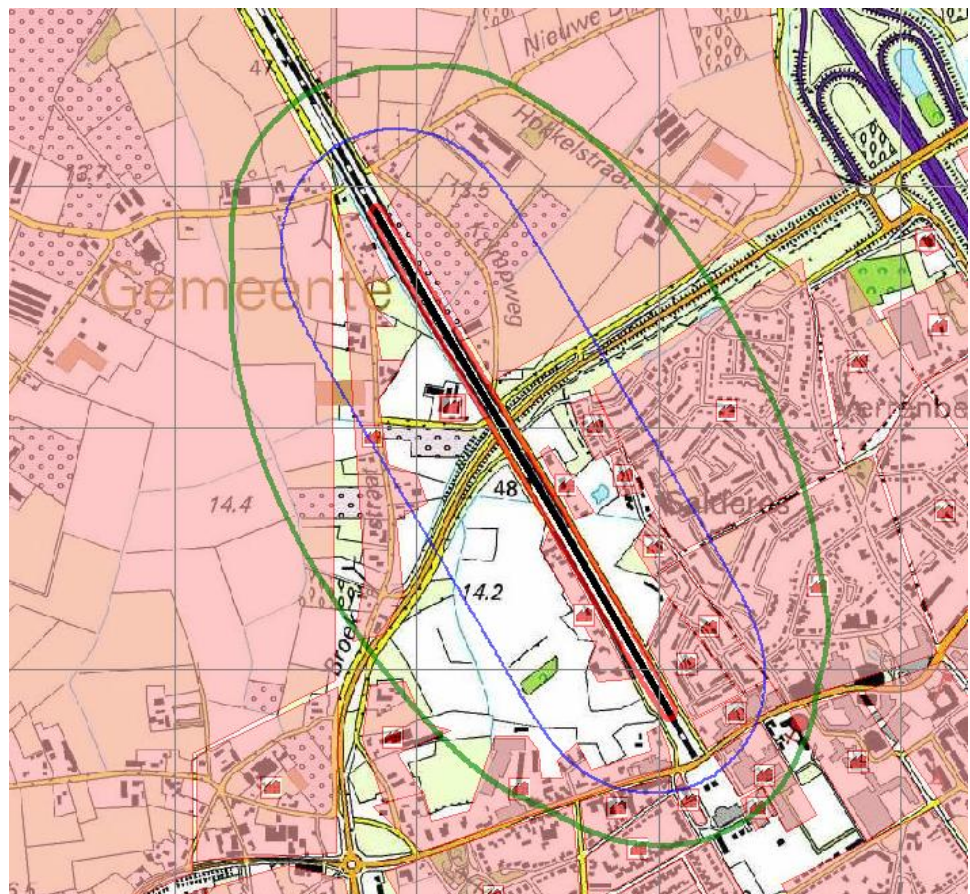
- 1) Huidige situatie zonder de ontwikkeling "Stabel",
- 2) Toekomstige situatie inclusief ontwikkeling "Stabel"

4 Resultaten

In dit hoofdstuk staan de uitkomsten van de berekeningen die zijn uitgevoerd met het programma RBM II. Op basis van deze uitkomsten worden hier de conclusies getrokken.

4.1 Plaatsgebonden risico

Ten aanzien van het plaatsgebonden risico geldt dat het aantal mensen geen invloed heeft op de grootte van de plaatsgebondenrisicocontouren. Derhalve wordt hier volstaan met het weergeven van de contouren voor de huidige bevolkingssituatie. De afstanden in de tabel zijn gemeten vanuit het midden van de buitenste twee spoorbanen.



Figuur 4.1: PR-contouren met van binnen naar buiten de 10-, 10- en 10-risicocontour

Tabel 4.2: Maximale reikwijdte plaatsgebondenrisicocontouren

Plaatsgebondenrisicocontour	Afstand in meters
10^{-6} /jaar	circa 14
10^{-7} /jaar	circa 250
10^{-8} /jaar	circa 490

