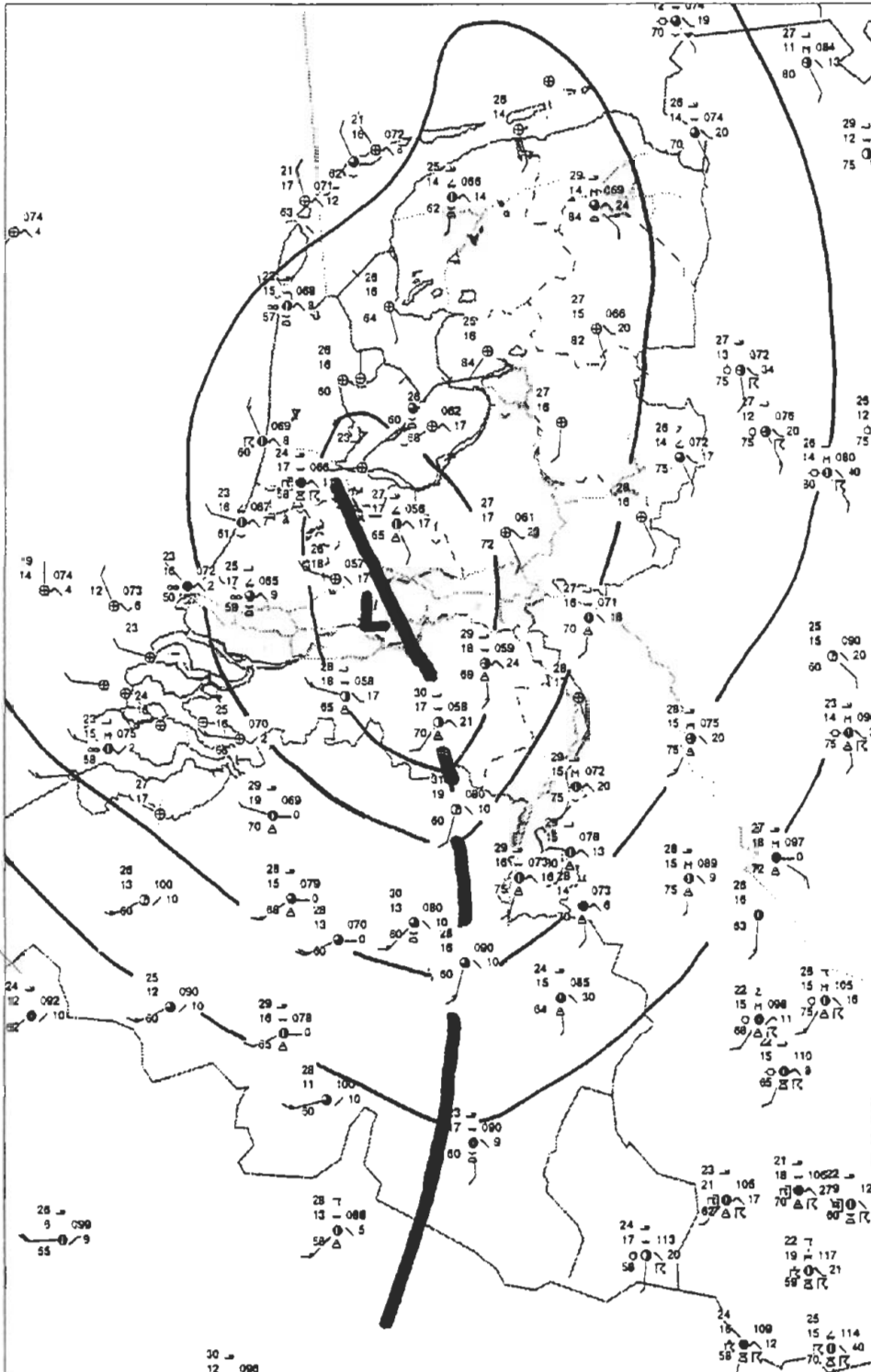


De tornado van 23 juli 1996 in Dieren

ERIC TERPSTRA (METEO CONSULT)

In de namiddag van dinsdag 23 juli 1996 ontstonden er in Nederland een aantal zeer zware onweersbuien. Een van die buien trok van west naar oost over de Veluwe. Een waarnemer in Dieren maakte een foto (foto 1) en gaf een nauwkeurige beschrijving van een tornado (of windhoos) die zich vlak voor het dorp terugtrok in de wolk. Het blijkt dat deze bui ontstond in een gebied met zeer sterke verticale windschering en zich ontwikkelde tot een supercell.



