

2. Revisie Nationaal Model: ontwikkeling van het referentiemodel

2.1 Waarom een Nationaal Model?

Het beheersen van de luchtverontreinigingsproblematiek is een onderdeel van het beleid van de Nederlandse overheid. Daartoe verricht zij (of geeft opdracht tot) studies, formuleert het beleid, omschrijft instrumenten om dit beleid uit te voeren en stimuleert de ontwikkeling van instrumenten om de beheersfase doeltreffend te ondersteunen. Wetgeving is één instrument om het beleid vorm te geven. Voor het compartiment lucht betreft dit onder andere het instellen van grenswaarden en richtwaarden, die door de bevoegde overheden (bijvoorbeeld provincies) gehanteerd worden. Door deze overheden zijn grens- en richtwaarden vastgesteld, waar industrieën en nutsbedrijven mee te maken krijgen. Veelal richten deze grenswaarden zich op de hogere concentraties, die in de buitenlucht optreden voor een klein percentage van de tijd (de hogere “percentielen”).

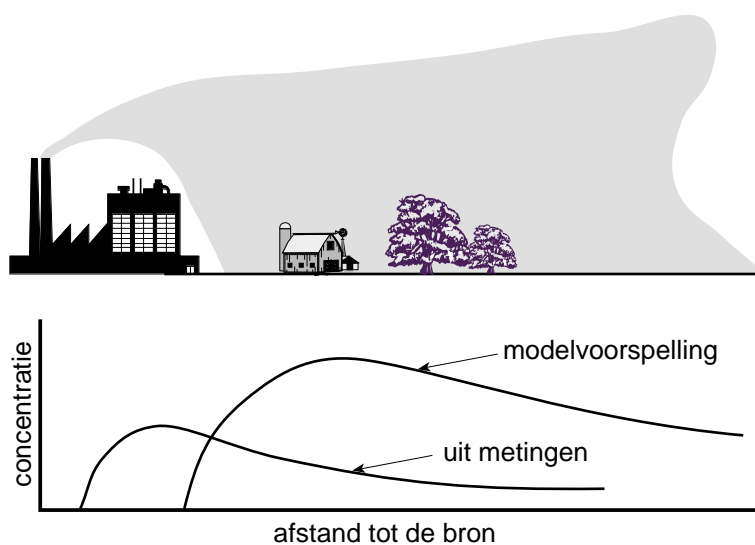
Nationale, regionale en in toenemende mate Europese overheden hebben tot taak een vergunnings- en een handhavingsbeleid te voeren om de mate van luchtverontreiniging te kunnen beheersen. Instrumenten hierbij zijn rekenmodellen waarmee beschrijvingen van de huidige en verwachtingen over de toekomstige luchtkwaliteit gegeven kunnen worden en meetnetten zoals het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging of het meetnet in de Rijnmond. Bovendien is het voor veel bedrijven nodig het effect van hun schoorsteen-emissies in te kunnen schatten. De lokale luchtverontreinigingsproblematiek in Nederland betreft in belangrijke mate stank. Meetnetten zijn in het algemeen niet ontworpen om de invloed van individuele bronnen te monitoren. Het in kaart brengen van lokale luchtverontreiniging ten gevolge van een enkele bron door het uitvoeren van metingen vereist een groot aantal monitors en is daarom praktisch moeilijk uitvoerbaar. Toepassing van een rekenmodel, mits voldoende betrouwbaar is vaak een beter middel. Een atmosferisch verspreidingsmodel voor afzonderlijke bronnen blijft daarom een noodzakelijk middel. Daartoe staan rekenmodellen ter beschikking zoals het Nationaal Model, dat sinds 1976 als consensus model gebruikt wordt (TNO, 1976, 1982, 1984).