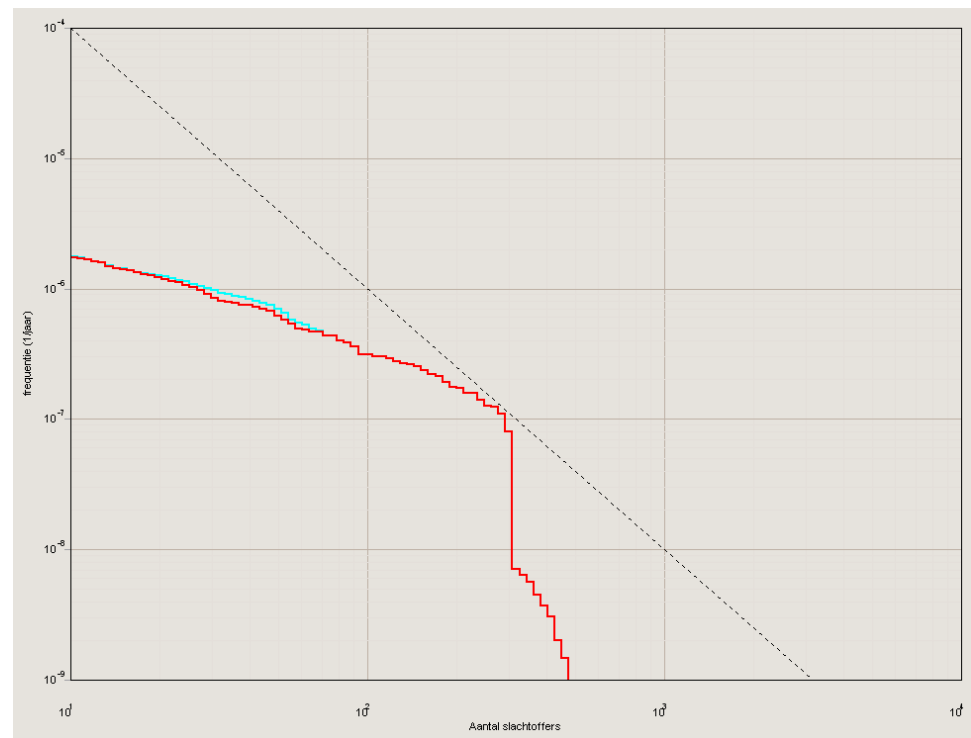
Uit berekening in het risicoberekeningsmodel RBM II blijkt dat het vervoer van gevaarlijke stoffen een plaatsgebondenrisicocontour van 10^{-6} per jaar oplevert van circa 14 meter. De contour reikt niet over het plangebied.

4.2 Groepsrisico

Voor de twee situaties zoals vermeld in paragraaf 3.3 is het groepsrisico van de huidige en toekomstige situatie over de meest risicovolle kilometer berekend.

Voor de huidige situatie (scenario 1) is de hoogte van het groepsrisico in figuur 4.2.1 weergegeven met de rode lijn. Uit de berekeningen blijkt dat het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde ligt.

Voor de toekomstige situatie (scenario 2) is de hoogte van het groepsrisico in figuur 4.2.1 weergegeven met de licht blauwe lijn. Uit de berekeningen blijkt dat het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde ligt.



Figuur 4.2.1: Het berekende groepsrisico voor de huidige (rood) en toekomstige (blauw) situatie

Vergelijking van de situaties laat zien dat door de ontwikkeling van het bouwplan "Stabel" het groepsrisico toeneemt. De toename van het groepsrisico is alleen waarneembaar in het begin van de curve, hierna lopen de GR curven van de huidige situatie en toekomstige situatie gelijk. Dit is te verklaren door het kleine aantal personen dat het bouwplan "Stabel" mogelijk maakt.

Verhouding ten opzichte van oriëntatiewaarde.

Voor de hoogte van het groepsrisico t.o.v. de oriëntatiewaarde kan gebruikgemaakt worden van de normwaarde (overschrijdingsfactor). Deze waarde geeft door middel van een factor de hoogte van het groepsrisico t.o.v. de oriëntatiewaarde weer. Bij een factor lager dan 1 ligt het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde, bij een factor groter dan 1 ligt het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde.