Het onweer ontwikkelde zich op 23 juli in twee fasen: tijdens de ochtenduren trokken onweersbuien van zuidwest naar noordoost over Nederland. Na passage van de buien klaarde het fel op en rond 3 uur 's middags was het vrijwel overal zonnig bij temperaturen die opliepen tot bijna 30 graden. In de namiddag en avond ontstonden er in Utrecht en Brabant een aantal zeer zware buien, die intensiverend naar het oosten en noordoosten trokken. De onweersbuien van de ochtend hadden een geheel andere ontstaansoorzaak dan de buien van de namiddag en avond. Op 22 juli was er namelijk in de grenslaag vocht vanuit de Middellandse Zee door het Rhonedal naar het noorden gestroomd. Tegelijkertijd arriveerde een trog met bijbehorende positieve vorticeitsadvectie boven het Kanaal. Deze combinatie van voldoende vocht, destabilisering en geforceerde stijgende bewegingen zorgde voor het ontstaan van onweersbuien boven Het Kanaal en het noorden van Frankrijk. Na het wegtrekken van de "ochtend"-onweersbuien klaarde het op en stegen de temperaturen snel, maar de convectie-temperatuur van 31-32 graden werd nergens bereikt, waardoor het droog bleef. Er had zich echter op 22 juli een convergentielijn gevormd in het zuidwesten van Frankrijk met op de kop een lagedrukgebied. Dit lagedrukgebied trok in de middag van zuidwest naar noordoost over Nederland (zie figuur 1). De convergentie zorgde er uiteindelijk voor dat er buien ontstonden. De atmosfeer was bovendien verder gedestabiliseerd (de temperatuur op 500 hPa was gedaald van -13 om 6 UTC tot -17 om 18 UTC), waardoor er zeer zware buien konden ontstaan.

Figuur 1. Subjectieve analyse van 23 juli 1996, 15h UTC.

