

# Veiligheid: een (ruimtelijke) ontwerpvariabele

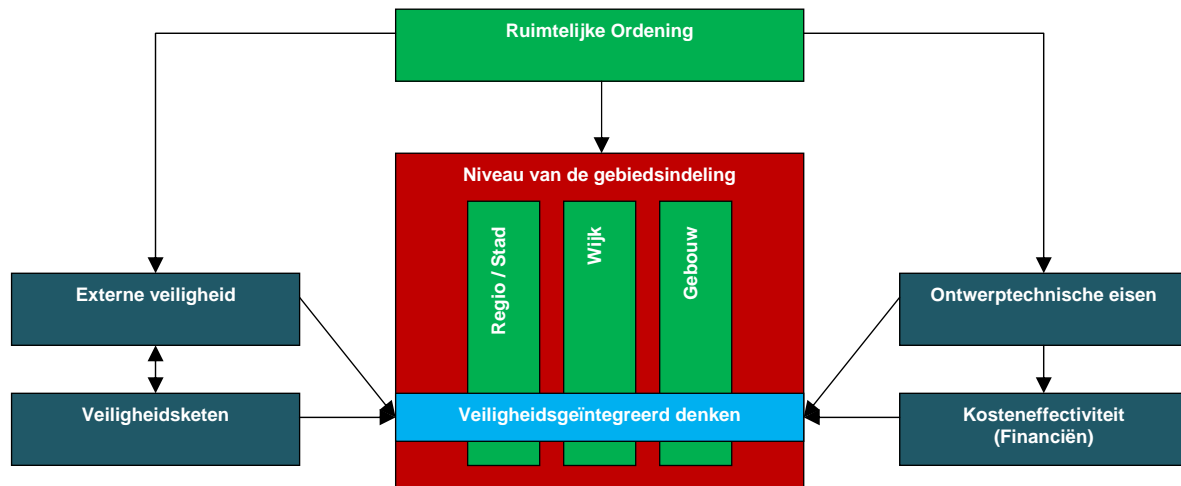
*Dr.ir. Shahid Suddle, TU Delft/SSCM, e-mail s.i.suddle@sscm.nl*

*Veiligheid is een ontwerpvariabele gedurende het ontwerpproces. Na de publicatie van het rapport van SSCM voor het ministerie van VROM in 2007 “veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen” [1], is het veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen geïntroduceerd binnen het vakgebied van de externe veiligheid. Desalniettemin is veiligheidsgeïntegreerd denken bij externe veiligheid en ruimtelijke ordening een relatief nieuw en een ongestructureerd begrip. Om de toegankelijkheid van externe veiligheid voor de ruimtelijke ordening te vergroten, moeten relevante aspecten, die onderdeel vormen van veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen, worden geënclassificeerd. Per scenario moet bekeken worden welke type maatregelen het meest effectief zijn om het groepsrisico te verlagen en / of beheersbaar te maken. Veiligheidsgeïntegreerd denken is de gemeenschappelijke noemer van deze beleidsvelden ruimtelijke ordening, externe veiligheid, economie, de veiligheidsketen en ontwerptechnische aspecten op alle schaalniveaus van de gebiedsindeling (regio / stad, wijk en gebouw). In dit artikel wordt een causaal verband gelegd tussen (ruimtelijke) ontwerpvariabelen per schaalniveau van de gebiedsindeling en mogelijke ongevalsscenario's met gevaarlijke stoffen.*

## 1. Inleiding

In het ontwerp van de wettelijke regeling Besluit transportroutes externe veiligheid staat het concept van veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen centraal: hoe om te gaan met ondermeer de functionele indeling van onder andere de ruimte tussen de transportas en de bebouwing. Maar ook: met welke aspecten moet bijv. ruimtelijke ordening en / of rampenbestrijding rekening houden om (externe) veiligheid in een vroeg stadium mee te nemen in het (ontwerp)proces? Hierbij gaat het om zowel het “veiligheidsbewust bestemmen van locaties” als het “veiligheidsbewust invullen van bestemde locaties”. Dit artikel geeft antwoord op deze vragen middels een ordeningsmodel voor veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen. In het ordeningsmodel is het veiligheidsgeïntegreerd denken gekoppeld met de beleidsvelden ruimtelijke ordening, externe veiligheid, economie, de veiligheidsketen en ontwerptechnische aspecten op alle schaalniveaus van de gebiedsindeling (regio/stad, wijk en gebouw). Dit is weergegeven in figuur 1. De elementen van dat ordeningsmodel zijn onder meer nodig om externe veiligheid binnen het taakveld ruimtelijke ordening beter in kaart te brengen. Het ordeningsmodel geeft inzicht in de keuzes - sturingsmogelijkheden - die gemaakt kunnen worden door (hogere) overheden op alle schaalniveaus van de gebiedsindeling (regio/stad, wijk en gebouw) om veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen daadwerkelijk toe te passen.

Deze methodiek staat haaks op de traditionele benadering, waarin (externe) veiligheid als toetsinstrument beschouwd: hoe groot is het risico en kunnen er maatregelen nog worden genomen in het ontwerpproces. Het ordeningsmodel biedt daarentegen de mogelijkheid om (externe) veiligheid als een ontwerpvariabele te beschouwen, waarin de integratie van veiligheidsmaatregelen primair het uitgangspunt vormen van het verdere ontwerpproces en dus ook de risico's.