Tabel 4.2.1: Overschrijdingsfactoren oriëntatiewaarde

Situatie	Verhouding ten opzichte van oriëntatiewaarde. [maximale overschrijding bij aantal doden]
situatie 0	0,952 bij 276 doden
situatie 1	0,952 bij 276 doden

5 Conclusie

In de gemeente Best vindt over het spoortraject Boxtel-Eindhoven vervoer van gevaarlijke stoffen plaats. Aan het vervoer van gevaarlijke stoffen zijn risico's verbonden. Nabij het spoor is het bouwplan Stabel voorzien.

5.1 Plaatsgebonden risico (PR)

Uit de berekening voor de spoorlijn blijkt een PR 10^{-6} per jaar van circa 14 meter vanuit het midden van de buitenste twee sporen. De PR 10^{-6} per jaar reikt niet tot over het plangebied. De wettelijk vereiste basisbescherming kan geboden worden.

Het plaatsgebonden risico, ten gevolge van het vervoer van gevaarlijke stoffen over de doorgaande spoorlijn van Boxtel naar Eindhoven, vormt geen belemmering voor de beoogde ontwikkelingen van het plangebied.

5.2 Groepsrisico (GR)

Op basis van de berekeningen met de blijkt dat zowel in de huidige situatie als de toekomstige situatie het groepsrisico onder de oriëntatiewaarde ligt.

5.3 Verantwoordingsplicht

In de cRVgs is een verplichting tot verantwoording van het groepsrisico opgenomen. Vanuit de 'circulaire' dient aandacht aan de verantwoording gegeven worden wanneer het groepsrisico boven de oriëntatiewaarde ligt of wanneer het groepsrisico (significant) toeneemt. Bij de verantwoordingsplicht dient het bevoegd gezag op een juiste wijze de toename en ligging van het groepsrisico te onderbouwen en te verantwoorden. Hierbij geeft het bevoegd gezag aan of het groepsrisico in de betreffende situatie aanvaardbaar wordt geacht.

In deze situatie is niet direct af te leiden of een verantwoording volgens de wet noodzakelijk is. Het bevoegd gezag dient hier een uitspraak over te doen.