2.2 Het oude Nationaal Model: wat was er mis?

In 1976 is het oude Nationaal Model van start gegaan; dit model heeft een indrukwekkende staat van dienst en kent vele toepassingen. In 1981 is een toevoeging voor de berekening van hogere percentielen gedaan en in 1984 vond een gedeeltelijke herziening plaats en in 1986 kwam een aanbeveling voor het berekenen van gebouwinvloed op het pluimgedrag gereed. Daarna trad de wet van de remmende voorsprong in werking, waardoor er binnen Nederland nauwelijks aandacht werd besteed aan vernieuwingen rond dit model. De basis van veel van de traditionele modellen is echter verouderd, daar zij uitgaan van een ruwe methode om de turbu-

lentiegraad in de atmosfeer aan te geven, de zogenaamde Pasquill classificatie. Andere elementen in deze modellen, zoals de hoogte van de atmosferische grenslaag en de berekeningswijze van rookpluim-stijging zijn eveneens onvoldoende onderbouwd. Betere deelmodellen om deze elementen te beschrijven zijn in sommige modernere modellen ingebouwd; deze modellen worden daarom als 'verbeterde modellen' aangeduid. Het aantal van dit type modellen is echter gering en de toepassingsmogelijkheden voor hoge schoorstenen onvoldoende.

In de tweede helft van de 80-er jaren echter is bij KEMA uitgebreid aandacht besteed aan de vergelijking van dit Nationaal Model aan metingen. Dit betrof zowel eigen metingen als internationaal bekend staande datasets. Hieruit bleek dat het Nationaal Model ernstige tekortkomingen vertoonde wanneer het werd toegepast op hoge schoorsteen pluimen.



Figuur 1 De ruwe benadering in het oude Nationaal Model kwam het sterkst naar voren bij hoge schoorstenen: het grondconcentratiepatroon wordt verkeerd ingeschat.

Het gehele concentratie patroon rond een hoge schoorsteen bleek sterk af te wijken van de voorspellingen van het Nationaal Model. Het optreden van de maximale concentratie vindt plaats binnen enkele kilometers afstand van de schoorsteen. Het Nationaal Model geeft aan dat het maximum op 10-20 km afstand ligt. Het niveau van dit maximum is bovendien factoren (2 tot 5) lager dan het Nationaal Model aangeeft. Dit is geïllustreerd in Figuur 1.

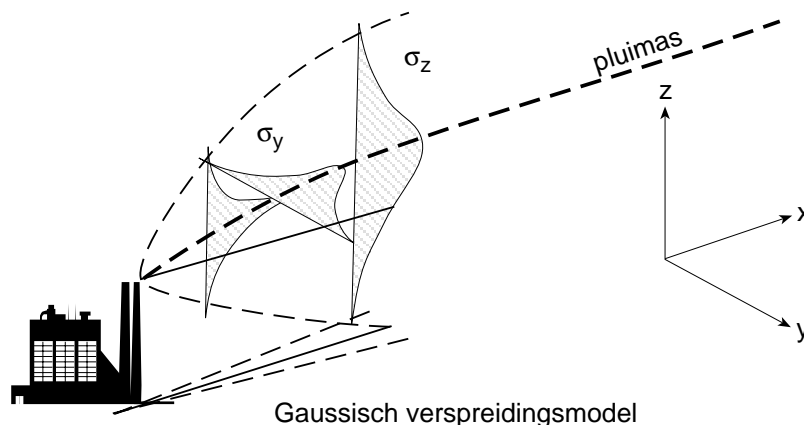
Analyse van de achterliggende oorzaken liet zien dat het probleem fundamenteel van aard is. Het komt erop neer dat de beschrijving van de dispersie en de meteorologie op verouderde en achterhaalde concepten is gebaseerd. Een onderbouwing hiervan wordt in het verdere rapport gegeven. Binnen het opdrachtenkader van de elektriciteitsbedrijven aan KEMA met aanvullende financiering van Sep, is daarom bij de KEMA een project voor modelontwikkeling opgezet. De eerste opzet betrof het maken van een korte-termijn model voor de verspreiding van rookpluimen in het kader van de berekening van de bijdragen van centrales aan de smogvorming. Het daaruit voortvloeiende model (later STACKS genaamd) bleek echter ook uitstekend

geschikt om lange-termijn berekeningen uit te voeren, zodat nu een redelijk compleet model beschikbaar is, inclusief allerlei modules voor diverse zijpaden (gebouw-invloed, NO₂ vorming, radio-actieve emissies).