*Figuur 1 Relatie tussen veiligheidsgeïntegreerd denken op verschillende schaalniveaus van de gebiedsindeling bij verschillende beleidsvelden.*

De scope van het artikel richt zich primair op het inzicht in de ruimtelijke ordeningsmogelijkheden, waarmee veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen mogelijk is. Het gaat hierbij om het causaal verband tussen (ruimtelijke) ontwerpvariabelen per schaalniveau van de gebiedsindeling en mogelijke ongevalsscenario's met gevaarlijke stoffen. Hierbij kan worden verondersteld dat de oorzaak en het gevolg en de oorzaak voorafgaand aan het gevolg soms lastig aantoonbaar is.

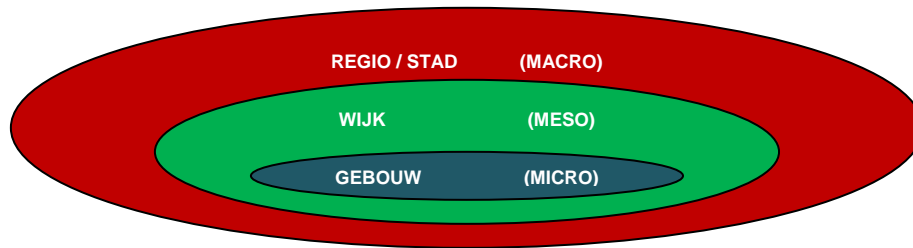
## 2. Analyse van parameters van het schaalniveau van de gebiedsindeling

### 2.1 De schaalniveaus van de gebiedsindeling van RO

Om het juiste schaalniveau van de gebiedsindeling te kunnen koppelen met de veiligheidsketen, c.q. rampenbestrijding en hulpverlening, moeten die schaalniveaus ontleed worden. Een indeling voor de schaalniveaus van de gebiedsindeling bij RO kan als volgt weergegeven worden:

1. Regio / stad niveau (landelijk, provinciaal, regionaal of gemeentelijk niveau) (Macro)
2. Wijkniveau (inrichting van een wijk / stedenbouwkundig ontwerp, stadsdeel) (Meso)
3. Gebouw niveau (individuele bebouwing, object) (Micro)

Deze schaalniveaus hebben een directe relatie met elkaar (figuur 2). Op een regio / stad niveau wordt in een visie de gewenste ruimtelijke ontwikkeling in een regio of een gemeente aangegeven. Dit dient als uitgangspunt voor de ruimtelijke invulling op het wijk niveau aan de hand van een bestemmingsplan. Een bestemmingsplan is een gemeentelijk plan op wijk niveau dat bindend is voor de burgers, waarin de ruimtelijke inrichting (functies, bestemmingen) heel precies is vastgelegd c.q. bestemd. Op het gebouw niveau wordt op zijn beurt weer ingegaan op het ontwerp van individuele gebouwen binnen een bestemmingsplan. De situering van het gebouw ligt op dit niveau min of meer vast.



*Figuur 2 De relaties van verschillende schaalniveaus binnen de ruimtelijke ordening.*

## 2.2 Ruimtelijke parameters op het niveau van de regio / stad

Bij het bepalen van een landelijke, provinciale, regionale of een stedelijke structuurvisie is het van belang om conceptuele kaders te schetsen voor de ruimtelijke ontwikkeling en de indeling. De visie moet de basis vormen voor de processen en de (technisch) inhoudelijke aspecten van externe veiligheid (EV) in lokale ontwikkelingen (zoals onder meer infrastructuur, bedrijvigheid, bouwwerken, evenementen en planontwikkelingen). Dit gebeurt middels het vaststellen van een ruimtelijke structuurvisie of een beleidsvisie externe veiligheid op regionaal of stedelijk niveau. Op het niveau van de regio / stad kunnen de volgende drie parameters - gerelateerd aan veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen - van belang zijn:

- ❖ Scheiden van functies (scheiden van risicobron en -ontvanger)
- ❖ Clusteren van functies (clusteren van risicobronnen en clusteren)
- ❖ Combineren van functies (onafhankelijke functies, bijv. risicobronnen en -ontvangers dicht bij elkaar realiseren).

*Intermezzo: voorbeelden scheiden, clusteren en combineren van functies:*

### *Scheiden van functies:*

- ❖ Geen (kwetsbare) bebouwing in de nabijheid van transportassen met gevaarlijke stoffen
- ❖ Geen transport van gevaarlijke stoffen langs bebouwd gebied (routing)
- ❖ Geen ruimtelijke ontwikkelingen langs transportassen
- ❖ Personenvervoer scheiden van het vervoer van gevaarlijke stoffen (Betuwelijn).

### *Clusteren van functies:*

- ❖ Bundeling van (verschillende type) infrastructuur, zoals een spoorlijn langs de snelweg
- ❖ Intensivering van ruimtegebruik in woonwijken op grote afstand van transportassen met vervoer gevaarlijke stoffen middels hoogbouw
- ❖ Productie en verwerking van een toxische gas op één locatie
- ❖ Clusteren van risicobedrijven met een aantrekkende werking van vervoer gevaarlijke stoffen op bedrijventerreinen
- ❖ Vestiging bedrijventerreinen langs Basisnet
- ❖ Een transportroute gevaarlijke stoffen intensiever benutten voor het transport van gevaarlijke stoffen.

### *Combineren van functies:*

- ❖ Bebouwing in de nabijheid van transportassen met gevaarlijke stoffen, zoals stationslocaties en snelwegen
- ❖ Bouwen boven chemische installaties (bijv. het Bruggebouw Unilever in Rotterdam)
- ❖ Overbouwingen.