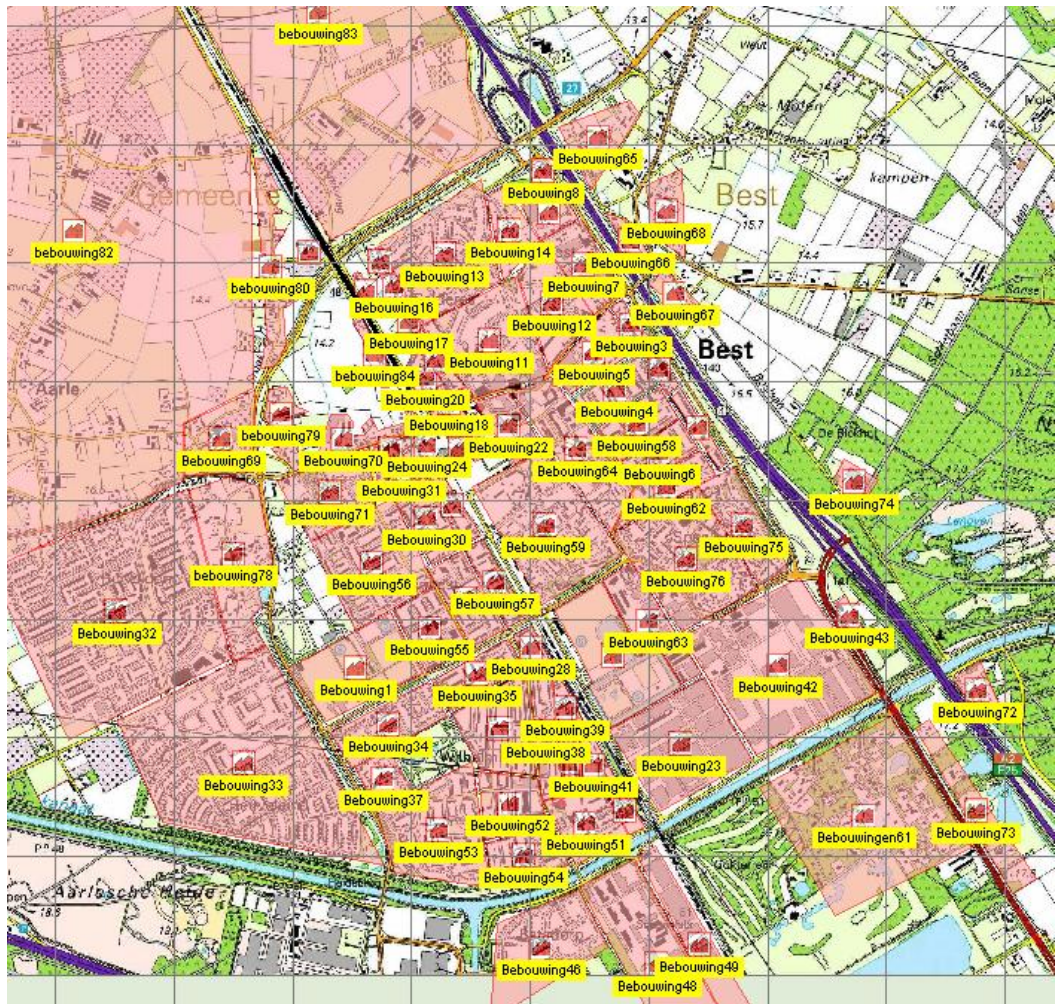
Referenties

- [1] Het Paarse Boek, Richtlijn voor kwantitatieve risicoanalyse (PGS 3), Commissie Preventie van Rampen door gevaarlijke stoffen, Den Haag, eerste druk, 2000
- [2] VROM-document, Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 1 Deel 6: Aanwezigheidsgegevens. <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=22297>. december 2003
- [3] Save-rapport, Rekenprotocol Vervoer Gevaarlijke Stoffen per Spoor, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Deventer, 2005
- [4] Handreiking Verantwoordingsplicht Groepsrisico. Ministerie van VROM (november 2007)

Bijlage 1 Bevolking

Inventarisatie van de personendichtheden

De bevolking in de omgeving van het bouwplan is geïnventariseerd aan de hand van de werkelijke situatie. In figuur I.1 is het overzicht te vinden van alle ingevoerde bevolkingsvlakken en hun locatie. In de figuur I.2 is de bijbehorende tabel met het aantal personen per bevolkingsvlak gegeven.



Figuur I.1 Ligging bevolkingsvlakken rondom bouwplan

Naam	Omschrijving	Aantal mensen
-	-	1/ha
Bebouwing4	woningen	dag: 49,74, nacht: 99,28
Bebouwing76	woningen+schoolzevensprong	dag: 19,91, nacht: 11,06
Bebouwing75	woningen	dag: 26,63, nacht: 53,12
Bebouwing74	Bedrijf	dag: 7,508, nacht: 0
Bebouwing72	woningen e.d.	dag: 18,5, nacht: 36,99
Bebouwing73	woningen	dag: 1,316, nacht: 2,631
Bebouwing71	woningen	dag: 14,98, nacht: 29,86
Bebouwing70	58 woningen	dag: 13,59, nacht: 27,19
Bebouwing69	industrie	dag: 40, nacht: 8
Bebouwing68	wonen + agrarisch	dag: 2,758, nacht: 3,907
Bebouwing67	?	dag: 10,15, nacht: 14,71
Bebouwing66	woningen	dag: 25,26, nacht: 50,51
Bebouwing64	woningen+gemeentehuis+winkelcentra	dag: 88,17, nacht: 101,9
Bebouwing65	wonen en agrarisch	dag: 6,099, nacht: 8,736
Bebouwing63	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing62	woningen	dag: 33,41, nacht: 66,82
Bebouwingen61	woningen	dag: 4,024, nacht: 8,048
Bebouwing59	woningen+peuterspeelzaal BamBam	dag: 58,55, nacht: 79,19
Bebouwing58	woningen+School Tweesprong	dag: 70,13, nacht: 69,13
Bebouwing57	woningen	dag: 103, nacht: 205,7
Bebouwing56	woningen	dag: 39,74, nacht: 79,48
Bebouwing55	woningen+peuterschool ark	dag: 70,4, nacht: 97,16
Bebouwing54	woningen	dag: 37,61, nacht: 75,05
Bebouwing53	woningen	dag: 38,98, nacht: 77,91
Bebouwing52	woningen?	dag: 50,93, nacht: 101,9
Bebouwing51	woningen+school Paerscher+ peuterspeelzaal 't Hummeltje	dag: 75,01, nacht: 47,87
Bebouwing50	woningen	dag: 12,37, nacht: 24,73
Bebouwing49	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing48	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing46	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing44	woningen	dag: 97,3, nacht: 194
Bebouwing43	mc donalds	dag: 152,5, nacht: 76,88
Bebouwing42	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing41	woningen	dag: 39,61, nacht: 78,86

