

**Op het voormalige REM-eiland voor de Nederlandse kust bestudeert een internationale groep weerkundigen de wisselwerking tussen zee en lucht. Het HEXOS-project maakt deel uit van het steeds belangrijker wordende onderzoek van weersverschijnselen in de onderste turbulente laag van de atmosfeer. Juist die grenslaag stuurt vaak de weersverwachtingen in de war, schrijft meteorologisch medewerker Kees Floor.**

Er zijn van die dagen dat er van het weerbericht niets lijkt te kloppen. Het KNMI verwacht bij voorbeeld zonnig en warm weer, maar laag hangende bewolking zorgt voor een koude en sombere dag. In zo'n geval moet de oorzaak van het mislukken van de verwachting vaak worden gezocht in de onderste kilometer van de atmosfeer, de zogeheten grenslaag.

De weersverschijnselen in deze grenslaag worden maar voor een deel bepaald door de grootschalige luchtstromingen, die door computermodellen van de atmosfeer thans tamelijk succesvol tot enkele dagen vooruit kunnen worden voorspeld. Voor een ander, zeker zo belangrijk, deel beïnvloedt het oppervlak van land of zee het uiteindelijk weersverloop.

### Luchtstroming

De precieze wisselwerking tussen aardoppervlak en atmosfeer en de gevolgen daarvan voor de luchtstromingen in de grenslaag en op grotere hoogte zijn maar ten dele bekend. Daarom worden er nog steeds onderzoekprojecten georganiseerd om de atmosferische grenslaag zijn geheimen verder te ontfutselen. Het internationale HEXOS-project, dat op dit moment op het voormalig REM-eiland voor de kust van Noordwijk wordt uitgevoerd, is er een voorbeeld van.

De grenslaag strekt zich uit vanaf het aardoppervlak tot aan het niveau waar de invloed van land en zee op de luchtstroming niet meer direct merkbaar is. Overdag ligt de top van de grenslaag boven land op zo'n één à twee kilometer hoogte; 's nachts is de dikte van de laag slechts enkele honderden meters.

Kenmerkend voor de luchtstromingen in de grenslaag is dat ze een turbulent karakter hebben. Allerlei wervelingen zorgen er voor dat vocht, verontreinigingen en dergelijke door de hele grenslaag worden gemengd. Bij luchtverontreinigingsproblemen spreekt

# Meteorol

men dan ook meestal over menglaag in plaats van grenslaag.

De turbulentie wordt overdag bij invallende zonnestraling sterk gestimuleerd. Daardoor ligt de top van de grenslaag dan het hoogst. 's Nachts koelt het aardoppervlak door uitstraling af, waardoor de turbulentie sterk wordt onderdrukt en de menging slechts in een veel dunnere laag plaats vindt.

In het dagelijks leven is er op allerlei terreinen behoefte aan kennis van weersverschijnselen in de grenslaag. Zo is de luchtvaart geïnteresseerd in het al of niet optreden van mist of laaghangende bewolking. Verder is het verloop van de wind met de hoogte erg belangrijk. Er komen, met name bij de bovenrand van de nachtelijke grenslaag, dikwijls zeer grote windsprongen voor, die piloten van vliegtuigen tijdens de landing voor grote problemen kunnen stellen.

### Verdamping

Een andere groep klanten van de grenslaagmeteorologen bevindt zich in de landbouw en de hydrologie. Voor het beschrijven van de waterhuishouding van landbouwpercelen moet de verdamping nauwkeurig bekend te zijn. Daar deze verdamping direct samenhangt met wind, luchtvochtigheid en invallende zonnestraling, behoort dit tot het werkterrein van de meteorologen.