Op het niveau van de regio / stad kan het ontstaan van nieuwe EV-knelpunten worden tegengegaan door simpelweg meer ruimte tussen de risicobron en -ontvanger te bewaren. Dit heet “veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen”. Dit kan door het scheiden van functies en meestal ook door het clusteren van functies. Op dit niveau kunnen landelijke sleutelprojecten of regionale / stedelijke ontwikkelingsgebieden of herstructurering -of transitiegebieden geambieerd en / of aangewezen worden. Dit niveau richt zich op voornamelijk (boven)stedelijk niveau en kan elementen schetsen die risicosituaties op langere termijn moeten voorkomen. Veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen is niet altijd haalbaar, omdat meerdere belangen tegenstrijdig kunnen zijn.

Echter, EV problematiek ontstaat juist in een zgn. “compacte stad” waarin de toenemende bebouwing rondom infrastructuur met transport van gevaarlijke stoffen gewenst is. Binnen een compacte stad worden functies zoals wonen, werken en recreëren geconcentreerd, gemengd en soms op elkaar gestapeld. Compact bouwen heeft positieve effecten zoals de bijdrage die geleverd kan worden aan de beperking van de mobiliteit, de voorkoming van de aantasting van (natuur)gebieden buiten de stad en de mogelijke besparing van energie. Het nadeel van het compact bouwen kan echter concentratie van EV risico's zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij intensief en compact bebouwen rondom stationslocaties. Dit betekent dat het treffen van maatregelen bij het combineren van functies op het niveau van een wijk (en op gebouwniveau) gezocht moeten worden.

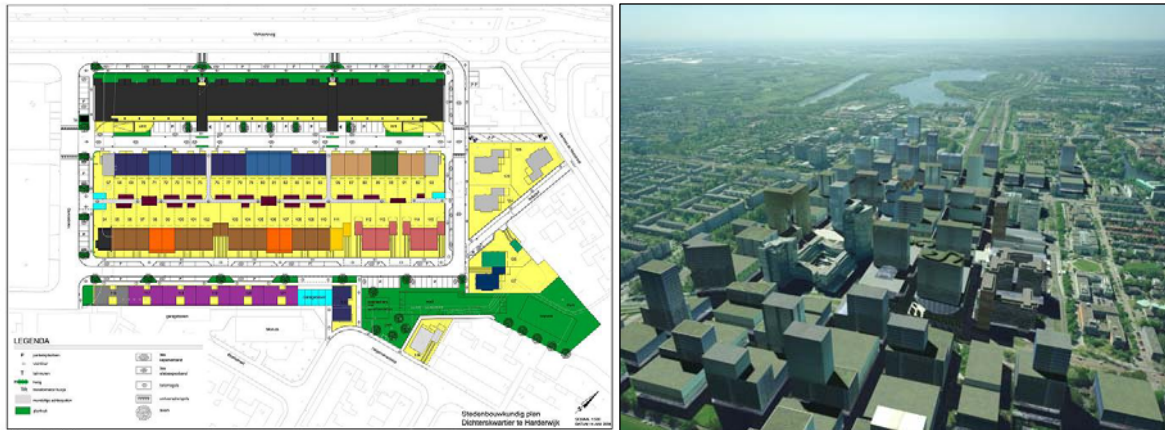
### *2.3 Ruimtelijke parameters op het niveau van de wijk*

Bij de analyse van ruimtelijke parameters op het schaalniveau van de wijk gaat het voornamelijk om hoe de ruimte van de bestemming “veiligheidsbewust” wordt ingedeeld vanaf het punt waarbinnen geen kwetsbare objecten mogen worden bestemd tot aan de grens van het invloedsgebied van het groepsrisico (1% letaal).

Op het niveau van de wijk moeten functies veiligheidsgeïntegreerd worden. Indien een gemeente wenst om te bouwen langs een transportas (bijv. een stationslocatie), dan gaat het erom welke functies en bestemmingen binnen een ruimtelijk ontwerp c.q. masterplan vanaf de  $10^6$  contour worden toebedeeld aan de ruimte langs de transportas. Hierbij gaat het om functies zoals kantoren, woningen, openbare ruimtes, sportvelden, horeca-aangelegenheden etc. Door veiligheidsbewust ruimtegebruik kunnen groepen mensen beschermd worden tegen calamiteiten op de infrastructuur. Er bestaat een relatie tussen stedenbouwkundige ontwerpprincipes versus EV. Een van de belangrijkste parameters die op het niveau van de wijk het groepsrisico (GR) beïnvloeden, is het al dan niet compact bouwen (zie figuur 3). Dit is afhankelijk van diverse (ruimtelijke) parameters al dan niet gecombineerd met de aard van het risico waar het gebied aan blootgesteld wordt. Een aantal voorbeelden van parameters - met name omgevingsgerelateerde - voor veiligheidsgeïntegreerd ordenen op het niveau van de wijk:

#### *Omgevingsgerelateerde parameters:*

- ❖ Situering van gebouwen
- ❖ Functionele indeling en inrichting van de openbare ruimte (functies binnen bestemmingsplan)
- ❖ Beschermingsniveau van mensen
- ❖ Bezettingsgraad (aantal personen in het invloedsgebied per hectare per tijdseenheid)
- ❖ Bebouwingsdichtheid (het gemiddeld aantal gebouwen per hectare)
- ❖ Hoogte van de bebouwing
- ❖ Afstand bebouwing en infrastructuur
- ❖ Mate van zelfredzaamheid (is met name gerelateerd aan de functie van een gebouw) van mensen binnen gebouwen (kwetsbaarheid object, type mensen).