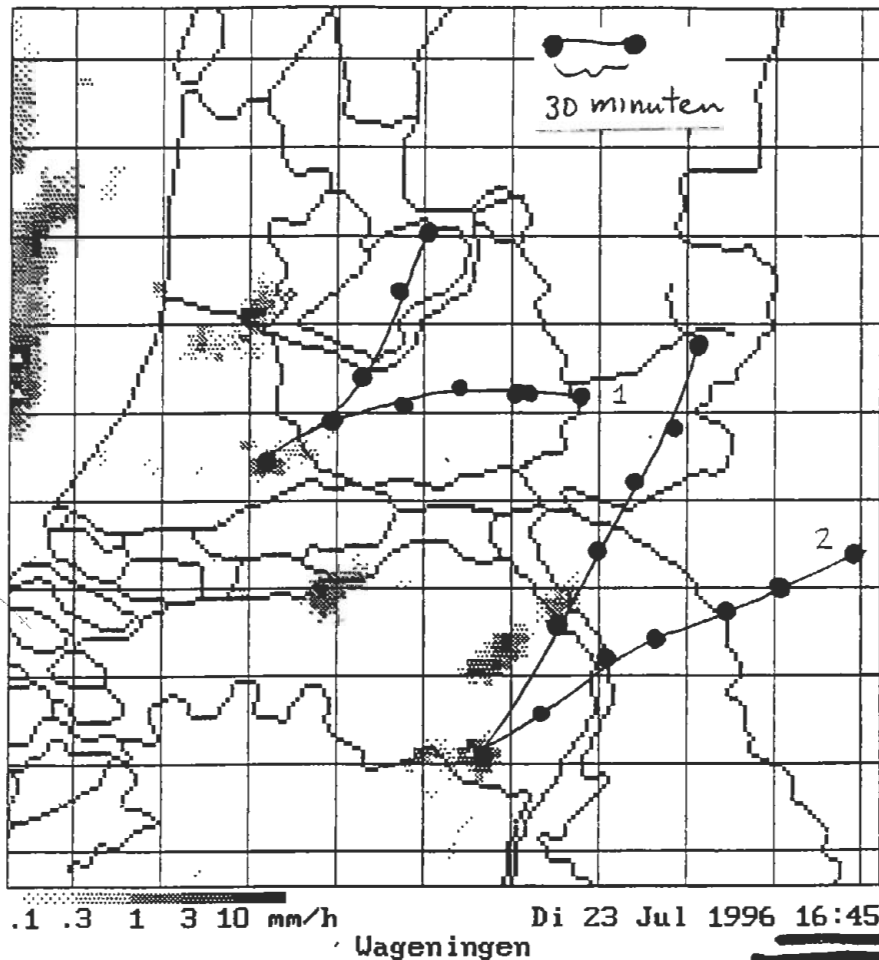


Foto 1. Oplossende tornado (windhoos) te Dieren op 23 juli 1995, 17.05 UTC. Foto genomen door de heer van Steenderen uit Dieren.

SUPERCCELL

De middagbuien waren van een type dat in Nederland vrij zeldzaam is: de supercell. Er hebben zich vermoedelijk 2

supercells ontwikkeld waarvan er een over de Veluwe is getrokken (bui 1 en 2, figuur 2). Hoe ontstaan supercells nu eigenlijk? Ze kunnen ontstaan na splitsing



Figuur 2. Trajecten van twee split-cells. Opvallend is dat het rechterlid van de bui die in Utrecht is ontstaan samenkomt met het linkerlid van de 'Brabantse' bui!

van een onweersbui (het mechanisme hiervoor is onder andere na te lezen in Verhoef (1996)). Nauwkeurige analyse van de TEMP's van De Bilt en Ukkel (figuur 3) leert dat er een sterke windschering was. Deze was in De Bilt vrijwel unidirectioneel (zie hodogram, figuur 5a), terwijl de windschering in Ukkel draaide met de hoogte (figuur 4a). Split-cells ontstaan bij voorkeur in gebieden met unidirectionele schering. Een vergelijking met 22 juli 1995 (Verhoef, 1996) - toen er eveneens splits-cells voorkwamen - leert dat de windschering dit jaar circa 2 keer zo groot was. Ruim voldoende voor het splitsen van onweersbuien. Maar een split-cell is nog geen supercell.