2.3 Tekortkomingen in het oude Model

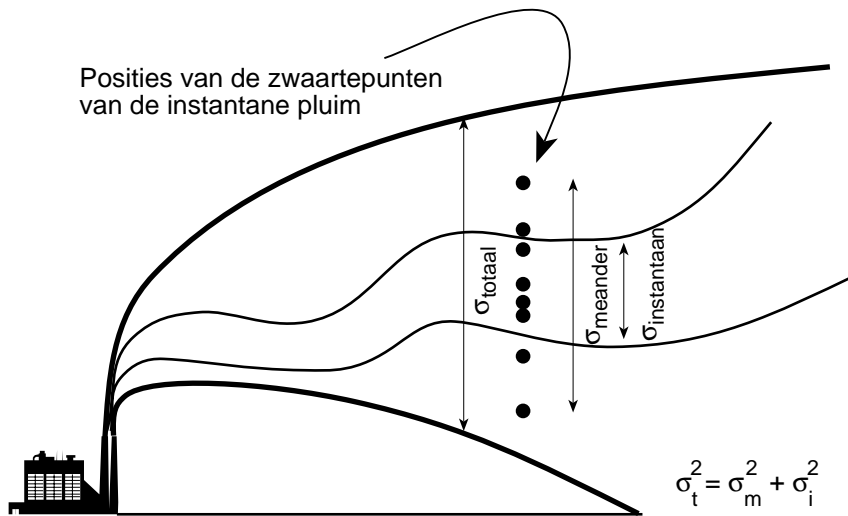
De basis: Het gaussische rookpluim model, is dit nog correct?

Rookpluimvormen worden in praktische toepassingen meestal weergegeven met een gaussische verdeling. Het voordeel hiervan is dat hiermee gemakkelijk gerekend kan worden. Bovendien is het inzichtelijk wat er gebeurt. Eigenlijk kunnen alleen situaties die stationair zijn (constant in de tijd) met homogene turbulentie doorgerekend worden. In de praktijk zijn er allerlei (min of meer) trucs ontwikkeld om toch niet-homogene situaties te kunnen doorrekenen. Zo kunnen de hoogte-afhankelijke verspreiding en aspecten als winddraaiing met de hoogte in een analytisch gaussmodel ingebouwd worden.



Figuur 2 Het gaussisch pluimmodel - mits voorzien van de juiste parameters: nog steeds een goed middel

Rookpluimvormen die verdelingsvrij (elke statistische vorm is toegestaan) zijn, bieden mogelijkheden om ook niet homogene en niet-stationaire atmosferische toestanden door te rekenen. Te denken valt aan veranderende turbulentie, windrichting en windsnelheid met de hoogte (wat vaak voorkomt), en ook overgangen in het landschap (van weiland naar stad, van zee naar land etc.). Voor die situaties moeten dan wel al deze verschijnselen in de juiste parameters worden vertaald. Dat is in praktijk een probleem; samen met de veel grotere rekentijden van deze modellen, maakt dit ze tot instrumenten, die niet zo gauw in reguliere toepassingen in te passen zijn.



Figuur 3 Een gaussisch uurgemiddelde (gaussische) pluim bestaat uit een meanderdeel en een instantane (grillige) term

De pluimvorm kan instantaan allerlei grillige vormen aannemen, geïllustreerd in Figuur 3. Dit is afhankelijk van de stabiliteit van de atmosfeer. Indien als uurgemiddelde weergegeven, dan is de gaussische pluimvorm voldoende om de rookpluim behoorlijk weer te geven. Uit vele metingen, uitgevoerd met een lidar meetsysteem blijkt steeds dat de rookpluimvorm gemiddeld over een uur goed te beschrijven is met een gaussische verdeling. Het gaussische model is daarom meestal wel toepasbaar, mits de meteorologie adequaat wordt weergegeven.

De meeste modellen zijn dan ook op het gaussische concept gebaseerd. Ook het oude Nationaal Model uit de 70-er jaren. Alle weer elementen zijn in dit model opgenomen echter in ruwe vorm. Alternatieve modellen geven de weerparameters beter weer, doorgaans in continue vorm (geen ruwe classificaties zoals stabiliteitsklassen, windsnelheidsklassen) -> bijvoorbeeld het KEMA model STACKS. Dit model is gemaakt voor zowel de lange termijn (jaargemiddelden) als voor de korte termijn (uurgemiddelden).

Met het gaussische pluimmodel als concept is niets mis! De kwaliteit wordt vooral bepaald door hoe de weerparameters in dit model zijn opgenomen. Het uiteindelijke model om concentraties te berekenen is bij het gaussische concept als volgt:

$$C_{(x, y, z, H)} = \frac{PQ}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \left[e^{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}} \right] \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot C_{Is} \quad (1)$$

Hierin zijn:

- C_{Is} reflectie term
- H de effectieve bronhoogte (m)
- P penetratiefractie in de inversielaag (boven de menglaag)
- Q de emissie (g/s)

u	de gemiddelde windsnelheid op pluimhoogte (m/s)
y	horizontale afstand tot de pluim as (m)
z	afstand in meters boven het grondoppervlak
σ_y en σ_z	respectievelijk de horizontale en verticale dispersie parameter (m), geïllustreerd in Figuur 2.