Figuur 3 Veiligheidsgeïntegreerd ordenen: lage bebouwingsdichtheid (links) in een woonwijk versus een hoge bebouwingsdichtheid (intensief en meervoudig ruimtegebruik) bij de Zuid As, Amsterdam (rechts).

Een relatief hoog groepsrisico wordt veroorzaakt door een hoge bebouwingsdichtheid binnen de letaliteitscontouren en het transport van gevaarlijke stoffen zelf. Deze hoge bebouwingsdichtheid is afhankelijk van de bezettingsgraad en dus van de functionele indeling van de ruimte langs de transportas met gevaarlijke stoffen. De functionele indeling van een gebied binnen een bestemmingsplan bepaalt de hoogte van het GR. Tevens is het beschermingsniveau van mensen bij relatief kleine calamiteiten, zoals een plasbrand, een zeer essentieel parameter voor veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen. Voorbeeld: een groep mensen op een open sportveld staat bloot aan het effect van een plasbrand op het spoor. Dezelfde groep mensen wordt binnen een gebouw beschermd door de gevel van het gebouw, voor een dergelijk plasbrandscenario. Dit betekent dat het sturen op deze genoemde parameters binnen het niveau van de wijk opgenomen moet worden opdat er een veiligheidsgeïntegreerd geordend kan worden.

Opgemerkt moet worden dat de vervoersgerelateerde parameters nauwelijks gestuurd kunnen (en moeten) worden op een wijk niveau, terwijl omgevingsgerelateerde parameters juist wel op dat niveau geregeld kunnen worden (zie ook paragraaf 2.5). Hooguit kan een routing voor vervoer van gevaarlijke stoffen voorkomen dat er routeplichtige stoffen door het desbetreffend stadsdeel worden vervoerd. Tevens hebben de genoemde parameters van de omgevingszijde onderlinge relatie met elkaar. Bijvoorbeeld is de hoogte van gebouwen afhankelijk van de bebouwingsdichtheid van een bepaald gebied. Dit betekent dat variaties in deze omgevingsgerelateerde parameters verschillende alternatieven op leveren.

#### 2.4 Parameters op het niveau van het gebouw

Op het schaalniveau van het gebouw gaat het om individuele gebouwen binnen het bestemmingsplan, waarvan de situering min of meer vastligt (figuur 4). Op het schaalniveau van het gebouw is "veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen" het motto. Tevens is binnen dit schaalniveau "de ruimte tussen de infrastructuur met transport van gevaarlijke stoffen en de risico-ontvanger (gebouwen langs die transportas)" van belang. Op dit niveau gaat het om de maatregelen die getroffen kunnen worden aan individuele gebouwen of gebouwcomponenten. Centraal op dit schaalniveau is de vraag: hoe moeten gebouwen ontworpen worden gegeven de effecten van scenario's die kunnen plaatsvinden op de infrastructuur. De relatie tussen de bebouwde omgeving en de transportas wordt op dit schaalniveau direct gelegd. Opgemerkt moet worden dat de meeste maatregelen in het kader van veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen op het gebouw niveau slechts aan de *omgevingszijde* (bebouwing) kunnen worden genomen. Voorbeelden van *technische en omgevingsgerelateerde parameters* voor veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen op het gebouw niveau zijn:

- ❖ Type gebouw
- ❖ Robuustheid bouwwerk

- ❖ Brandwerendheid van het gebouw
- ❖ Type constructie van het gebouw
- ❖ Al dan niet hebben van een 2<sup>e</sup> draagweg constructie
- ❖ Vorm van het gebouw
- ❖ Materiaalgebruik van het gebouw
- ❖ Afbouwconstructie van het gebouw
- ❖ Ventilatiesysteem van het gebouw
- ❖ Luchtdichtheid van gebouwen

Deze technische parameters moeten juist op het niveau van een gebouw geregeld worden. Parameters die betrekking hebben op hulpverlening en brandweer zijn beschreven in de publicatie “De integratie van rampenbestrijding en hulpverlening bij ruimtelijke ordening” [2].



*Figuur 4 Veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen op gebouw niveau een voorbeeld van een dichte gevel bij de Koninklijke Bibliotheek, Den Haag. Door dat de gevel “blind” is ontworpen, heeft deze gevel een grote brandwerendheid dan een gevel in glas. Hiermee wordt voorkomen dat de band op de weg sneller overslaat naar het gebouw. Bovendien wordt hiermee de zelfredzaamheid en de mogelijkheid tot snelle evacuatie bevorderd, omdat het langer duurt voordat de brand het gebouw binnendringt.*

### 3. Analyse van parameters in relatie tot ongevalsscenario's

#### 3.1 Inleiding

Er zijn (groveweg) vier hoofdcategorieën van stoffen bij het transport die samen het risico bepalen:

1. Brandbare gassen
2. Toxische gassen
3. Brandbare vloeistoffen
4. Toxische vloeistoffen.

Ongelukken met deze stoffen resulteren grofweg in een viertal (fysische) effecten:

1. Mechanische impacts (bij ontsparingen en aanrijdingen) → 0-30 meter
2. Warmtebelasting (en convectie) → 0-30 meter
3. Piekoverdruk bij explosies → 0-300 meter
4. Toxische belasting → 0-3000 meter.