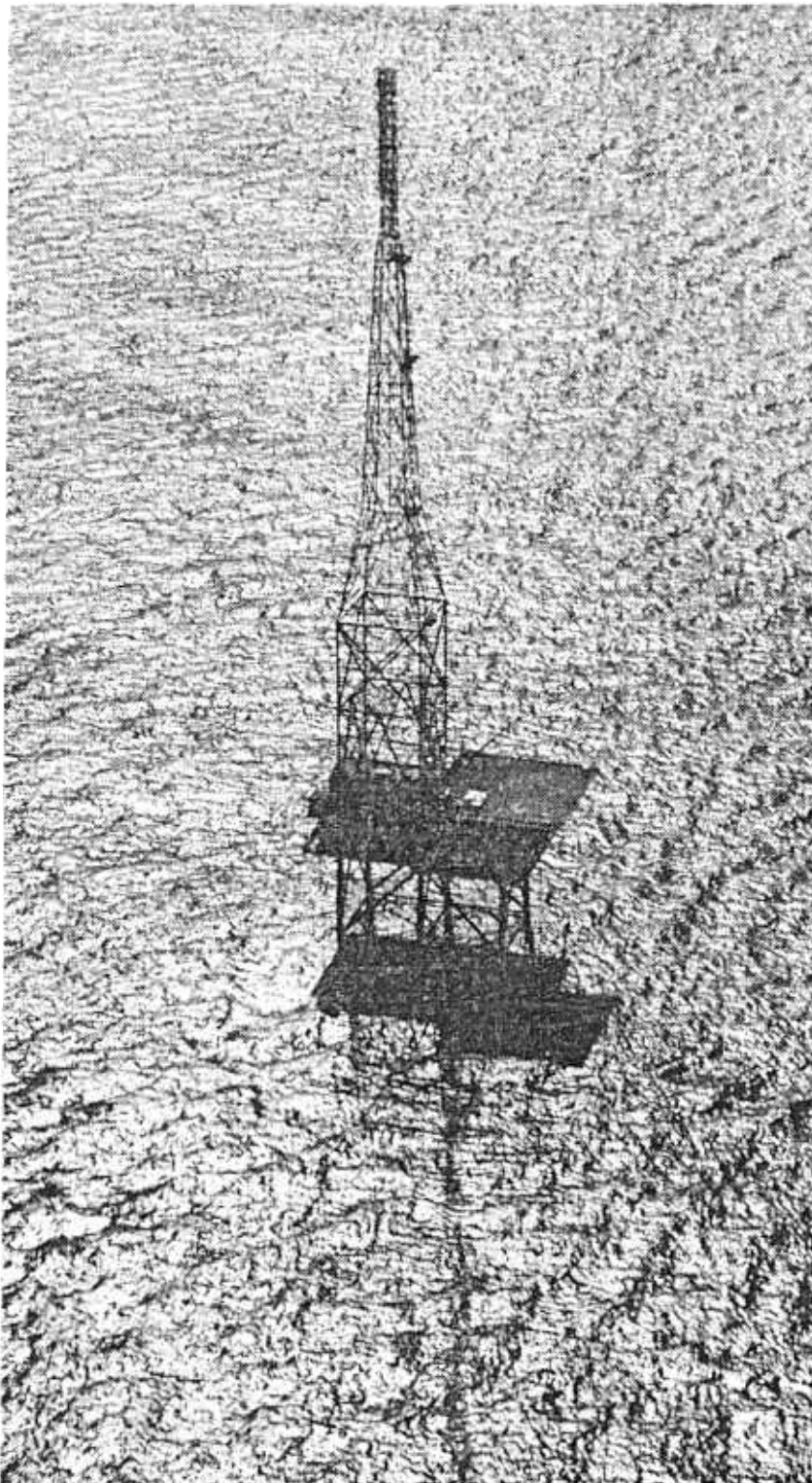
Een zeer belangrijk toepassingsgebied van de grenslaagmeteorologie is ook de luchtverontreiniging. Het gaat hierbij vooral om een beschrijving van het transport en van de verdunning van verontreinigingen, die aan het aardoppervlak of op enige hoogte in de grenslaag worden uitgestoten.

Op diverse terreinen ontstond er behoefte aan specifieke windverwachtingen binnen de grenslaag. In de bouwwereld werkt men met kranen van 50 à 80 meter hoogte of meer. Op deze hoogte wil men dan ook weten hoe hard het er waait en welke uitschieters er mogelijk zijn. Wind en windstoten zijn ook van belang bij windenergie. Windmolens voor de opwekking van elektriciteit staan namelijk niet alleen stil bij te weinig wind, maar ook bij te veel wind of wind met een te vlagerig karakter.