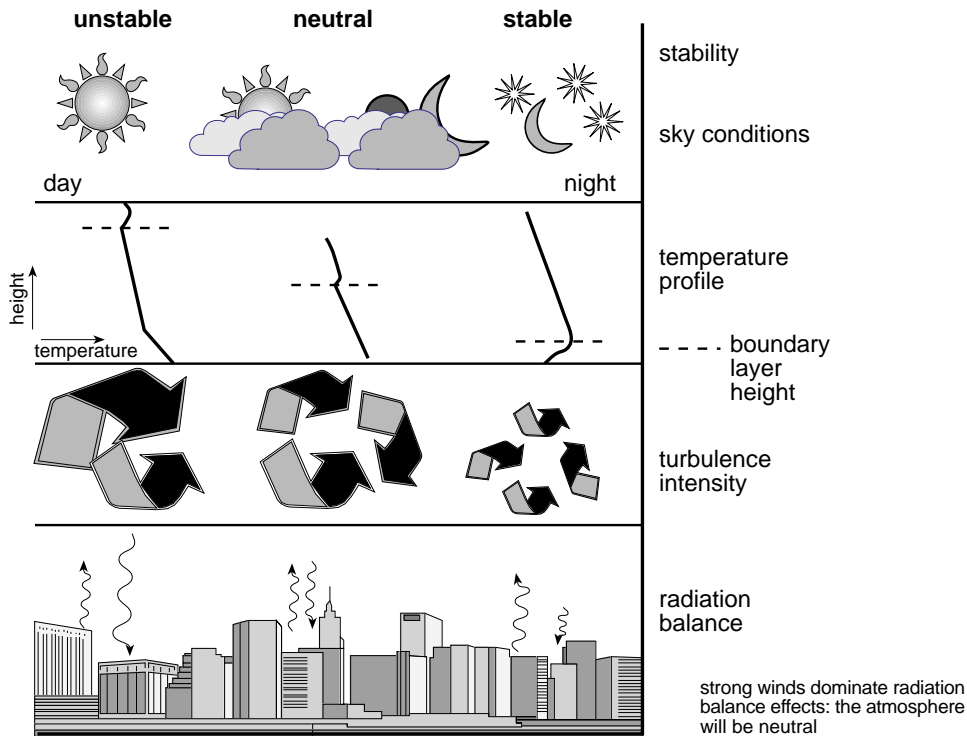
Een verbeterd Nationaal Model: 2 hoofdpunten aangaande de meteorologie

De hoeveelheid turbulentie

Hoe snel een rookpluim breder wordt, wordt bepaald door de hoeveelheid turbulentie. In rekenmodellen wordt de hoeveelheid turbulentie vaak weergegeven met de term stabiliteit. De stabiliteit is erg belangrijk voor de verspreiding van luchtverontreiniging. Een instabiele atmosfeer bevat veel turbulentie waardoor rook zich snel verspreidt. De turbulentie wordt hier veroorzaakt door opwarming van de aarde onder invloed van flinke zon-instraling. De warmte stijgt op en veroorzaakt een soort kookbellen-effect: convectie. Een zonnige zomerdag is een typisch voorbeeld hiervan. Een neutrale atmosfeer (met ongeveer evenveel instraling als uitstraling) kan ook wel turbulentie bevatten, maar alleen als het waait. De turbulentie wordt hier veroorzaakt door wrijving van lucht aan het ruwe oppervlak (met huizen, bosjes, dijken en andere obstakels). Een stabiele atmosfeer ontstaat 's nachts met weinig wind en een flinke uitstraling (bij weinig bewolking). Hierdoor koelt het onderste laagje van de atmosfeer af; er ontstaat een (grond) inversie, die turbulentie onderdrukt. De luchtlagen raken 'ontkoppeld': er kunnen flinke verschillen in windsnelheid en windrichting ontstaan.