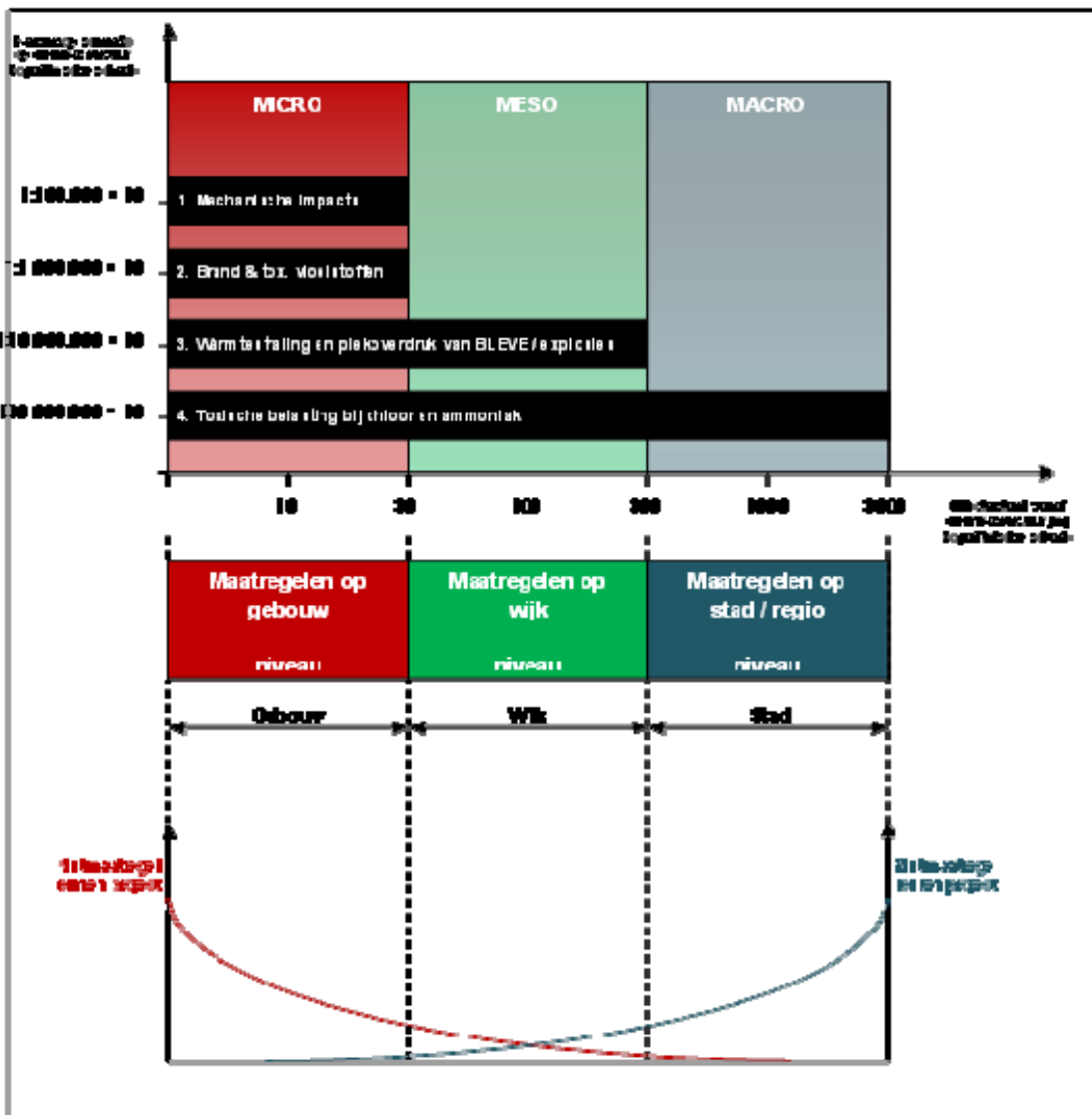
Per fysisch effect kunnen maatregelen getroffen worden op een daar bijbehorend schaalniveau. Dit is de kern van het veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen per schaalniveau. De omvang van effecten van calamiteiten zijn hiervoor gekoppeld aan de schaalniveaus van het gebied.

### 3.2 Causaal verband tussen ontwerpvariabelen en ongevalsscenario's

Als de omvang van fysische effecten van calamiteiten worden gekoppeld aan de schaalniveaus van het gebied, dan ontstaat de schematische weergave van figuur 5 en tabel 1. Uit de horizontale as van figuur 5 is af te lezen dat de effecten van mechanische impacts, warmtebelasting bij plasbranden en veel toxische vloeistoffen voornamelijk op gebouw niveau plaatsvinden (0 - 30 meter). De effecten van de warmtebelasting en piekoverdruk effecten van een BLEVE / explosie hebben betrekking op het niveau van de wijk (0 - 300 meter), oftewel het stedenbouwkundigplan. De effecten van toxische gassen spreiden zelfs over het niveau van een stad (0 - 3000 meter). De kansen op een scenario zijn omgekeerd evenredig met de effectafstand van dat scenario's. Dit wordt in de verticale as van figuur 5 weergegeven. Dit houdt in dat de ene calamiteit eenvoudiger op het gebouwniveau kan worden beheerst dan de andere. Calamiteiten met een grote effectafstand en een bepaald soort fysische belasting, al dan niet gecombineerd met een relatief kleine kans, kunnen nauwelijks worden opgelost op gebouw niveau. Deze kunnen op het schaalniveau van een stad worden opgelost. Calamiteiten met een kleine effectafstand en een relatief grote kans kunnen juist effectief door gerichte maatregelen op gebouw niveau goed beheerst worden waardoor het totale risico sterk kan worden gereduceerd.