Bebouwing40	woningen	dag: 45,42, nacht: 90,32
Bebouwing39	woningen	dag: 35,65, nacht: 70,73
Bebouwing38	woningen	dag: 57,14, nacht: 114,1
Bebouwing37	woningen	dag: 9,836, nacht: 19,67
Bebouwing36	woningen	dag: 44,34, nacht: 88,68
Bebouwing35	woningen	dag: 65,05, nacht: 130,1
Bebouwing34	woningen	dag: 22,57, nacht: 45,14
Bebouwing33	woningen+School Klimop en Antonius +peuterspeelzaal Hevelhummeltje	dag: 65,81, nacht: 60,7
Bebouwing32	woningen	dag: 28,71, nacht: 57,42
Bebouwing31	woningen	dag: 22,14, nacht: 43,86
Bebouwing30	woningen+school Schakel+heijdonk	dag: 120,1, nacht: 92,76
Bebouwing29	woningen+peuterspeelzaal Smuffertje	dag: 70,41, nacht: 82,69
Bebouwing28	woningen	dag: 73,75, nacht: 147,5
Bebouwing27	woningen+wilhelminaschool	dag: 97,71, nacht: 51,32
Bebouwing26	\woningen	dag: 33,67, nacht: 67,33
Bebouwing24	?	dag: 24,75, nacht: 39,6
Bebouwing23	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing22	\Woningen+zorgcentrum	dag: 131,3, nacht: 167,2
Bebouwing21	industrie+theater	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing20	woningen	dag: 49,24, nacht: 98,02
Bebouwing19	\woningen	dag: 50,9, nacht: 101,8
Bebouwing18	industrie	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing17	woningen	dag: 44,81, nacht: 87,96
Bebouwing16	woningen	dag: 50,82, nacht: 99,76
Bebouwing14	woningen	dag: 19,75, nacht: 39,5
Bebouwing13	woningen+peuterspeelzaal 't Debberke	dag: 53,89, nacht: 70,72
Bebouwing12	woningen?	dag: 26,99, nacht: 53,97
Bebouwing11	woningen+school Bernardusschool	dag: 76,8, nacht: 61,57
Bebouwing9	?	dag: 7,472, nacht: 10,53
Bebouwing8	?	dag: 329,8, nacht: 0
Bebouwing10	woningen	dag: 10,28, nacht: 20,55
Bebouwing7	industrie?	dag: 40, nacht: 8,4
Bebouwing6	\woningen	dag: 53,05, nacht: 106,1
Bebouwing5	woningen+Bib	dag: 30,31, nacht: 30,31
Bebouwing3	woningen	dag: 21,54, nacht: 43,09
Bebouwing2	kantoren?	dag: 273,6, nacht: 0
Bebouwing1	Industrie+Heerbeekcollege	dag: 59,05, nacht: 0
bebouwing77	20woningen	dag: 32,86, nacht: 65,72
bebouwing78	incidenteel	dag: 2,5, nacht: 5
bebouwing79	2w	dag: 1,029, nacht: 2,057
bebouwing80	Lintbebouwing, 15w	dag: 2,73, nacht: 5,46
bebouwing81	Niet ingevuld	dag: 56, nacht: 80
bebouwing82	agraris	dag: 0,4753, nacht: 0,9506
bebouwing83	agraris	dag: 0,5, nacht: 1
bebouwing84	12woningen	dag: 11,19, nacht: 22,38
Bebouwing 21a	Theater Bio-Best	dag: 401,9, nacht: 282,8
Bebouwing 63A	Recreatiegebied	dag: 23,75, nacht: 4,75