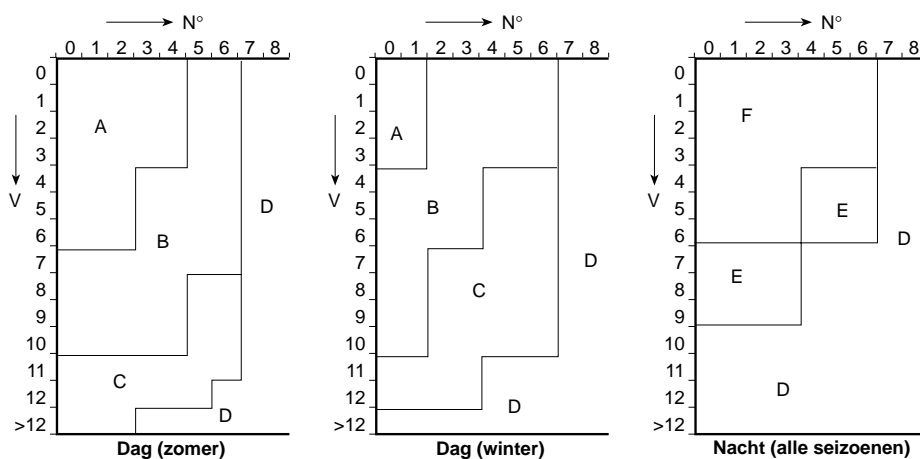
Een complicatie is dat het in het winterhalfjaar overdag ook vaak stabiel is. Dit kan bij wind vanuit het oosten/zuiden wanneer het niet te hard waait. Ook al schijnt de zon (de kracht van de zon-instraling stelt dan niet zo veel voor), toch kan de atmosfeer bijna de hele dag stabiel blijven. Er zijn dus grote verschillen in stabiliteit (en turbulentie) tussen situaties overdag versus 's nacht en 's zomers versus 's winters.

Veel turbulentie: snelle verdunning van de pluim; eerst hoge concentraties, later lage concentraties. Weinig turbulentie: bij een grondlozing kunnen hoge concentraties optreden tot op behoorlijke afstanden. Bij een hoge bron (schoorsteen van 100 m bijv.) wordt de pluim nauwelijks breder en komt niet aan de grond: er treedt helemaal geen grondcontact op en zo'n rookpluim veroorzaakt geen grondimmissies.



Figuur 4 De atmosferische stabiliteiten stabiel, neutraal en instabiel

Het bepalen van de atmosferische stabiliteit kan op een aantal manieren gebeuren. Deze verschillen flink in kwaliteit. De meest toegepaste en eenvoudigste, maar tevens minst effectieve methode is de Pasquill stabiliteitsindeling op basis van bewolgingsgraad en windsnelheid, die ook in het Nationaal Model werd toegepast (Pasquill, 1961):



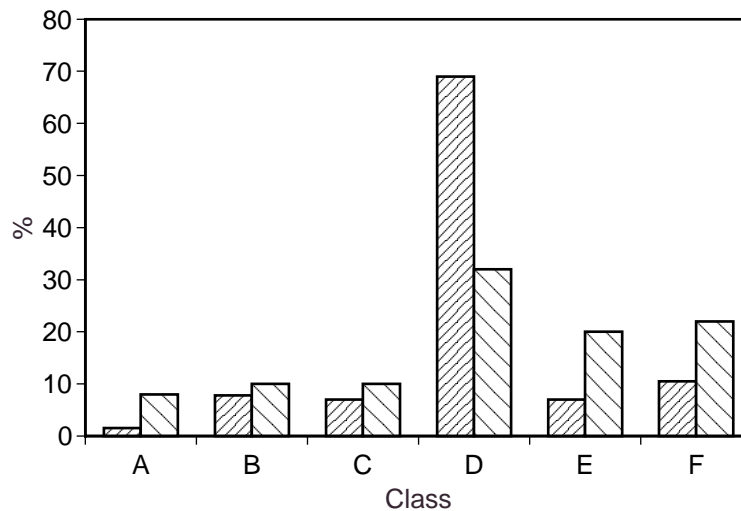
Figuur 5 De vertrouwde Pasquill indeling wordt verlaten

Een meer betrouwbare methode berust op de toepassing van betere parameters als de Obukhov-lengte L . De Obukhov lengte geeft aan wat de verhouding is van de invloed van wrijving op turbulentie en de invloed van opwarming/afkoeling op turbulentie. L kan direct bepaald worden met behulp van sonische meet-apparatuur. Deze is duur en vereist nogal wat deskundigheid. Het bepalen van L kan overdag (iets onbetrouwbaarder) door metingen van zonninstralingen te doen, 's nachts is er geen goede (en goedkope) methode beschikbaar om L te bepalen.