Tabel 1: Totaal overzicht van effecten van scenario's per schaalniveau van de gebiedsindeling.

Effect scenario		Schaalniveau van de gebiedsindeling	
1. Mechanische impacts	Botsing	Gebouw	Micro
	Ontsporing	Gebouw	Micro
2. Warmtebelasting bij branden en toxische vloeistoffen	Fakkel	Gebouw	Micro
	Wolkbrand	Gebouw	Micro
	Plasbrand	Gebouw	Micro
	Acrylnitril	Gebouw	Micro
	Acroleïne	Gebouw	Micro
3. Warmtebelasting en piekoverdruk BLEVE	Warme BLEVE	Wijk of Regio / Stad	Meso / Macro
	Koude BLEVE	Wijk of Regio / Stad	Meso / Macro
4. Toxische belasting	Ammoniak	Regio / Stad	Macro
	Chloor	Regio / Stad	Macro



Figuur 5 Het causaal verband tussen (ruimtelijke) ontwerpvariabelen per schaalniveau van de gebiedsindeling en mogelijke ongevalsscenario's met gevaarlijke stoffen: Bijv. bij mechanische impacts (bij ontsporingen en aanrijdingen) en warmtebelasting is de effectafstand 0-30 meter. Dit betekent dat maatregelen tegen dergelijk "kleine" effectafstanden op gebouw niveau kunnen worden genomen. Bij explosies (effectafstand is ongeveer 300 meter) moeten maatregelen op wijk niveau worden genomen en bij toxische belasting (effectafstand 3000 meter) op stedelijk niveau. De (globale) kansen en effecten van ongevallen met gevaarlijke stoffen per schaalniveau van het gebied [1].

#### 4. Veiligheidsgeïntegreerd ontwerp

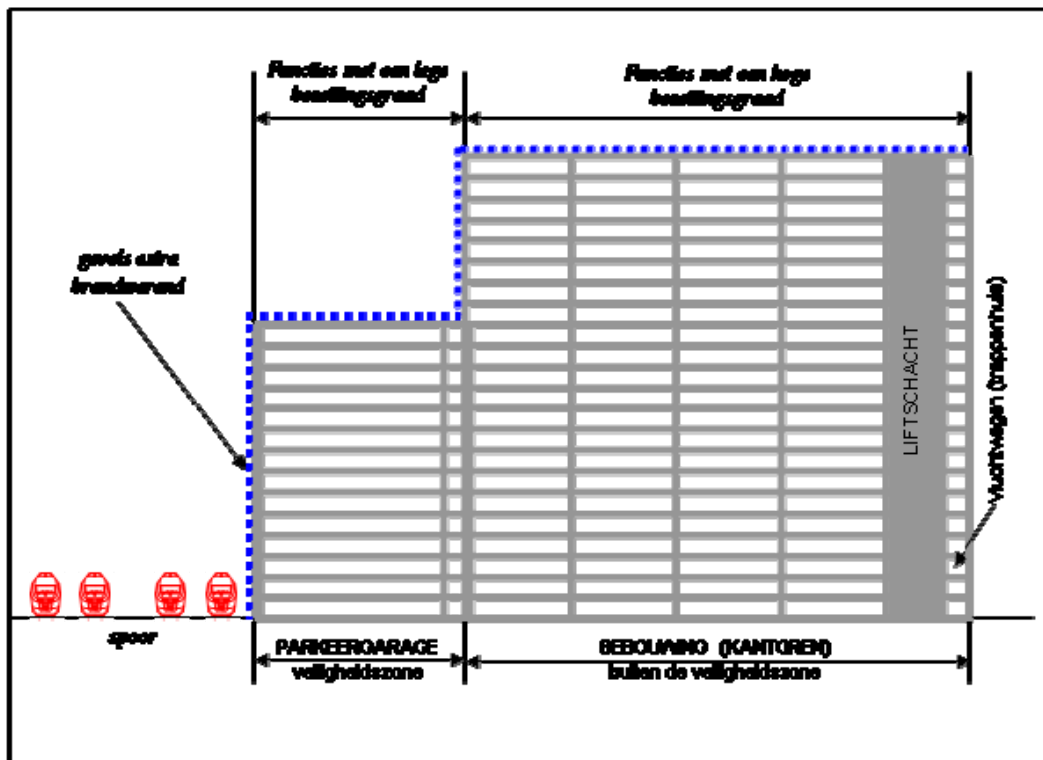
##### 4.1 Velperpoort, Arnhem

Een voorbeeld van een veiligheidsgeïntegreerd ontwerp is schematisch geïllustreerd in Figuur 6. In het project "De Velperpoort" in Arnhem is dit principe toegepast (figuur 7). Hierin is te zien dat er een aantal functionele maatregelen zijn getroffen, gecombineerd met constructieve en bouwkundige maatregelen. Zo is te zien dat de parkeergarage (lage bezettingsgraad) in de veiligheidszone een buffer vormt voor de bebouwing en eventuele calamiteiten (bijvoorbeeld een plasbrand) op het spoor. Daarnaast is de brandwerendheid van de gevel langs het spoor verhoogd door het toepassen van een extra brandwerende laag die effectief werkt tegen de brandbelasting van een plasbrand. Het kantoorgedeelte (hoge bezettingsgraad) is zo ver mogelijk buiten de veiligheidszone gerealiseerd.