Tabel I.1 Tabel uit rekenmodel RBM 1.3.0 met bevolkingsbestanden

Bijlage 2 RBMII-frequentieberekening Warme BLEVE

Toelichting

In RBMII wordt het risico van een warme BLEVE gemodelleerd met behulp van de parameter "aantal C3 Wagons"⁴. De parameter kan alleen worden ingevoerd wanneer sprake is van gecombineerd vervoer (bonte treinen) brandbaar gas en brandbare vloeistoffen. Deze waarde betreft de verhouding tussen een warme en koude BLEVE en wordt conform het rekenprotocol berekend met de volgende relatie:

$$\text{Lage snelheid: } < 40 \text{ km/hr} \quad 19,5 * \frac{\overline{N}_{bvl}}{\overline{N}_{bg}} * P(\text{contact})$$

$$\text{Hoge snelheid: } > 40 \text{ km/hr} \quad 39 * \frac{\overline{N}_{bvl}}{\overline{N}_{bg}} * P(\text{contact})$$

$\overline{N}_{bvl}$ = gemiddeld aantal wagens brandbare vloeistof in een bonte trein voor een baanvak;

$\overline{N}_{bg}$ = gemiddeld aantal wagens brandbaar gas in een bonte trein voor een baanvak;

P_{contact} = De kans op het naast elkaar (komen te) staan van een wagen met brandbaar gas en een wagen met brandbare vloeistof in dezelfde trein.

Waarin:

$$\overline{N}_{bg} = \frac{N_{bg}(\text{bont})}{N_{\text{bont}} \times (100 / GS)} N_{\text{tot}}$$

$$\overline{N}_{bvl} = \frac{N_{bvl}(\text{bont})}{N_{\text{bont}} \times (100 / GS)} N_{\text{tot}}$$

N_{tot} = gemiddelde aantal wagens in een trein (= 20 wagens). Deze factor is nodig om weer het gemiddelde aantal wagens met gevaarlijke stof per trein te berekenen;

$N_{bvl(\text{bont})} N_{bg(\text{bont})}$ = totaal aantal wagens brandbare vloeistof of brandbaar gas in bonte treinen voor een baanvak;

N_{bont} = totaal aantal wagens met gevaarlijke stoffen in bonte treinen voor een baanvak;

GS = percentage vervoer van voor externe veiligheid relevante gevaarlijke stoffen
(=10%)⁵;

N_{tot} = gemiddelde aantal wagens in een trein (= 20 wagens). Deze factor is nodig om
weer het gemiddelde aantal wagens met gevaarlijke stof per trein te berekenen.

$$P_{\text{contact}} = \left\{ \frac{2}{N_{\text{tot}}} \times \frac{\bar{N}_{\text{bg}}}{(N_{\text{tot}} - 1)} \right\} + \left\{ \frac{(N_{\text{tot}} - 2)}{N_{\text{tot}}} \times \left[\frac{\bar{N}_{\text{bg}}}{(N_{\text{tot}} - 1)} + \frac{(N_{\text{tot}} - \bar{N}_{\text{bg}} - 1)}{(N_{\text{tot}} - 1)} \times \frac{\bar{N}_{\text{bg}}}{(N_{\text{tot}} - 2)} \right] \right\}$$

N_{tot} = totaal aantal wagens in een trein

$\bar{N}_{\text{bg}}$ = gemiddeld aantal wagens brandbaar gas (of toxisch gas) in een trein

5. 10% GS is gebaseerd op de "second opinion Basisnet Spoor" van het RIVM
d.d. 13 maart 2003. 10% is het landelijk gemiddelde.

Berekening

Frequentie berekening warme BLEVE

Traject 1

Invoergegevens				
Aantal wagons (bont)	A	13410	Ntot	20
	B2	5710	GS	10%
	C3	4310		
	D3	4550		
	D4	450		
	Nbg	0,9		
	Nbvl	0,3		

P-contact	
Pa:	
Pz =	1,00E-01
Pbg =	4,97E-02
Pa =	4,97E-03 (= Pz * Pbg)
Pb:	
Pm =	9,00E-01
P1 =	4,97E-02
Pr-nl =	4,98E-02
Pb =	8,95E-02 (= Pm * (P1 + Pr-nl))
P3 =	0,09

	Invoeren in RBMII
<40km/hr (19,5 nbvl/Nbg*p-contact)	0,6
>40km/hr (39 nbvl/Nbg*p-contact)	1,2