Elke methode geeft een andere frequentieverdeling van de Pasquill stabiliteitsklassen, wanneer deze over een lange periode uurlijks is bepaald. De methode volgens Figuur 5 geeft 70% van de tijd klasse D als inschatting, terwijl meer betrouwbare methoden nog niet de helft hiervan aangeven (30% van de tijd).

De grenslaaghoogte

De pluimstijging werd in het oude Nationaal Model berekend door voor alle voorkomende atmosferen twee gemiddelde situaties aan te nemen. Daarbij zijn aannamen gedaan die gelden tot 200 m hoogte. Voor hoge schoorstenen echter is vooral de atmosfeer daarboven van belang. In het referentiemodel wordt daarom bij de berekening van de pluimstijging veel aandacht besteed aan de verticale gelaagdheid, aan de schatting van de menghoogte en aan de pluimstijging door luchtlagen heen. Dit aspect is vooral voor hoge schoorstenen belangrijk bij aanwezigheid van een beperkte menghoogte.



Figuur 6 Stabiliteitsklasse indeling volgens Pasquill en de nieuwe methode laat grote verschillen zien (fijne arcering: oude methode)

In het oude Nationaal Model (NM) is de hoogte van de menglaag direct gekoppeld aan de stabiliteitsklasse. Bij KEMA is een groot meteorologisch bestand opgebouwd, gebaseerd op COPS(windfluctuatie)-metingen en op de 6-uurs ballonsonderingen die routinematig door KNMI zijn uitgevoerd (Erbrink, 1995). Wanneer de hoogte van de menglaag wordt bepaald uit deze analyses van routinematige ballonsonderingen (zoals in het referentiemodel) blijkt ook deze frequentieverdeling sterk verschoven te zijn ten opzichte van NM, maar wel te correspon-

deren met de nieuw geschatte stabiliteitsklassen. Dit maakt met name voor de grenslaaghoogte veel uit: deze blijkt in Nederland gemiddeld duidelijk lager te zijn dan werd aangenomen. Hoewel de statistiek van berekende waarden van de grenslaaghoogte nu goed klopt met metingen, blijft deze parameter van uur tot uur lastig te voorspellen. Een menghoogte van 200 m of minder wordt in STACKS-v2.3 gevonden in 50% van de tijd (NM: 20%); slechts 20% van de tijd is de menglaag hoger dan 500 m. Deze menghoogte distributie komt redelijk overeen met die welke in het OPS model (Van Jaarsveld en de Leeuw, 1993) wordt toegepast (43% < 200 m en 26% > 500 m). In het referentiemodel STACKS-v3.1 wordt de menghoogte 's nachts berekend door rekening te houden met de windsnelheid; de groei van de menglaag overdag wordt bepaald met een grenslaaggroei-model, waarbij de flux van warmte een belangrijke rol speelt.

Percentielberekening

De wijze van percentielberekening bij de LTFD methode is zodanig dat een verdeling wordt gemodelleerd voor de bestaande concentraties: de lognormale verdeling. Hiervoor wordt een vaste excentriciteit (de helling in een log-waarschijnlijkheidsplot) aangenomen, die over de hele windroos constant is. Het is deze aanname ten aanzien van de concentratieverdeling die ten grondslag ligt aan de bepaling van de hoge percentielen. Is het gemiddelde van de verdeling bekend (door berekening met het Nationale Model), dan zijn ook de hoge percentielen uit deze verhouding te berekenen. De tweede aanname is dat de vorm van de verdeling niet verandert indien een specifieke bron wordt toegevoegd; slechts het niveau gaat omhoog.