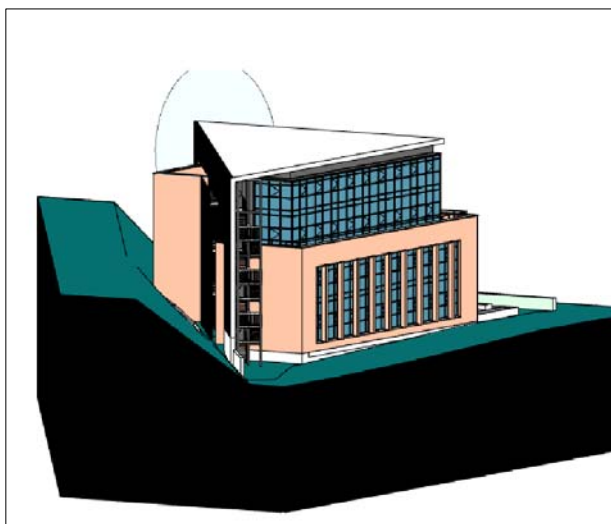


Vervolgens is er rekening mee gehouden dat de liftschacht niet bezwijkt bij een eventuele plasbrand. Derhalve is deze zo ver mogelijk van de bron af gesitueerd. Nooduitgangen / vluchtwegen van de bebouwing zijn eveneens zo ver mogelijk van de infrastructuur gesitueerd om te voorkomen dat bij een mogelijke calamiteit op de infrastructuur, de mensen van het gebouw niet vluchten in de richting van de calamiteit. Eventueel kan gedacht worden om de functies die in het gebouw worden aangebracht, af te stemmen met de vervoerstijdstippen van gevaarlijke stoffen. Echter dit is een zeer progressieve maatregel.

Ook kan er op stedenbouwkundig niveau de veiligheid in het ontwerp geïntegreerd worden door het kantoorgedeelte van het gebouw loodrecht op de infrastructuur te plaatsen en het parkeergedeelte parallel aan de infrastructuur. Hiermee wordt een kleiner oppervlak blootgesteld aan het effect van de calamiteit op de infrastructuur.



*Figuur 6 Een voorbeeld van een veiligheidsgeïntegreerd ontwerp*

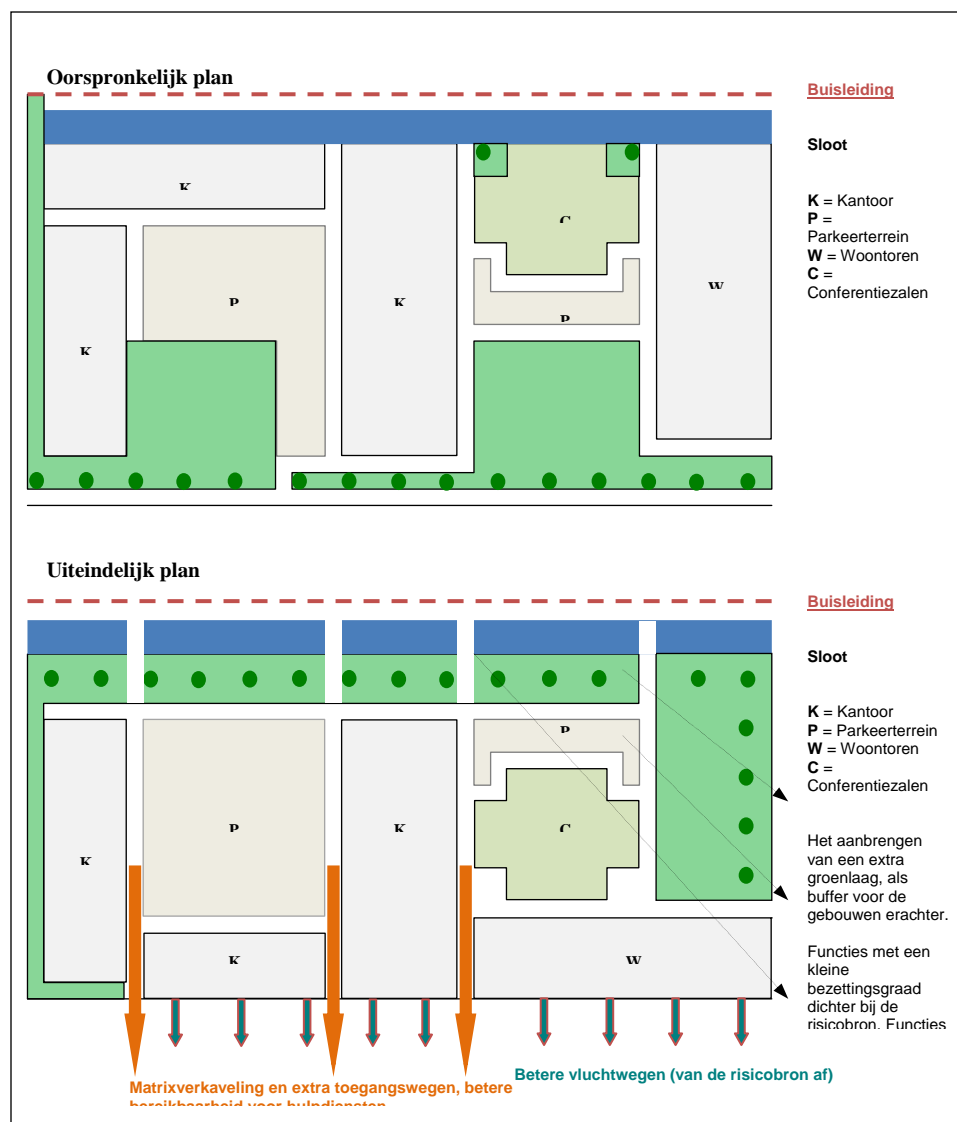


*Figuur 7 De Velperpoort (Arnhem), toepassing van veiligheidgeïntegreerd ontwerpen.*