### Vochthuishouding

De hier gegeven voorbeelden illustreren het belang van de grenslaag bij diverse weersverschijnselen. Voor kortetermijn weersverwachting is een uitbreiding van de kennis van de grenslaag nog steeds nodig. Maar ook bij langere termijnverwachtingen begint de grenslaag steeds meer in het gezichtsveld te komen. Naarmate de computermodellen van de atmosfeer verder worden verfijnd, blijkt de noodzaak te groeien ook de invloed van het aardoppervlak op luchtstromingen en op de warmte-

# ogen kammen de grenslaag uit



Het voormalige REM-eiland, waarop een internationale groep meteorologen onderzoek doet naar de wisselwerking tussen de lucht en het zee-oppervlak.

en vochtinhouding van de atmosfeer in de berekeningen mee te nemen.

Voor het verrichten van metingen zijn grote aantallen meetinstrumenten op meetplatforms nodig. Zo heeft het KNMI een 213 meter hoge meetmast in Cabauw, gemeente Lopik. Langs de toren zijn om de 20 meter instrumenten aangebracht voor het meten van wind,

turbulentie, temperatuur, vochtigheid en zicht.

Vooral overdag is de mast veel te kort om de grenslaag tot aan de top door te meten. De instrumenten op masten worden daarom aangevuld met andere meetinstrumenten. Met radiosondemetingen kan een grof temperatuur-, vocht- en windprofiel worden bepaald. De ra-

diosondes worden met gewone weerballonnen opgelaten.

Daarnaast lijkt het mogelijk om met geluidsmetingen van een zogeheten doppler-sonar vanaf de grond informatie te krijgen over de grenslaaghoogte, het windprofiel en de turbulentie-intensiteit tot enkele honderden meters hoogte. Het KNMI beschikt over een verplaatsbare dopplersonar met drie antennes. Samen met een automatisch radiosondestation en een weerstation voor grondwaarnemingen vormt het een mobiel meetstation voor grenslaagonderzoek, dat bij allerlei projecten in binnen- en buitenland kan worden ingezet.

Het grenslaagonderzoek kan zich uiteraard niet alleen tot het land beperken. Ook boven zee is een grondige kennis van de wisselwerking tussen wateroppervlak en dampkring noodzakelijk. Vooral in de numerieke modellen van de atmosfeer voor lange-termijnverwachtingen of voor klimaatonderzoek en in de modellen van oceaanstromingen zijn formules nodig die deze wisselwerking goed beschrijven. Hiervoor is echter nog te weinig bekend.

## Meetpost

Om in deze leemte te voorzien werd het HEXOS-experiment opgezet (HEXOS staat voor *Humidity Exchange Over the Sea*). Het kreeg in mei 1982 zijn definitieve vorm tijdens een internationale conferentie in Den Haag, georganiseerd door de American Meteorological Society en het KNMI. Op dit moment is het experiment in volle gang. Het loopt van 29 oktober tot 23 november op de meetpost Noordwijk van Rijkswaterstaat, het voormalige REM-eiland.

Doordat de meetlocatie binnen onze grenzen ligt werd het KNMI de coördinerende instantie. Daarnaast werken er Engelsen, Amerikanen en Canadezen mee aan het project. De Engelsen dragen bij met enkele meetvluchten van een geïnstrumenteerd vliegtuig tussen 30 en 500 meter hoogte. Op het platform zelf zitten de Amerikanen, Canadezen en Nederlanders. Uit ons land doen naast het KNMI het Chemisch Laboratorium en het Fysisch Laboratorium van TNO mee.

Het huidige experiment is er één uit een serie. Volgend jaar wordt er een soortgelijk project gedaan in de Verenigde Staten. Ook is er in 1985 een conferentie in Frankrijk, waar de meetresultaten uit Noordwijk en de definitieve plannen voor het slotexperiment zullen worden besproken. Dit slotexperiment, het *HEXOS-Main Experiment* (HEXMAX) wordt in 1986 gedaan, opnieuw op en bij de meetpost Noordwijk. Het meetprogramma is dan nog aanzienlijk uitgebreider dan dit jaar. Na 1986 zal het echter nog wel enkele jaren duren voordat de resultaten in de weersverwachting doorwerken.

KES FLOOR