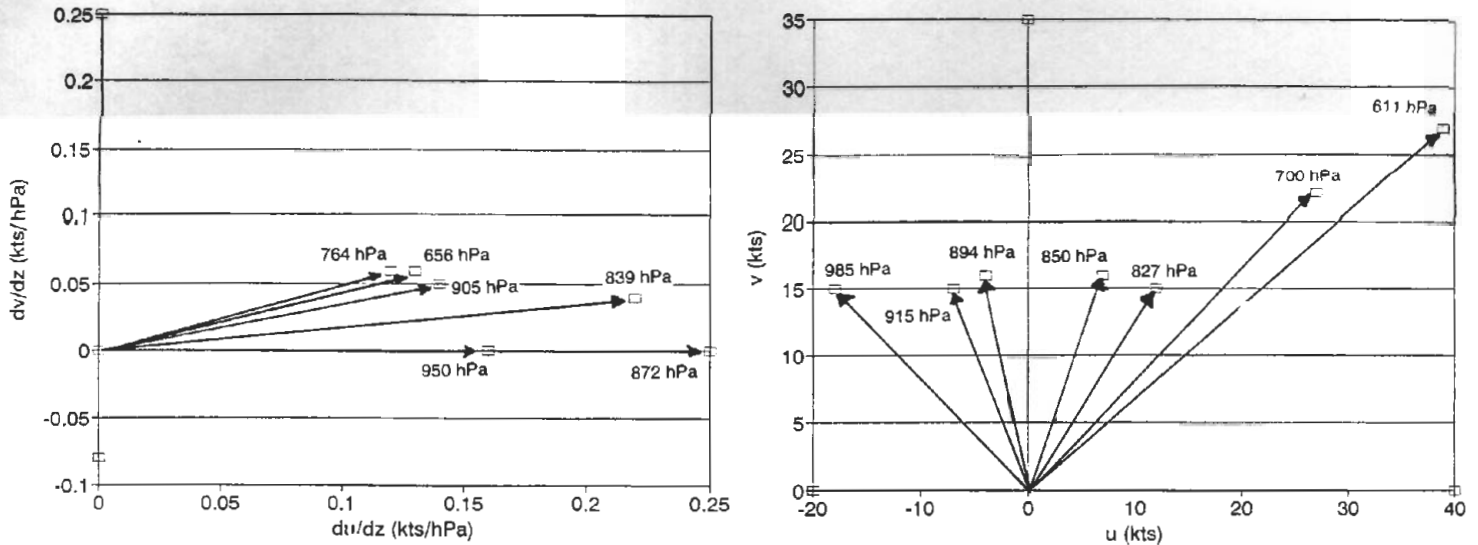
HELICITEIT

Een supercell kenmerkt zich door een hoge helicititeit. Deze is gedefinieerd als

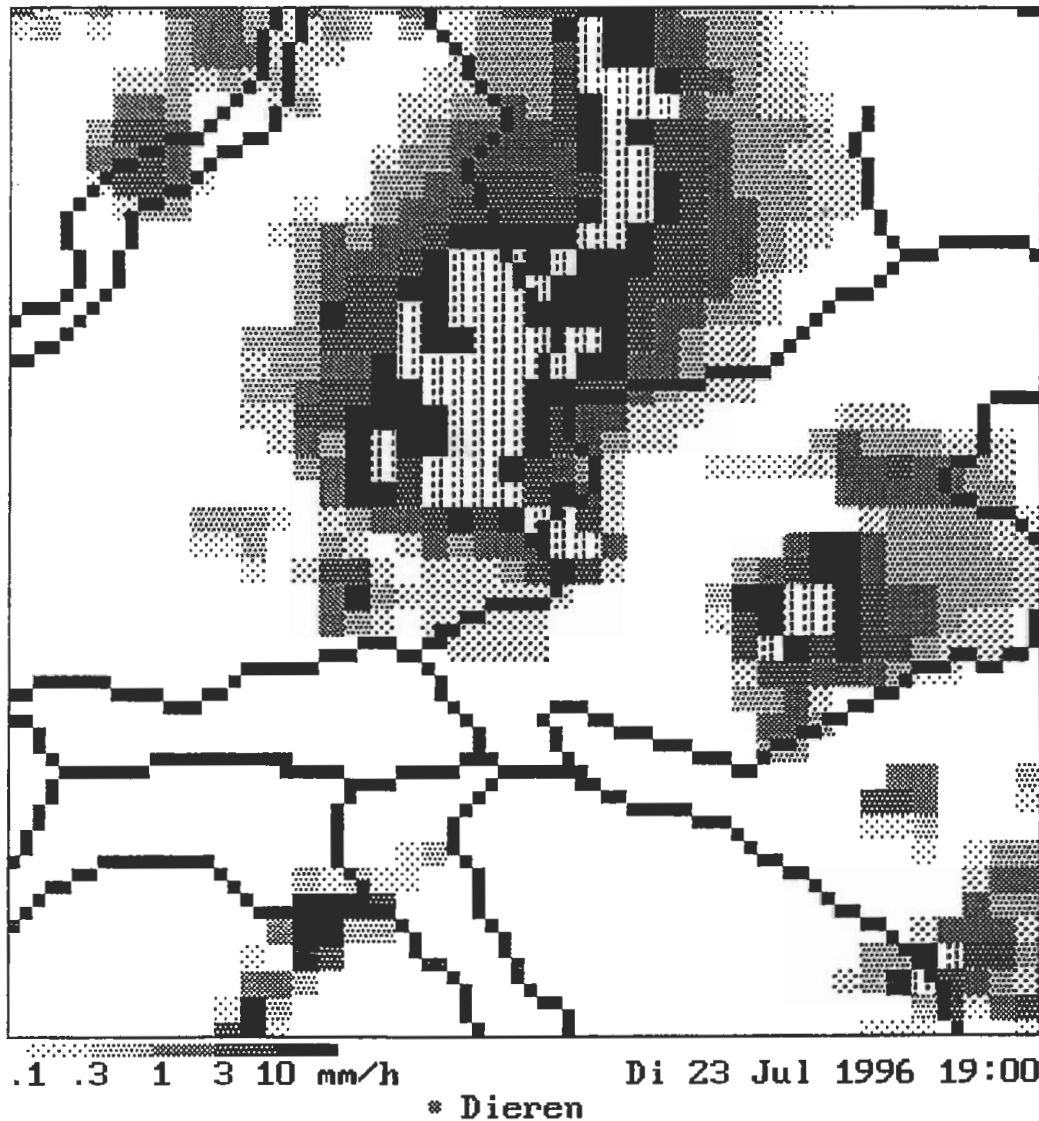
$$H(\vec{c}) = - \int_0^h \hat{k} \cdot (\vec{v} - \vec{c}) \times \frac{d\vec{v}}{dz} dz .$$