Deze verdeling van bestaande concentraties is opgebouwd uit de bijdragen van allerlei bronnen: lage schoorstenen, hogere schoorstenen, verkeersemmissies, huishoudens, oppervlaktebronnen en de bijdrage van lange-afstandstransport (transboundary-pollution). De verdeling wordt lognormaal door de som van alle bronnen. De concentratieverdeling is derhalve een eigenschap van de bovenwindse bronnen. Elk der bronnen heeft echter een eigen specifieke bijdrage aan deze totale verdeling. En elke specifieke verdeling-per-bron heeft zijn eigen vorm en excentriciteit. Deze vorm der verdeling is o.a. afhankelijk van de bronhoogte, afstand tot receptorpunt en middelingstijd. Een belangrijke invloed van één enkele bron zal de vorm van de verdeling sterk beïnvloeden. Dit is in metingen op meetpunten van het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging van het RIVM ook terug te zien; deze excentriciteit varieert dan over de windroos met een flinke factor. Deze windroosvariaties zijn in diverse gebieden verschillend, afhankelijk van de combinatie en ligging van bronnen in de omgeving. Voor een specifieke bron zal de concentratieverdeling dus sterk kunnen afwijken van de (lognormale) verdeling met een aangenomen excentriciteit. Toepassing van de bestaande methode voor percentielberekeningen geeft per definitie onzekere resultaten bij toepassing in een puntbronmodel, waarbij het effect van 1 bron (of 1 broncategorie) op een specifiek receptorpunt wordt berekend. In wezen moet voor een gasvormige component de relatie percentiel-jaargemiddelde in klassen worden verdeeld. De te hanteren klassen moeten dan de bronafstand, de emissieverhouding (bron/achtergrond), brontype (oppervlakte, puntbron) en dergelijke reflecteren. Zonder een verantwoording van de gekozen klassegrenzen, kan de gehele methode feitelijk niet worden toegepast.

De belangrijkste verdienste van de LTFD methode was dat er rekening wordt gehouden met het voorkomen van de wind in verschillende windsectoren; alle overige effecten, die de percentielen beïnvloeden, worden verwaarloosd. Deze betreffen dus de punten waar de excentriciteit (verhouding hoge-percentiel/jaargemiddelde) van af hangt:

- afstand tot de bron (dichtbij - verweg)
- de verhouding lokale bijdrage/lange-afstandstransport
- bronhoogte en brontype (oppervlaktebron/puntbron/gebouwinvloed)
- de regio
- de middelingstijd (1 uur, 24-uurgemiddelde)

Tijdens studies, uitgevoerd in het kader van het project revisie Nationaal Model bleek een constante excentriciteit niet terecht te zijn. Het overall-effect (geïntegreerd over de hele windroos) is lastig te evalueren en is niet altijd in het oog springend omdat de meeste bronbijdragen klein zijn ten opzichte van de bestaande achtergrond.

Vanwege deze principiële bezwaren, die aan de LTFD methode kleven, wordt daarom voortaan een voorkeur uitgesproken voor uur-voor-uur (brute-force) rekenen. De daarvan afgeleide Monte-Carlo methode is een beter alternatief: de methode geeft automatisch de goede concentraties per uur; de enige zorg is een optimale steekproef omvang te kiezen. Dat is meestal goed mogelijk; slechts in een enkel geval blijkt de Monte-Carlo methode niet te voldoen. Voor een uitgebreidere discussie over deze methode wordt verwezen naar deelrapport III.

2.4 Wat is er verbeterd?

Uit literatuurgegevens is af te leiden dat in de categorie 'verbeterde' modellen die modellen doorgaans het best scoren, die afgeleiden zijn van de **statistische dispersietheorie**, voor het eerst geformuleerd door G.I. Taylor (1921). De atmosferische turbulentie wordt daarbij weergegeven in twee parameters, de intensiteit en de tijdschaal (de laatste is een maat voor de gemiddelde wervelgrootte) in twee richtingen (verticaal en horizontaal). De afgeleide methoden zijn afhankelijk van experimentele fit-parameters, die in de Taylor-dispersie niet voorkomen. Dit Taylor-model biedt belangrijke voordelen: de turbulentieparameters, die direct verantwoordelijk zijn voor de verspreiding worden gebruikt, bovendien kunnen deze zowel gemeten als via deelmodellen bepaald worden.