## 4.2 Gemeente Den Haag

In figuur 8 is dit concept voor een project bij de gemeente Den Haag uitgewerkt bij het realiseren van nieuwbouw langs hogedruk aardgasbuisleidingen. In dit voorbeeld is een extra groenlaag, als buffer voor de gebouwen erachter, aangebracht. Verder zijn functies met een kleine bezettingsgraad dicht bij de risicobron geprojecteerd, terwijl functies met een hoge bezettingsgraad verder van de bron af zijn gesitueerd. Tevens zijn waterlopen aangebracht voor de bevordering van toegangswegen voor de hulpverlening. Waterlopen beperken veelal de toegangswegen voor ohd, maar stimuleren weer de bluswatervoorziening.

De matrixverkaveling en extra toegangswegen zorgen eveneens voor een betere bereikbaarheid van hulpdiensten. Ten behoeve van de zelfredzaamheid zijn de vluchtwegen van het project af gerealiseerd. Dit voorbeeld toont aan dat binnen de veiligheidszone zeker gebouwd kan worden, mits de maatregelen geïntegreerd kunnen worden in het stedenbouwkundig ontwerp. Vooral het combineren van bepaalde functies c.q. de situering van functies en het treffen van bouwkundige en constructieve maatregelen kunnen het risico voor plasbranden en aanrijdingen aanzienlijk reduceren.



Figuur 8 Veiligheidsgeïntegreerd ordenen op bestemmingsplanniveau bij buisleidingen: kwetsbare functies verder van de risicobron af projecteren.

## 5. Causaal verband tussen ontwerpvariabelen en mogelijke ongevalsscenario's

Het causaal verband tussen (ruimtelijke) ontwerpvariabelen per schaalniveau van de gebiedsindeling en mogelijke ongevalsscenario's met gevaarlijke stoffen is in dit artikel aangetoond, waarin (externe) veiligheid als ontwerpvariabele is beschouwd. Het causaal verband heeft geresulteerd in de veiligheidsgeïntegreerd ontwerpmatrix, die de samenhang tussen de beleidsvelden externe veiligheid, ruimtelijke ordening en rampenbestrijding versterkt. In deze matrix zijn daartoe de parameters van het schaalniveau van de gebiedsindeling, de fysische effecten van calamiteiten met gevaarlijke stoffen en de mogelijke type maatregelen met elkaar in verband gebracht.

Op een strategisch en abstract niveau zijn elementen ontleend die het veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen, ordenen en ontwerpen, mogelijk maken.

Om zo kosteneffectief mogelijk veiligheidsmaatregelen te kunnen treffen, geniet het de voorkeur dat externe veiligheid zo vroeg mogelijk in het proces en bovendien van 'grof naar fijn' wordt betrokken bij het ruimtelijke ontwikkelingsproces:

- ❖ Veiligheidsgeïntegreerd ontwikkelen dient plaats te vinden op het niveau van de regio / stad
- ❖ Veiligheidsgeïntegreerd ordenen dient plaats te vinden op het niveau van de wijk
- ❖ Veiligheidsgeïntegreerd ontwerpen dient plaats te vinden op het niveau van het gebouw

Dit vraagt om een voorkeursvolgorde waarlangs op de meest effectieve manier veiligheidsmaatregelen getroffen kunnen worden, een soort 'veiligheidsladder':

1. Op de eerste plaats zou voor het vervoer van zeer toxische gassen vooral naar bronmaatregelen op landelijk niveau gekeken moeten worden. Het minder waarschijnlijk dat op een kleiner schaalniveau nog kosteneffectief veiligheidsmaatregelen getroffen kunnen worden, omdat (de effectafstanden van) de potentiële ongevalgebieden te groot zijn.
2. Op de tweede plaats zou (gelet op de ongevalsscenario's van de overige gevaarlijke stoffen) op regio of stadniveau onderzocht kunnen worden in hoeverre het wenselijk is om het vervoer van gevaarlijke stoffen te scheiden van nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, mede gelet op de aard en kwetsbaarheid van deze ontwikkelingen.
3. Op de derde plaats zou op wijkniveau de ruimtelijke indeling veiligheidsgeïntegreerd geordend worden door bijv. het realiseren van een lage bebouwingsdichtheid langs de transportas. De toegangswegen voor de hulpverlening en de zelfredzaamheid moeten geïntegreerd worden in het stedenbouwkundig ontwerp van een wijk.
4. Tot slot zou op gebouwniveau het gebouw veiligheidsgeïntegreerd ontworpen worden door het stellen van de technische gebouwspecificaties en eisen t.a.v. de hulpverlening, de zelfredzaamheid en de beheersbaarheid van een incident.

## 6. Referenties

[1] Suddle, S.I., Veiligheidsgeïntegreerd Ontwikkelen, Ordenen en Ontwerpen, SSCM rapport, 20 December 2007, 29 pp. (downloadbaar op [www.sscm.nl](http://www.sscm.nl)).

[2] Suddle, S.I., De integratie van rampenbestrijding en hulpverlening bij ruimtelijke ordening, Externe Veiligheid, Volume 5, no. 1/2008, april, pp. 27-31.