Hierin is v de windsnelheid, c snelheid van de bui en k eenheidsvector in de verticaal. Heliciteit is de projectie van de horizontale (scherings-) vorticititeit op de bewegingsrichting van de bui, geïntegreerd van grondniveau naar de top van het instroomgebied van de bui (h). Een bui die beweegt in de richting van de windschering (loodrecht op de horizontale vorticititeit) heeft derhalve helicititeit nul. Het is dus niet zo dat een grote windschering per definitie een grote helicititeit impliceert. Neem bijvoorbeeld de TEMP van De Bilt (figuur 3a). De windschering is groot en de wind draait ook nog eens met de hoogte. De richting van de windschering is echter unidirectioneel van west naar oost (zie figuur 5a). Dit geldt echter niet voor de windschering in Ukkel, welke representatief was voor de Veluwe ten tijde van de zware bui. Deze draait namelijk tegen de wijzers van de klok in.

De naar rechts bewegende bui maakt een hoek met de windschering (figuur 5a) en zal dus een hoge helicititeit hebben. Zodoende wordt horizontale vorticititeit meegevoerd in de stijgstroom van de bui en omgezet in verticale cyclonale vorticititeit. Dan resteert de vraag nog waarom het linkerlid geen supercell wordt. Deze maakt immers ook een hoek met de windschering, maar kan de zo verkregen verticale vorticititeit (anticyclonaal!) niet behouden. (Lees verder op pagina 30)



Figuur 5. a) (links) Windschering en b) (rechts) wind in De Bilt in de onderste atmosfeer.



Figuur 6. Radarbeeld van 23 juli 1996, 17.00 UTC. De tornado werd gezien aan de zuidflank van een enorme onweersbui boven de Veluwe.

(Vervolg van pagina 28)

Het blijkt namelijk dat er in de bui zodanige drukverschillen ontstaan dat er een compenserende dalende beweging komt in het linkerlid, terwijl er in het rechterlid een meekoppelende stijgende beweging ontstaat (Rotunno en Klemp, 1982). In de V.S. is de heliceiteit een belangrijke parameter voor het verwachten van tornado's. Met name de TEMP van Ukkel geeft een grote hoek tussen de richtingsschering en de trekrichting op het belangrijkste instroomniveau (850 hPa). Uit de TEMP bleek al dat de atmosfeer zeer onstabiel was, zodoende zorgend voor goede omstandigheden voor het ontstaan van supercells en tornado's. Overigens komen dergelijke situaties in Nederland waarschijnlijk wel een of twee keer per jaar voor. Het gevaar van supercells is, dat ze een lange levensduur hebben en in een groot gebied schade kunnen veroorzaken door hagel en windstoten, en soms zelfs door tornado's. De meeste buien in Nederland zijn echter van een ander type, maar in de weerkamer is kennis van supercells zeker geen overbodige luxe.

Literatuur

Rotunno, R., and J. Klemp, 1982: The influence of the shear-induced pressure gradient on thunderstorm motion. *Mon. Wea. Rev.* 110, 136-151.
 Verhoef, M., 1996: Waarnemingen en theorie van "Split-cells". *Meteorologica*, nr 1-96, 15-19.