Ten opzichte van het oude Nationaal Model heeft het referentiemodel als grootste verbeteringen de volgende elementen:

- 1) In het oude Nationaal Model worden de waarden van σ_y en σ_z per weerklasse gegeven. Deze weerklassen staan bekend als de Pasquill stabiliteitsklassen (A...F). De klasse kan bepaald worden uit bewolgingsgraad en windsnelheid, rekening houdend met het seizoen en het tijdstip van de dag. De methode is nogal ruw en geeft 70% van de tijd klasse D (neutraal). In het referentiemodel worden σ_y en σ_z op fijnzinniger wijze berekend zonder tussenkomst van stabiliteitsklassen. De dispersieparameters worden direct uit wind- en turbulentiemetingen en de looptijd van de pluim bepaald. De stabiliteit, die in het Nationaal Model gedomineerd werd door de neutrale klasse D (die een matige turbulentie aan geeft), is nu veel beter bepaald. Het blijkt dat de klasse D helemaal niet domineert, maar in Nederland slechts ongeveer 30% van de tijd voorkomt.

- 2) De pluimstijging wordt in het oude Nationaal Model berekend door twee gemiddelde situaties aan te nemen met betrekking tot de verticale gelaagdheid van de atmosfeer. De menghoogte wordt daarbij op een globale wijze geschat. Daarbij zijn aannamen gedaan die gelden tot 200 m hoogte. Voor hoge schoorstenen echter is vooral de atmosfeer daarboven van belang. In het referentiemodel kan met allerlei discontinuïteiten in de verticale profielen van wind of temperatuur rekening worden gehouden. Er is tevens voor gezorgd dat een gedetailleerde beschrijving van de atmosfeer in databestanden voorhanden is.
- 3) De hoogte van de menglaag, die voor hoge bronnen uitermate belangrijk is, wordt zorgvuldig bepaald uit een modelmatige analyse van de weerballonnen, die het KNMI in De Bilt 4 maal per dag oplaast. De menghoogte blijkt volgens deze analyse doorgaans veel lager te zijn, dan tot nu toe werd aangenomen.
- 4) De berekening van percentielen wordt direct afgeleid uit de verdeling van alle uurgemiddelde concentraties, zonder twijfelachtige aannamen te hoeven doen over de vorm van de verdeling en de combinatie ervan met achtergrondconcentraties.

2.5 Uitbreidingen

Het referentiemodel bevat bovendien een aantal uitbreidingen ten opzichte van het oude Nationaal Model:

- 1) De omzetting van stikstofmonoxide (NO) naar stikstofdioxide (NO₂) door ozon wordt redelijk fundamenteel beschreven. Doorgaans komen stikstofoxiden als NO uit de schoorsteen, terwijl NO₂ voor het milieu de meest kritische stof is.
- 2) Elke tijdsgemiddelde concentratie (met een resolutie van een uur), die gewenst wordt, kan berekend worden. Dit betreft zowel uurgemiddelden, daggemiddelden, maandgemiddelden als jaargemiddelden. De beperking wordt gevormd door de omvang van de (standaard) meteo-invoerbestanden.
- 3) De deposities van gassen en nucleair stof wordt berekend volgens de beste inzichten, die er momenteel zijn. Daarbij wordt rekening gehouden met zowel droge als natte deposities. Voor fijn stof wordt rekening gehouden met het effect van verschillende deeltjesgrootten.
- 4) Vanwege het karakter van het model is het eenvoudig om elk emissiepatroon door te rekenen, niet alleen 'constante' emissies.
- 5) Bij de berekening van de dispersie is voor warme bronnen een initiële dispersie ten gevolge van de buoyancy toegevoegd:

$$\begin{aligned}\sigma_{y_t}^2 &= \sigma_{y_s}^2 + \sigma_{y_l}^2 + \sigma_{y_b}^2 + \sigma_{y_{ds}}^2 \\ \sigma_{y_{z_t}}^2 &= \sigma_{y_z}^2 + \sigma_{y_{z_b}}^2\end{aligned}\quad (2)$$

- 6) Bij de berekening van het windprofiel wordt rekening gehouden met verschillende ruwheden van het meteostation en van de locatie van de berekeningen. De gemeten windsnelheden op 10 m hoogte worden omgerekend naar windsnelheden op 60 m hoogte. Voor deze hoogte wordt dan aangenomen dat het windveld voor een groter gebied geldt. Deze windsnelheid op 60 m hoogte wordt met de lokale ruwheid voor de berekeningen naar 10 m terugvertaald. Deze wordt voorts gebruikt in het referentiemodel. Hierdoor is het mogelijk om windregimes, gemeten in open veld (met een ruwheid van bv 10 cm) te gebruiken in stadsgebieden (met bv een ruwheid van 1.0 m). Bovendien is de windrichting een functie van de hoogte geworden.